

SERVIZIO FERROVIARIO METROPOLITANO AREA DI CATANZARO

NUOVO COLLEGAMENTO METROPOLITANO FERROVIARIO TRA LA NUOVA STAZIONE DI CATANZARO IN LOCALITA' GERMANETO E L'ATTUALE STAZIONE DI CATANZARO SALA E ADEGUAMENTO A LINEA METROPOLITANA DELLA RETE FERROVIARIA ESISTENTE NELLA VALLE DELLA FIUMARELLA TRA CATANZARO SALA E CATANZARO LIDO

PROGETTO DEFINITIVO

CAPITOLATO NORME PRESTAZIONALI PARTE 2

COMM.	DOC.	REV.	SCALA	FILE
AW4	GGOR62	2	-	AW4GGOR622

Coordinamento generale e responsabile del progetto: Dott. Ing. TITO BERTI NULLI



Dott. Ing. TITO BERTI NULLI
Dott. Ing. VASCO TRUFFINI
Dott. Ing. NANDO GRANIERI
Dott. Arch. NORBERT KAMENICKY
Dott. Ing. LUCA DINELLI
Dott. Ing. FEDERICO DURASTANTI
Dott. Ing. CLARA DRAGHINI



Dott. Ing. GIOVANNI ANGOTTI
Dott. Ing. DOMENICO ANGOTTI

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA SINTAGMA S.r.l. - STUDIO ANGOTTI S.r.l. - Dr. Geol. MAURIZIO MANCUSO
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Dott. Ing. ALESSANDRO MARCELLI

2	SET '12	REVISIONE A SEGUITO PROCEDURA VALIDAZIONE	-	Berti Nulli	Berti Nulli
1	2011	AGGIORNAMENTO	-	Berti Nulli	Berti Nulli
0	FEB '10	EMISSIONE	-	Berti Nulli	Berti Nulli
REVISIONE	DATA	OGGETTO	REDATTO	VERIFICATO	AUTORIZZATO

SINTAGMA S.r.l. VIA ROBERTA 1 - 06132 S.MARTINO IN CAMPO - PERUGIA Tel: +39.075.609071 Fax: +39.075.6090722 Email: sintagma@sintagma-ingegneria.it

STUDIO ANGOTTI S.r.l. VIA LIDONNICI 15 - 88100 CATANZARO

Tel: +39.0961.721822 Fax: +39.0961.747457 Email: studioangotti@inwind.it

000001

SEZIONE 14

- PONTI, VIADOTTI e SOTTOVIA -

INDICE

1.	GENERALITA'
1.1	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI
2.	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI
2.1.	PONTI E VIADOTTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO
2.1.1.	Confezionamento e getto dei conglomerati
2.1.2.	Posa in opera manufatti prefabbricati
2.2	PONTI E VIADOTTI IN FERRO
2.3	IMPERMEABILIZZAZIONE
2.3.1	Mastice di asfalto sintetico
2.3.1.1	Materiali
2.3.1.2	Modalità di applicazione
2.3.1.3	Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico
2.3.2	GUAINA BITUMINOSE PREFORMATE ARMATE
2.3.2.1	Modalità di posa in opera
2.3.2.2.1	Primer di adesione al supporto
2.3.2.2.2	Massa bituminosa della guaina
2.3.2.2.3	Armatura delle guaine
2.3.2.2.4	Guaina preformata
2.4	APPARECCHI D'APPOGGIO
2.4.1	GENERALITÀ
2.4.1.1	MATERIALI
2.4.1.2	PROVE SU I MATERIALI
2.4.1.3	FABBRICAZIONE
2.4.1.4	ASSEMBLAGGIO
2.4.1.5	POSA IN OPERA
2.5.	RITEGNI ANTISISMICI
2.5.1	Requisiti generali
2.5.2	Protezione delle parti metalliche
2.5.3	Posa in opera
2.6	AMMORTIZZATORI ANTISISMICI
2.6.1	Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso
2.6.2	Ammortizzatori antisismici in acciaio
2.7	GIUNTI DI DILATAZIONE
2.8	DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE
2.9	SOTTOVIA
3.0	<i>SPECIFICA DI CONTROLLO</i>
3.1.	Disposizioni generali
3.2	SPALLE, PILE, IMPALCATI
3.3	IMPALCATI E OPERE ACCESSORIE E COMPLEMENTARI IN ACCIAIO
3.3.1	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI
3.3.2.	CONTROLLI SUI MATERIALI

- 3.3.3 CONTROLLI IN COSTRUZIONE PER IMPALCATI
- 3.3.3.1. Controlli preliminari all'inizio delle lavorazioni
- 3.3.3.2. Controlli in fase di costruzione
- 3.3.4 CONTROLLI IN FASE DI ASSEMBLAGGIO E POSA IN OPERA
- 3.3.4.1. IMPALCATI IN C.A.P.
- 3.3.4.2. PILE PER VIADOTTI
- 3.4 APPARECCHI DI APPOGGIO
- 3.4.1 CONTROLLI SULLE FORNITURE E SUI MATERIALI
- 3.4.1.1. CONTROLLI DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO
- 3.4.1.2. CONTROLLI DELLA POSA IN OPERA DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO
- 3.5 IMPERMEABILIZZAZIONE
- 3.5.1 PROVE DI ACCETTAZIONE
- 3.5.3 CONTROLLI IN POSA IN OPERA

1. GENERALITA'

L'oggetto della presente sezione riguarda le diverse tipologie strutturali di realizzazione dei ponti, dei viadotti e dei sottovia, e l'insieme degli elementi costruttivi che li compongono.

L'argomento della sezione viene suddiviso, nel seguito, nelle sottoelencate voci:

- ponti e viadotti in conglomerato cementizio
- ponti e viadotti in ferro
- sottovia.

Sarà cura dell'Impresa procedere, in fase di progetto, allo studio del piano di sollevamento/varo delle strutture costituenti ponti e viadotti, il suddetto piano dovrà essere parte (piano particolareggiato) del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

1.1 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI

Il calcolo delle strutture dovrà tener conto anche delle sollecitazioni transitorie gravanti sui manufatti durante le diverse fasi di montaggio.

Lo studio di sollevamento/varo, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Impresa, dovrà essere preventivamente trasmesso alla Direzione Lavori.

Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro.

In particolare tutte le operazioni di realizzazione dell'infrastruttura dovranno essere eseguite in conformità a quanto indicato nel Piano di Sicurezza e Coordinamento e sotto la supervisione del Coordinatore per l'Esecuzione.

Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori in base a motivate esigenze tecniche, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia all'esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni.

Sarà cura dell'Impresa eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standards qualitativi prefissati.

Per consentire l'esecuzione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste.

Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Impresa provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.

I materiali costituenti le opere in ferro dovranno avere caratteristiche non inferiori a quelle previste dalle Specifiche di Approvvigionamento e dovranno essere sottoposti ai controlli di qualità previsti dalle Specifiche.

Il materiale dovrà pervenire in cantiere corredato dalla certificazione di qualifica richiesta.

Le strutture, sia in calcestruzzo che in carpenteria metallica, prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.

Nell'ambito del progetto si dovrà redigere un piano di qualità riguardante sia la progettazione dei dispositivi, che la costruzione, la messa in opera, la manutenzione e le relative verifiche analitiche e sperimentali. I documenti di progetto dovranno indicare i dettagli, le dimensioni e le prescrizioni sulla qualità, come pure eventuali dispositivi di tipo speciale e le tolleranze concernenti la messa in opera. Elementi di elevata importanza, che richiedano particolari controlli durante le fasi di costruzione e messa in opera, dovranno essere indicati negli elaborati grafici di progetto, insieme alle procedure di controllo da adottare.

Il piano di qualità dovrà prevedere, inoltre, la descrizione delle modalità di installazione dei dispositivi durante la fase di costruzione dell'opera da isolare, nonché il programma dei controlli periodici, degli interventi di manutenzione e di sostituzione, durante la vita nominale della struttura, la cui durata deve essere specificata nei documenti di progetto.

Ai fini della durabilità sono rilevanti le differenti proprietà di invecchiamento degli elastomeri (gomme) e dei polimeri termoplastici (teflon), l'azione degradante esercitata dall'ossigeno atmosferico sulle superfici degli elementi di acciaio, le caratteristiche fisiche e chimiche degli adesivi, utilizzati per incollare le lamiere di acciaio alla gomma, e quelle dei polimeri organici del silicio a catena lineare (oli e grassi siliconici), utilizzati nei dispositivi viscosi.

Ai fini della qualità della posa in opera, gli isolatori dovranno essere installati da personale specializzato, sulla base di un disegno planimetrico recante le coordinate e la quota di ciascun dispositivo, l'entità e la prerogativa degli eventuali dispositivi mobili a rotolamento, le dimensioni delle eventuali nicchie predisposte nei getti di calcestruzzo per accogliere staffe o perni di ancoraggio, le caratteristiche delle malte di spianamento e di sigillatura.

Ai fini della sostituzione degli isolatori, il progetto delle strutture dovrà prevedere la possibilità di trasferire temporaneamente i carichi verticali dalla sovrastruttura alla sottostruttura per il tramite di martinetti oleodinamici, adiacenti all'isolatore da sostituire. A tale scopo il progetto delle strutture potrà prevedere nicchie per l'inserimento dei martinetti tra la sottostruttura e la sovrastruttura ovvero altre disposizioni costruttive equivalenti.

Anche i percorsi, che consentono al personale addetto di raggiungere e di ispezionare gli isolatori, dovranno essere previsti e riportati sul progetto esecutivo delle strutture portanti e su quello delle eventuali murature di tamponamento, in modo da garantire l'accessibilità al dispositivo da tutti i lati.

Le risultanze delle visite periodiche di controllo dovranno essere annotate su un apposito documento, che dovrà essere conservato con il progetto della struttura isolata durante l'intera vita di utilizzazione della costruzione.

2. PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

2.1. PONTI E VIADOTTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

2.1.1. Confezionamento e getto dei conglomerati

Le opere in conglomerato cementizio armato dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni", alla Circolare del 26 febbraio 2009 sulle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" ed alle prescrizioni di cui alle sezioni "calcestruzzi" ed "acciaio" del presente Capitolato.

2.1.2 Posa in opera manufatti prefabbricati

a) Posa in opera travi d'impalcato

Le travi in c.a.p. saranno varate nella loro posizione definitiva mediante sollevamento longitudinale o trasversale a mezzo di carroponte, carrelli, gru, derrik, blondin, ecc. o con combinazioni varie di questi sistemi e mezzi.

Il piano di sollevamento/varo, dovrà essere stato già definito ed approvato in sede di progetto dell'impalcato, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Impresa, e dovrà essere trasmesso al Coordinatore per l'Esecuzione ed alla Direzione Lavori con congruo anticipo sull'attività di montaggio.

Il piano dovrà essere corredato con l'elenco e le caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi d'opera che l'Impresa prevede di utilizzare.

L'eventuale impiego di elementi strutturali metallici o in conglomerato cementizio, semplice od armato, normale o precompresso, con funzione di cassaforma persa per il getto delle solette, sbalzi e traversi di impalcato, dovrà essere previsto in sede di progetto costruttivo, in assenza di quanto sopra sarà cura dell'Impresa fare eseguire, al progettista, le opportune verifiche dandone evidenza alla Direzione Lavori.

2.2. PONTI E VIADOTTI IN FERRO

a) Strutture portanti in acciaio

Il funzionamento statico o le sollecitazioni agenti sulle singole strutture in dipendenza delle modalità e delle diverse fasi di montaggio dovranno essere state considerate dall'Impresa all'atto della progettazione dell'opera.

Nella relazione di calcolo dovranno quindi essere indicate le modalità di montaggio ed il funzionamento statico nelle diverse condizioni.

b) Approvvigionamento materiali

I materiali impiegati per la costruzione delle strutture dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nella sezione "Acciaio" del presente Capitolato.

In ogni caso i materiali dovranno corrispondere ed essere qualificati e/o controllati in conformità alle disposizioni di cui alle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008 .

c) Saldature, bullonature, chiodature

Per quanto concerne le differenti tipologie di giunzioni, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- *Saldatura*

Le specifiche dei procedimenti di saldatura dovranno essere preparate dall'Impresa sottoposte all'approvazione e qualifica da parte di un Istituto specializzato (Istituto Italiano della Saldatura, R.I.NA. (Registro Italiano Navale).

Congiuntamente alla Specifica sarà sottoposta all'approvazione del predetto Istituto il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire.

Ovviamente le modalità di saldatura e l'estensione dei controlli dovranno comunque soddisfare le prescrizioni della normativa vigente: "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008 .

- *Bullonatura*

L'accoppiamento foro-bullone dovrà essere di precisione. Il massimo gioco complessivo tra foro e diametro del bullone sarà pari a 0,3 mm, per bulloni aventi diametro massimo 20 mm, e pari a 0,5 mm, per bulloni aventi diametro maggiore di 20 mm.

Bulloni ad alta resistenza precaricati per giunzioni ad attrito

I bulloni ad alta resistenza delle classi 8.8 e 10.9, precaricati con serraggio controllato, per giunzioni ad attrito devono essere conformi alla norma armonizzata UNI EN 13499-1 e recare la marchiatura CE. Al punto 4.3 la norma armonizzata UNI EN 13499-1 prescrive che viti, dadi e rondelle siano forniti dal medesimo produttore.

La norma armonizzata prevede che vengano eseguite, tra l'altro, prove sistematiche di serraggio del complesso vite, dado e rondella(e); queste prove forniscono informazioni sul fattore k che lega la forza di precarico $F_{p,C}=0.7 \cdot A_{res} \cdot f_{tb}$ (§4.2.8.1.1 delle NTC D.M. 14/01/2012) ed il momento di serraggio M .

Si ha:

$$M = k \cdot d \cdot F_{p,C} = k \cdot d \cdot 0,7 \cdot A_{res} \cdot f_{tb} \quad (C4.2.106)$$

dove d è il diametro nominale della vite, A_{res} è l'area resistente della vite e f_{tb} è la resistenza a rottura del materiale della vite.

Il valore del fattore k , secondo le prescrizioni della norma, dovrà essere indicato sulle targhette delle confezioni (dei bulloni, oppure delle viti) per le differenti classi funzionali.

Le classi funzionali previste dalla norma armonizzata sono tre e sono specificate nella seguente Tabella C4.2.XIX.

Tabella C4.2.XIX Classi funzionali per i bulloni

K0	Nessun requisito sul fattore k
K1	Campo di variabilità del fattore k_i del singolo elemento tra minimo e massimo dichiarati sulla confezione
K2	Valore medio k_m del fattore e suo coefficiente di variazione V_k dichiarati sulla confezione

Poiché è noto che un eccesso del momento di serraggio comporta lo snervamento e, talvolta, anche la rottura della vite, gli operatori dovranno prestare la massima attenzione ai dati che sono riportati sulle targhette delle confezioni dei bulloni conformi alla nuova normativa armonizzata al fine della determinazione del momento di serraggio.

Nel caso il momento di serraggio non sia riportato sulle targhette delle confezioni, ma compaia il solo fattore k secondo la classe funzionale, per facilitare gli operatori addetti ai montaggi, si potrà fare riferimento alle seguenti Tabelle C4.2.XX e C4.2.XXI (che si riferiscono alle viti di classe 8.8 e 10.9 rispettivamente) per definire il momento di serraggio dei bulloni.

Tabella C4.2.XX Coppie di serraggio per bulloni 8.8

Viti 8.8 – Momento di serraggio M [N m]								$F_{p,C}$ [kN]	A_{res} [mm ²]
VITE	$k=0.10$	$k=0.12$	$k=0.14$	$k=0.16$	$k=0.18$	$k=0.20$	$k=0.22$		
M12	56.6	68.0	79.3	90.6	102	113	125	47.2	84.3
M14	90.2	108	126	144	162	180	198	64.4	115
M16	141	169	197	225	253	281	309	87.9	157
M18	194	232	271	310	348	387	426	108	192
M20	274	329	384	439	494	549	604	137	245
M22	373	448	523	597	672	747	821	170	303
M24	474	569	664	759	854	949	1044	198	353
M27	694	833	972	1110	1249	1388	1527	257	459
M30	942	1131	1319	1508	1696	1885	2073	314	561
M36	1647	1976	2306	2635	2965	3294	3624	457	817

Tabella C4.2.XXI Coppie di serraggio per bulloni 10.9

Viti 10.9 – Momento di serraggio M [N m]								$F_{p,C}$ [kN]	A_{res} [mm ²]
VITE	$k=0.10$	$k=0.12$	$k=0.14$	$k=0.16$	$k=0.18$	$k=0.20$	$k=0.22$		

M12	70.8	85.0	99.1	113	128	142	156	59.0	84.3
M14	113	135	158	180	203	225	248	80.5	115
M16	176	211	246	281	317	352	387	110	157
M18	242	290	339	387	435	484	532	134	192
M20	343	412	480	549	617	686	755	172	245
M22	467	560	653	747	840	933	1027	212	303
M24	593	712	830	949	1067	1186	1305	247	353
M27	868	1041	1215	1388	1562	1735	1909	321	459
M30	1178	1414	1649	1885	2121	2356	2592	393	561
M36	2059	2471	2882	3294	3706	4118	4529	572	817

Nelle tabelle sono riportati: la dimensione della vite MXX, l'area resistente della vite A_{res} in mm^2 , la forza di precarico $F_{p,C}=0.7 \cdot A_{res} \cdot f_{tb}$ in kN ed i valori del momento di serraggio M in Nm, corrispondenti a differenti valori del fattore k. Poiché il momento di serraggio è funzione lineare del fattore k, la interpolazione per righe è immediata.

I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano o chiavi, pneumatiche, ambedue i dispositivi dovranno possedere un meccanismo limitatore della coppia applicata.

I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori.

Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'esterno.

- Chiodatura

Dovrà essere realizzata in conformità alle prescrizioni del D.M. 14/01/2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni".

d) Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo e nel piano di montaggio che, ferma restando la totale ed esclusiva responsabilità dell'Impresa, con congruo anticipo sull'inizio dei montaggi, dovrà essere trasmesso alla Direzione Lavori.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrassollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni, ove necessario, si potrà procedere alla alesatura (assolutamente vietato l'uso della fiamma) di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco (delle superfici di contatto) non più di due ore prima dell'unione.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;

- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi e sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

e) Verniciature e/o Impermeabilizzazione

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni e specifiche di cui alla Sezione “ verniciature” del presente Capitolato.

Nel caso di impiego di acciaio autopassivante per la costruzione di cassoni di impalcato, si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione.

Le modalità di controllo (delle vernici e della loro applicazione) saranno le medesime di quelle riportate nel punto precedentemente richiamato.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto, in mancanza di indicazioni specifiche l'Impresa dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

Per la impermeabilizzazione vale quanto riportato nel punto successivo.

2.3 IMPERMEABILIZZAZIONE

2.3.1 Mastice di asfalto sintetico

2.3.1.1 Materiali

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata mediante applicazione per colata di cappa di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

Legante:

dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali (quali il Selenitza) o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15% - 19% in peso sulla miscela degli aggregati (corrispondenti al 13% - 16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico.

Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra $-0,1 < IP < +0,1$, calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50V}$$

in cui:

$v = \log 800 - \log \text{penetrazione a } 298 \text{ K};$

$u = \text{temperatura di P. e A. in K detratti } 298 \text{ K};$

Filler:

dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n 80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela di bitume 40/50 e filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

Sabbia:

dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0, 075 a 2, 5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0, 075 UNI) , contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela degli aggregati;

Miscela finale:

la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (V) compresa tra il 18 ed il 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5% ed il 7% ($V_b - V = 5 - 7$ in cui V_b è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova WILHELM (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

2.3.1.2 Modalità di applicazione

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiacca (o di

malta cementizia): prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori da emulsione bituminosa al 50+55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358+363 K), in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di $0,5 \div 0,7 \text{ Kg/m}^2$ nel primo caso e di $0,35 \div 0,50 \text{ Kg/m}^2$ nel secondo.

Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporizzazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K (± 10 K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando a giudizio della Direzione Lavori le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 281 K.

Il mastice asfaltico dovrà essere steso, per quanto possibile, in uno strato regolare e di spessore costante.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4-5 mm, avente i requisiti di cui al successivo punto 2.3.2, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m^2 .

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso del tipo TOK-BAND a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si sciogla con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

2.3.1.3 Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere eseguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione:

Procedura 1:

- a) premiscelazione degli aggregati, compreso il filler, a temperatura di 483~503 K;
- b) aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anche esso preventivamente portato alla temperatura di 423--433 K;
- c) mescolazione dell'impasto per almeno 5 min;
- d) scarico dell'impasto in una apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;
- e) mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473-483 K onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler.

Procedura 2:

- a) introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso, e miscelazione alla temperatura di 473 K per almeno 30 min, fino ad ottenere l'intima miscelazione del bitume col filler;
- b) aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473-483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori, in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

2.3.2 GUAINES BITUMINOSE PREFORMATE ARMATE

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

2.3.2.1 Modalità di posa in opera

Per le modalità di preparazione delle solette e per le sistemazioni in corrispondenza dei coronamenti valgono le prescrizioni del precedente punto 2.3.1.2.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

metodo di posa n° 1:

da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 283 K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta;

metodo di posa n° 2:

da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici scatolari o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 283 K. La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, del peso di 300 g/m² verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1,00 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 5 mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, anche nelle zone di giunto.

2.3.2.2 Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e l'impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

2.3.2.2.1 Primer di adesione al supporto

Il primer di adesione alle superfici in conglomerato cementizio sarà costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P. e A. 358'-363 K); sarà additivato con miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali. La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra 350-500 g/m².

L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 0,2 MPa misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temperatura di 293 K (± 5 K).

La viscosità del primer, misurata in "tazza" FORD 4 a 298 K, dovrà essere compresa tra 20 e 25 s (primer con 50 % di residuo secco).

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

2.3.2.2.2 Massa bituminosa della guaina

Sarà costituita indicativamente da bitume leggermente Polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A.: ≥ 423 K;
 - punto di rottura Frass: 258 K;
 - penetrabilità DOW a 298 K (con peso 100 g a 299 K): 20 - 30 dmm.
- La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

2.3.2.2.3 Armatura delle guaine

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, da effettuarsi secondo il disposto del richiamato punto, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114) > 300 q/m'
- resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639) ≥ 18 kN/m
- allungamento (UNI 8939) $> 60\%$
- lacerazione (UNI 8279/9) $\geq 0,5$ kN
- punzonamento (UNI 8279/14) ≥ 3 bar
- inalterabilità all'azione anche prolungato di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microorganismi
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa

2.3.2.2.4 Guaina preformata

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in Posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0, 5 mm dalla superficie superiore a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202/7):
 - guaina di spessore non minore di 5 mm $> 5,500$ kg
 - guaina di spessore non minore di 4 mm $\geq 4,500$ kg
- resistenza a trazione (UNI 8202/8):
 - longitudinale ≥ 18 kN/m
 - trasversale > 16 kN/m
- resistenza alla lacerazione (LTNI 8202/9):
 - longitudinale $0,16$ kN
 - trasversale $0,17$ kN

- punzonamento statico (UNI 8202/11):

classe di resistenza/carico sopportato su sfera \varnothing 10 mm

- su supporto rigido Ps4 > 25 kg
- su supporto non rigido Ps4/ > 25 kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 263 K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

2.4 APPARECCHI D'APPOGGIO

2.4.1 GENERALITÀ

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di “cerniera” e di “carrello – cerniera” e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni”.

Apparecchi di appoggio fissi

Gli apparecchi d'appoggio fissi devono essere dimensionati con il criterio della GR. Essi devono quindi essere in grado di trasmettere, mantenendo la piena funzionalità, forze orizzontali tali da produrre, nella o nelle sezioni critiche alla base della pila, un momento flettente pari a: $\gamma_{Rd} \cdot M_{Rd}$, dove M_{Rd} è il momento resistente della o delle sezioni critiche. Questa verifica può essere eseguita in modo indipendente per le due direzioni dell'azione sismica.

Le forze determinate come sopra possono risultare superiori a quelle che si ottengono dall'analisi ponendo $q = 1$; in tal caso per il progetto degli apparecchi è consentito adottare queste ultime. Per il progetto degli apparecchi fissi posti sulle spalle vale quanto indicato al § 7.9.5.6.

Appoggi d'appoggio mobili

Gli apparecchi di appoggio mobili devono consentire, mantenendo la piena funzionalità, gli spostamenti massimi in presenza dell'azione sismica di progetto calcolati come indicato nel § 7.3.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio corrispondente ai tipi stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Il progetto esecutivo dovrà contenere:

- a) il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, delle deformazioni viscosse ed al ritiro del calcestruzzo;
- b) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- c) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- d) l'indicazione della preregolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
- e) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- f) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
- g) l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

In ogni caso l'Impresa dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Impresa dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Procederà, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto.

In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere preregolato sempre secondo le prescrizioni di progetto.

Inoltre dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

2.4.1.1 MATERIALI

In linea di massima le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

- a) Acciaio laminato: Sarà della classe Fe37, Fe 43 o Fe52 - grado D delle norme UNI 7070-72
- b) Acciaio fuso a getti: Sarà della classe FeG520 delle norme UNI 3158-1977.
- c) Acciaio inossidabile.

Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-1971.

Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-1966 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a $60^{\circ}\text{C} \pm 2$, senza agitazione, per 4 giorni consecutivi.

La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità $Ra\ 0,1\ \mu$ (UNI 3963).

d) Elastomeri

Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.-UNI 10018-72-85.

Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione, $\geq 10\text{N/mm}^2$ [100 Kg/cm^2] (UNI 6065-67);
- allungamento a rottura, $\geq 300\%$ (UNI 6065-67);
- deformazione permanente a compressione (UNI4913), $(50\%;24\text{h};70^{\circ}\text{C}) \leq 20\%$;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

e) Politetrafluoroetilene (PTFE).

Per le superfici di scorrimento.

Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.

Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-1966, saranno le seguenti:

- densità: $2,13 \div 2,23\text{ g/cm}^3$;
- resistenza a trazione (23°C), $\geq 24\text{ N/mm}^2$ [240 Kg/cm^2];
- allungamento a rottura (23°C) $\geq 300\%$;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

f) Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici.

Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.

Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a -35°C.

Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:

- penetrazione su campione rimaneggiato, $240 \div 295$ dmm (Din 51804);
- punto di congelamento, $\leq -50^{\circ}\text{C}$ (DIN 51556);
- essudazione (Bleeding) 24h a 150°C , $\leq 3\%$ (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).

g) Altri materiali

L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, quali alluminio e acciaio cromato, (su supporto Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:

- documentazione da parte dell'Impresa delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
- in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

2.4.1.3 PROVE SUI MATERIALI

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Impresa secondo le norme di accettazione vigenti.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione.

Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori ufficiali designati dalla Direzione Lavori.

2.4.1.3 FABBRICAZIONE

1. Acciaio inossidabile.

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvitamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.

Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al successivo punto 5, anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.

Superfici di scorrimento orizzontale.

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.

Differenza di dimensioni	Spessore minimo della lastra di acciaio
Fino a 600 mm	2,5 mm
più di 600 mm	3,0 mm

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

Superfici curve.

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2,5 mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti; di 1,5 mm nel caso di collegamento con saldatura.

2. PTFE.

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo.

Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra rivestita in acciaio inossidabile a contatto con i pattini.

Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritegno le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15 mm.

Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede sarà variabile con le dimensioni in pianta della lastra.

Dimensioni max superficie PTFE (diametro o diagonale della lastra)	Spessore minimo totale	Spessore parte fuoriuscente
fino a 600 mm	4,5 mm	mm 2,0 ± 0,2
600 ÷ 1200 mm	5,0 mm	mm 2,5 ± 0,2
oltre 1200 mm	6,0 mm	mm 3,0 ± 0,2

I valori di questi spessori si ricaveranno come segue :

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di mm 4 di cui mm $2 \pm 0,2$ fuoriuscenti.

L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento.

In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a mm $2 \pm 0,2$.

Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40 Kg. per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.

Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.

a) Pressioni.

Le superfici di scorrimento orizzontali dovranno essere in grado di assorbire le pressioni risultanti dal calcolo di progetto.

b) Cavità per il lubrificante di grasso al silicone.

La profondità di questa cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento.

Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

3. Coefficiente d'attrito

L'Impresa dovrà fornire i diagrammi del coefficiente d'attrito, previsto per gli appoggi da essa forniti, al variare della pressione di contatto sul PTFE nelle peggiori condizioni di funzionamento prevedibile (indicativamente a -30°C e con movimenti a bassa velocità, conseguenti a fenomeni di dilatazione).

4. Parti in composizione saldata.

La Direzione lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di elaborazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 14 gennaio 2008.

Tali controlli saranno eseguiti presso gli Istituti designati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

5. Protezione anticorrosiva.

Tutte le parti meccaniche dovranno essere protette contro la corrosione.

Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nel punto “verniciature” del presente Capitolato.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, fin dal momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile della messa in opera, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da riprodurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

6. Antipolvere

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschia polvere e soffietti neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio.

I fermi e i contrassegni degli appoggi, di cui ai punti 3 e 4., dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

2.4.1.4 ASSEMBLAGGIO

1. Collegamenti provvisori.

Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera.

A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

2. Pre-regolazione.

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Impresa al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

3. Contrassegni.

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome dell'Impresa;
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto;
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

4. Riferimenti.

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento.

In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale.

Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

2.4.1.5 POSA IN OPERA

1. Verifica delle sedi predisposte.

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Impresa dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e soprastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede, che dovrà essere ripristinata dall'Impresa se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1% per ogni tipo di apparecchio.

Tale ripristino sarà a carico dell'Impresa per difetti di orizzontalità fino allo 0,5%; oltre tale tolleranza per la sola parte eccedente lo 0,5% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo.

In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Impresa alla Direzione dei Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Impresa ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

2. Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e sovrastanti con anche d'appoggio.

È a carico dell'Impresa la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti.

In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (questi ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

In casi particolari il collegamento sarà realizzato saldando l'apparecchio a contropiastre annegate nelle strutture.

In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nella distinta allegata.

Il metodo proposto dall'Impresa sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

Le lavorazioni approvate dalla Direzione Lavori saranno compensate con appositi prezzi da indicare nell'offerta.

Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da richiedere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sistemi di riscaldamento, verrà riconosciuto un apposito sovrapprezzo.

2.5. RITEGNI ANTISISMICI

2.5.1 Requisiti generali

I ritegni, laddove previsti dal progetto approvato, dovranno consentire la realizzazione di un sistema di vincoli "rigidi" provvisori atti ad impedire durante l'evento sismico i movimenti relativi nella struttura in punti prestabiliti.

Essi si distinguono in:

- tipo fisso: realizza essenzialmente una cerniera sferica (rotazione intorno a 3 assi) con capacità di assorbire azioni sia longitudinali che trasversali;
- tipo mobile: consente gli spostamenti longitudinali derivanti da azioni applicate in modo pressoché statico e capace, invece, di assorbire le azioni impulsive sia longitudinali che trasversali; esso risulta costituito essenzialmente da un cilindro in cui, portato da uno stelo passante, alloggia un pistone a tenuta che crea due distinte camere riempite con olio idraulico resistente all'invecchiamento e con esclusione di qualsiasi altro tipo di fluido.

I ritegni antisismici dovranno essere costruiti in conformità alle norme tecniche previste dal D.M. 14/01/2008.

I dispositivi antisismici dovranno essere muniti di una targhetta metallica di identificazione sulla quale dovranno essere riportati:

- nome del fabbricante e anno di produzione;
- modello;
- massima spinta assorbibile;
- entità della corsa dell'apparecchio mobile con un riscontro di riferimento per la verifica di funzionamento in corso di esercizio.

2.5.2 Protezione delle parti metalliche

Gli apparecchi dovranno essere provvisti di un rivestimento protettivo sulle superfici soggette ad aggressione chimica e fotochimica.

2.5.3 Posa in opera

Il collegamento dei dispositivi di ritegno con l'impalcato e le sottostrutture dovrà essere realizzato in modo che sia garantita la possibilità di una agevole ispezione, relativa manutenzione (verniciatura) ed eventuale sostituzione che dovrà avvenire senza dover sollevare l'impalcato e senza alcuna limitazione all'esercizio.

Il ritegno tipo fisso dovrà essere sostituibile con un sollevamento massimo dell'impalcato di 40 mm.

2.6 AMMORTIZZATORI ANTISISMICI

Si distinguono le due tipologie:

- Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso;
- Ammortizzatori antisismici in acciaio.

Dovranno essere conformi alla Normativa vigente.

2.6.1 Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso

Dovranno essere in neoprene espanso a cellule aperte, atti a dissipare una pressione di almeno 1 MPa ad una velocità di deformazione di 150 mm/s e con uno schiacciamento pari al 50% del loro spessore.

Sulle facce soggette a compressione dovranno essere vulcanizzate due lastre in acciaio di adeguato spessore, opportunamente sagomate, per il fissaggio degli apparecchi alle strutture.

2.6.3 Ammortizzatori antisismici in acciaio

Saranno costituiti da parti in acciaio e parti in materiali termoplastici (teflon, elastomeri, etc.).

L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro,, dei tempi necessari per la fornitura ed il montaggio degli apparecchi di appoggio e degli ammortizzatori antisismici, nonché di tutte le altre operazioni necessarie alla posa in opera, il tutto a sua cura e spese.

2.7 GIUNTI DI DILATAZIONE

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta.

L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto.

Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura ,delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dalla Normativa vigente, sulla base delle cui indicazioni e prescrizioni si provvederà direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicati le seguenti operazioni:

- magazzinaggio e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
- tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:
 - l'adattamento dei casseri;
 - le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa;
 - la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio;
- qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

L'Impresa dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

2.8 DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE

Tali dispositivi verranno eseguiti dall'Impresa in conformità alle indicazioni di progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

I relativi oneri saranno compensati con i corrispondenti prezzi di elenco.

2.9 SOTTOVIA

I sottovia da realizzare al di sotto del tracciato stradale e ferroviario in progetto dovranno essere realizzati in c.a. e come tali rispondere ai requisiti già esposti nella Sezione “calcestruzzi” del presente Capitolato.

3.0 SPECIFICA DI CONTROLLO

3.1. Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di ponti viadotti e sottovia ricadenti all'interno dell'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

Le opere in oggetto sono costituite da:

- manufatti realizzati in conglomerato cementizio, posti in opera in particolari condizioni e con accorgimenti peculiari;
- opere finite accessorie (pali, etc.);
- manufatti realizzati in strutture metalliche particolare e/o specifici di questo tipo di realizzazioni.

Per i controlli di alcune classi di lavoro, si farà riferimento alle corrispondenti sezioni del presente Capitolato, per le lavorazioni, i materiali, le parti d'impianto, la posa in opera, non compresi nelle specifiche di cui sopra si farà riferimento ad integrazione delle citate specifiche, alle prescrizioni contenute nei successivi paragrafi.

3.2 SPALLE, PILE, IMPALCATI

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "calcestruzzi" del presente Capitolato.

3.3 IMPALCATI E OPERE ACCESSORIE E COMPLEMENTARI IN ACCIAIO

Questa tipologia di opere comprende sia le strutture portanti che i bulloni e i chiodi necessari per l'accoppiamento delle varie parti.

3.3.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per le opere in oggetto si utilizzeranno tutti i materiali Indicati nelle specifiche di progetto, e nel Capitolato di Costruzione.

Questi materiali debbono soddisfare i requisiti richiesti nella "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008, nonché quanto indicato nei corrispondenti punti della presente sezione.

L'Impresa deve quindi provvedere all'approvvigionamento dei suddetti materiali presso fornitori qualificati ed in grado di fornire gli stessi in accordo alle norme e specifiche sopra citate.

I materiali forniti debbono essere corredati dalla apposita certificazione richiesta nelle norme citate, o da certificati di prove di laboratorio sui lotti di materiale fornito, in alternativa ai precedenti, come di seguito dettagliato.

3.3.2. CONTROLLI SUI MATERIALI

Il controllo della rispondenza dei materiali alle prescrizioni del contratto è demandato al fornitore.

All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredati di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa di legge.

I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni del D.M. 14/01/2008 ed alle norme UNI qui di seguito citate e relative s.m.i.:

a) profilati, piatti, larghi piatti e lamiere: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati, ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle prove meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:

- UNI 7070/82- per le caratteristiche meccaniche e di disossidazione;
- UNI 7937 per il coefficiente di strizione;
- UNI 5329 per il controllo ultrasonoro.

b) materiali vari per elementi non saldati: lamiere strigliate; grigliati.

La certificazione accompagnatoria di ogni lotto deve essere conforme alle Norme UNI 7070/82.

c) bulloneria: ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme:

- UNI 3740 e UNI 7845, per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;
- UNI 3740 per la resilienza, che, calcolata in accordo alla suddetta norma dovrà essere superiore a 30 J a 20 °C.

Le prove non distruttive saranno eseguite su un campione pari al 5% del lotto sottoposto a collaudo.

Le prove distruttive saranno effettuate su un campione pari al 1 % del lotto.

La frequenza delle prove per i materiali in acciaio sarà la seguente:

- prodotti qualificati secondo D.M. 14/01/2008, 3 serie di prove ogni 60 t, provenienti da una stessa colata;
- prodotti non qualificati: prove ultrasoniche lungo la superficie dei pezzi oltre alle prove meccaniche e chimiche in accordo alle norme, da eseguire in ragione di 3 serie per ogni 20 t, provenienti dalla stessa colata.

Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire è quello fissato dalle norme citate.

La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla DL.

3.3.3 CONTROLLI IN COSTRUZIONE PER IMPALCATI

3.3.3.1. Controlli preliminari all'inizio delle lavorazioni

L'Impresa deve, sulla base del progetto e delle prescrizioni tecniche sulla lavorazione ed il montaggio:

- redigere un piano di lavorazione sulla base del progetto esecutivo e del Capitolato di Costruzione,
- definire, per le travate a maglie triangolari, le modalità di assemblaggio del cassone;
- definire, per le stesse travate, le modalità di protezione del fondo del cassone.

Il tutto verrà inviato alla D.L. per approvazione, allegando la suddetta documentazione.

Dopo le suddette positive verifiche la D.L. darà il suo benestare all'inizio delle lavorazioni.

3.3.3.2. Controlli in fase di costruzione

I controlli in fase di costruzione sono dei tipi seguenti:

Controlli dimensionali e di posizionamento

Questo tipo di controllo deve essere eseguito prima di ogni fase di lavoro che preveda lavorazioni o messa in opera di profilati, lamiere e ogni altro tipo di componente come specificato nei disegni di progetto.

Controlli sulle saldature

Le saldature dovranno essere effettuate con le modalità prescritte al punto 2.2.c della presente sezione del Capitolato.

La loro esecuzione deve essere comunque progettata, programmata ed effettuata in accordo alla seguente normativa: D.M. 14/01/2008

Il piano di controllo delle saldature dovrà rispettare le specifiche del presente Capitolato e del progettista.

Controllo sul serraggio dei bulloni

Il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con le modalità operative illustrate al punto 2.2.c della presente sezione del Capitolato.

Si verificherà che la coppia di serraggio di almeno il 10 % dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.

Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni.

Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla D.L., alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

Controlli sulle chiodature

Si effettueranno i controlli prescritti dalla normativa vigente, con la stessa frequenza e modalità indicate per il serraggio dei bulloni.

Controllo delle frecce d'inflessione e corretta posa in opera dei manufatti.

Alcuni tipi di travatura potranno essere costruite con controfreccie di montaggio.

Le frecce in oggetto dovranno essere controllate per ogni trave posta in opera e registrate su apposito registro.

Controllo sui rivestimenti e verniciature

Il controllore dovrà verificare visivamente lo stato generale delle verniciature e prendere di conseguenza le opportune azioni per il ripristino delle stesse.

3.3.4 CONTROLLI IN FASE DI ASSEMBLAGGIO E POSA IN OPERA

3.3.4.1. IMPALCATI IN C.A.P.

L'Impresa deve preparare il "Piano di sollevamento/varo" dell'impalcato, con l'elencazione delle caratteristiche e tipologia delle attrezzature da impiegare.

Questo Piano operativo sarà presentato alla D.L. per approvazione.

Dopo l'approvazione e prima della fase di montaggio dell'impalcato, l'Impresa dovrà dare comunicazione alla D.L. della data di inizio dei lavori.

3.3.4.2. PILE PER VIADOTTI

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica “calcestruzzi” del presente Capitolato.

3.4 APPARECCHI DI APPOGGIO

Premesso che gli apparecchi di appoggio ed i coprigiunti dovranno essere del tipo omologato ed approvato dalla committente, la presente procedura di controllo fa' riferimento alla documentazione di tipo contrattuale nonché a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.

3.4.1 CONTROLLI SULLE FORNITURE E SUI MATERIALI

3.4.1.1. CONTROLLI DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO

Si controllare, in sede di posa in opera, che ogni apparecchio fornito sia dotato della documentazione di verifica e controllo del produttore.

3.4.1.2. CONTROLLI DELLA POSA IN OPERA DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO

La posa in opera avverrà secondo le indicazioni riportate al punto 2.4.1.5 della presente Sezione.

Le verifiche di posa in opera, sdraino effettuate dall'Impresa, in contraddittorio con la DL, per ogni lotto di appoggi relativi ad una singola opera d'arte.

I controlli riguarderanno, oltre a quanto riportato nel predetto punto:

- verifica dell'esistenza del disegno di posa in opera;
- verifica del posizionamento dell'apparecchio, in conformità al disegno di posa;
- planarità delle superfici di appoggio, in modo che i piani di scorrimento degli appoggi siano orizzontali;
- parallelismo dei piani di scorrimento, nel caso in cui sullo stesso asse di appoggio vi siano più apparecchi mobili;
- verifica della pre-regolazione della corsa.

3.5 IMPERMEABILIZZAZIONE

Prima di procedere alle operazioni di posa in opera delle impermeabilizzazioni, l'Impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa alle certificazioni delle prove di prequalifica, in accordo a quanto indicato nel Capitolato ed a quanto riportato nel successivo punto.

La documentazione dovrà essere trasmessa alla D.L. prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione.

3.5.1 PROVE DI ACCETTAZIONE

Tali prove saranno effettuate in sede di prequalifica, e durante la posa in opera per ogni 4000 m² di manto realizzato con il minimo di almeno 1 prova per ogni opera.

Tali prove potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

3.5.3 CONTROLLI IN POSA IN OPERA

Durante le fasi di posa in opera che avverrà secondo le indicazioni riportate nella presente sezione del Capitolato, si dovranno effettuare i controlli di seguito riportati.

Gli esiti e le certificazioni di queste verifiche dovranno essere riportati in apposito registro,

A) Manti di mastice di asfalto sintetico

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del mastice;
- verifica delle certificazioni , di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori della membrana;
- verifica della miscela alla composizione prevista.

B) Manti in guaine bituminose preformate armate

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia e regolarizzazione delle superfici delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del primer;
- verifica delle certificazioni , di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori della membrana.

SEZIONE 15

- PAVIMENTAZIONI -

INDICE

1.0.	Generalità
1.1	STRATI DI FONDAZIONE
1.1.1	Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato
1.1.1.1	Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi
1.1.1.2	Modalità esecutive
1.1.2	Fondazione in misto cementato confezionato in centrale
1.1.2.1	Caratteristiche dei materiali da impiegare
1.1.2.1.1	Inerti
1.1.2.1.2	Legante
1.1.2.1.3	Acqua
1.1.2.1.4	Studio della miscela in laboratorio
1.1.2.1.5	Modalità esecutive
1.1.2.1.5.1	Confezione delle miscele
1.1.2.1.5.2	Posa in opera
1.1.2.1.5.3	Protezione superficiale
1.1.2.1.5.4	Requisiti di accettazione
1.2	STRATO DI BASE
1.2.1	Generalità
1.2.1.1	Inerti.
1.2.1.2	Legante.
1.2.1.3	Miscela
1.2.1.4	Formazione e confezione delle miscele.
1.2.1.5	Posa in opera delle miscele.
1.3	STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA
1.3.1	Generalità
1.3.1.1	Inerti
1.3.1.2	Legante
1.3.1.3	Miscela
1.3.1.4	Controllo dei requisiti di accettazione.
1.3.1.5	Formazione e confezione degli impasti
1.3.1.6	Attivanti l'adesione
1.3.1.7	Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura
1.3.1.7.1	Inerti
1.3.1.7.2	Legante
1.3.1.7.3	Miscela
1.3.1.7.4	Confezione e posa in opera del conglomerato
1.4	TRATTAMENTI SUPERFICIALI
1.4.1	Generalità
1.4.1.1	Trattamento con emulsione a freddo
1.4.1.2	Trattamento con bitume a caldo
1.4.1.3	Trattamento a caldo con bitume liquido.
1.4.1.4	Materassino antivibrante elastomerico
1.5	SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI
1.6	FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE

	ATTREZZATURE
1.7	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSE E MOBILE
1.7.1	Generalità
1.7.1.1	Inerti
1.7.1.2	Legante
1.7.1.3	Miscela
1.7.1.4	Formazione e confezione delle miscele.
1.7.1.5	Posa in opera delle miscele.
1.8	MICROTAPPETI A FREDDO
1.8.1	Generalità
1.8.1.1	Inerti
1.8.1.2	Additivi
1.8.1.3	Miscela
1.8.1.4	Malta bituminosa
1.8.1.5	Composizione e dosaggi della miscela
1.8.1.6	Acqua
1.8.1.7	Confezionamento e posa in opera
1.9	MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA
1.9.1	Generalità
1.9.1.1	Materiali chiari naturali
1.9.1.2	Materiali artificiali chiari.
1.9.1.3	Modalità esecutive
1.10	PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA
1.10.1	Materiali.
1.10.2	Posa in opera
1.10.3	Sigillature dei giunti
1.11	Cordoli

2.0 SPECIFICA DI CONTROLLO

2.0.1	Disposizioni generali
2.1	STRATI DI FONDAZIONE
2.1.1	Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato
2.1.1.1	Prove di laboratorio
2.1.1.2	Prove di controllo in fase esecutiva
2.1.1.2.1	Prove di laboratorio
2.1.1.2.2	Prove in sito
2.1.2	Fondazione in misto cementato confezionato in centrale
2.1.2.1	Caratteristiche dei materiali da impiegare
2.1.2.1.1	Inerti
2.1.2.1.2	Legante
2.1.2.1.3	Acqua
2.1.2.1.4	Studio della miscela in laboratorio
2.1.1.2	Prove di controllo in fase esecutiva
2.1.1.2.1	Prove di laboratorio

- 2.1.1.2.2 Prove in sito
- 2.2 STRATO DI BASE
 - 2.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
 - 2.2.1.1 Inerti
 - 2.2.1.2 Legante
 - 2.2.1.3 Studio della miscela in laboratorio
 - 2.2.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
 - 2.2.1.5 Prove di laboratorio
 - 2.2.1.6 Prove in sito
- 2.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA
 - 2.3.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
 - 2.3.1.1 Inerti
 - 2.3.1.2 Legante
 - 2.3.1.3 Studio della miscela in laboratorio
 - 2.3.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
 - 2.3.1.5 Prove di laboratorio
 - 2.3.1.6 Prove in sito
- 2.4 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE
- 2.5 MICROTAPPETI A FREDDO
 - 2.5.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
 - 2.5.1.1 Inerti
 - 2.5.1.2 Legante
 - 2.5.1.3 Studio della miscela in laboratorio
 - 2.5.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
 - 2.5.1.5 Prove di laboratorio
 - 2.5.1.6 Prove in sito
- 2.6 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA
 - 2.6.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
 - 2.6.1.1 Inerti
 - 2.6.1.2 Legante
 - 2.6.1.3 Studio della miscela in laboratorio
 - 2.6.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
 - 2.6.1.5 Prove di laboratorio
 - 2.6.1.6 Prove in sito
- 2.7 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA
 - 2.7.1 Materiali.
 - 2.7.2 Posa in opera
 - 2.7.3 Sigillature dei giunti
- 2.8 Cordoli

1.0 GENERALITA'

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2,5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la DL, in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilineo o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

In cantiere dovranno essere attrezzati dei laboratori, con personale qualificato, nei quali eseguire le prove di routine per l'identificazione delle richieste caratteristiche.

L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.

Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2%.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

2.2 STRATI DI FONDAZIONE

1.1.1 - Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito.

Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o dalla Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

1.1.1.1 Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- a) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI		Passante % totale in peso
crivello	71	100
crivello	40	75 - 100
crivello	25	60 - 87
crivello	10	35 - 67
crivello	5	25 - 55
setaccio	2	15 - 40
setaccio	0,4	7 - 22
setaccio	0,075	2 - 10

- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

- e) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma.

- f) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 – 35;

- g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1978).

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà indicare per iscritto il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

Per il materiale proveniente da cave l'impresa dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti di accettazione mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

1.1.1.2 Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza previsti in progetto ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivo spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (CNR 69 – 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

di Pc (100 - x)

dr = -----

100 Pc - x di

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di = densità della miscela intera;

Pc = Peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

X = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a mm 35, compresa tra il 25% e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione (CNR 146 – 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0,25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa.

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

1.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidi, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicate in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito superiore ai 20 cm o inferiore ai 10 cm.

1.1.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

1.1.2.1.1 Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a sette giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,75 mm.

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

a) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;

b) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971):

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso
crivello 40	100
crivello 30	80 - 100
crivello 25	72 - 90
crivello 15	53 - 70
crivello 10	40 - 55
crivello 5	28 - 40
setaccio 2	18 - 30
setaccio 0,4	8 - 18
setaccio 0,18	6 - 14
setaccio 0,075	5 - 10

- c) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) compreso fra 30 - 60;
- e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

1.1.2.1.2 Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2, 5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente il cemento con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione: orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

1.1.2.1.3 Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di

costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

1.1.2.1.4 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51 \pm 0,5 mm, peso pestello 4,535 \pm 0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova “brasiliiana” (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

1.1.2.1.5 Modalità esecutive

1.1.2.1.5.1 Confezione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

1.1.2.1.5.2 Posa in opera

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;

- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibranti-gommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate

preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 e i 303 K.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego (ad esempio con teloni), sarà inoltre necessario provvedere ad un abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa della stesa; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

1.1.2.1.5.3 Protezione superficiale

Appena completati il, costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

1.1.2.1.5.4 Requisiti di accettazione

Le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n°5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR 69 – 1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in sito sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm, ciò potrà essere ottenuto con l'applicazione della formula di trasformazione di cui punto 1.1.1.2 della presente sezione, oppure con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il valore del modulo di deformazione (CNR- 146 – 1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

1.2 STRATO DI BASE

1.2.1 Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali")), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in

opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

1.2.1.1 Inerti.

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 (“Norme per l’accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”) e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 - (“Norme per l’accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), con l’avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R. B.U. n. 34 (del 28-3-1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

1.2.1.2 Legante.

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati “A” e “B”.

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo “A”, salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume “B” (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L..

TABELLA “BITUMI DI BASE”		BITUME “A”	BITUME “B”
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE	VALORE
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	65 85	85 105
Punto di rammollimento	C / K	48-54/321-327	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-8 / 265	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298°K, min.	cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.	%	+/- 0,5	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	220 - 400	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,4 – 0,8	0,2 – 0,6
Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)			
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	700 - 800	500 - 700
Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s	%	≤ 70	≤ 75
Variazione del Punto di rammollimento	C / K	≤ +8 / ≤ 281	≤ + 10 / ≤ 283

L' indice di penetrazione, dovrà calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = 20 u - 500 v / u + 50 v$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25°C.).

1.2.1.3 Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

Passante: % totale in peso

Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20
Setaccio 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburi dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 -1991;

1.2.1.4 Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

1.2.1.5 Posa in opera delle miscele.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o

alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

1.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

1.3.1 Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

1.3.1.1 Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

- Per strati di collegamento (BINDER):

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

- Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953; ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5$ mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il $6 \div 8\%$ di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

1.3.1.2 Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo "A" e "B" riportato nel punto 1.2.1.2 della presente Sezione.

1.3.1.3 Miscele

1) Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante: % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	$65 \div 100$
Crivello 10	$50 \div 80$
Crivello 5	$30 \div 60$
Setaccio 2	$20 \div 45$
Setaccio 0,4	$7 \div 25$

Setaccio 0,18
Setaccio 0,075

5 ÷ 15
4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) *Strato di usura*. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante: % totale in peso	Passante: % totale in peso
	Fuso tipo "A"	Fuso tipo "B"
Crivello 20	100	--
Crivello 15	90 – 100	100
Crivello 10	70 – 90	70 – 90
Crivello 5	40 – 55	40 – 60
Setaccio 2	25 – 38	25 – 38
Setaccio 0,4	11 – 20	11 – 20
Setaccio 0,18	8 – 15	8 – 15
Setaccio 0,075	6 – 10	6 – 10

Il legante bituminoso tipo "A" dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate).

Il fuso tipo “A” dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.

Il fuso tipo “B” dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di “tipo spezzata”, utilizzando il fuso “A” di cui sopra, con l’obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al $10\% \pm 2\%$.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato

prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

1.3.1.4 Controllo dei requisiti di accettazione.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

1.3.1.5 Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

1.3.1.6 Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con

1' Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidità e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (Δ %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti."

1.3.1.7 Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di Pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettilineo-clotoidale, rettilineo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbente).

1.3.1.7.1 Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati al punto 1.3.1.1 del presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0.44;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall

che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

1.3.1.7.3 Legante

Il legante per tale strato di usura, dovranno essere del tipo modificato e presentare le seguenti caratteristiche:

Legante “E” : legante tipo “B” + 2% polietilene a bassa densità + 6% stirene butadiene stirene a struttura radiale

CARATTERISTICHE	UNITÀ'	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	35 - 45
Punto di rammollimento	K	333+343
Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 2

Legante “F” : legante tipo “B” + 6% polietilene cavi (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene butadiene stirene a struttura radiale

CARATTERISTICHE	UNITÀ'	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	50 - 70
Punto di rammollimento	K	328-343
Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 1.8

1.3.1.7.3 Miscele

Sono previsti tre tipi di miscele, denominate rispettivamente: "granulone", l'intermedio" e "monogranulare", che dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati qui di seguito:

Passante totale in peso %

Serie crivelli e setacci UNI	Fuso A “Granulone”	Fuso B “Intermedio”	Fuso C “Monogranulare”,
Crivello 20	100	100	100

crivello 15		80 - 100	90 - 100	100
crivello 10		15 - 35	35 - 50	85 - 100
crivello 5		5 - 20	10 - 25	5 - 20
setaccio	2	0 - 12	0 - 12	0 - 12
setaccio	0,4	0 - 10	0 - 10	0 - 10
setaccio	0,18	0 - 8	0 - 8	0 - 8
setaccio	0,075	0 - 6	0 - 6	0 - 6

Il tenore di legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Le caratteristiche prestazionali di ciascun tipo di miscela sono le seguenti:

- drenabilità ottima: miscela “granulone” (fuso A)
- drenabilità elevata: miscela “intermedio” (fuso B)
- drenabilità buona: miscela “monogranulare” (fuso C)

Le tre miscele favoriscono tutte una elevata fonoassorbenza; la Direzione Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita “tubo di Kundt” su carote del diametro di 10 cm prelevate in sito.

Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento “ α ” in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbimento (α)
400 – 630	$\alpha > 0,15$
800 – 1600	$\alpha > 0,30$
2000 – 2500	$\alpha > 0,15$

Il controllo dovrà essere effettuato anche mediante rilievi in sito con il metodo dell'impulso riflesso, comunque dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso con una incidenza radente di 300 i valori di α dovranno essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbimento α
400 - 630	$\alpha > 0,25$
800 - 1250	$\alpha > 0,50$
1600 - 2500	$\alpha > 0,25$

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR 30 - 73), eseguita a 333 K su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 kg per conglomerato con Fuso "A" e 600 kg per quelli con Fusi "C" e "B".
- Il valore del modulo di rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 200 per il Fuso "A" ed a 250 per i Fusi "B" e "C"; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 - 73) nei limiti di seguito indicati:

miscela "granulone" ,	(fuso A)	16% - 18%
miscela "intermedio"	(fuso B)	14% - 16%
miscela "monogranulare"	(fuso C)	12% - 14%

I provini per le misure di stabilità e rigidezza e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

Inoltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova "Brasiliana") (CNR 97 - 1984).

I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

Temperatura di prova	283 K	298 K	313 K
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	0.70 - 1.10	0.25 - 0.42	0.12 - 0.20
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥ 55	≥ 22	≥ 12

1.3.1.7.4 Confezione e posa in opera del conglomerato

Valgono le prescrizioni di cui al punto 1.3.1.5 della presente Sezione, con l'avvertenza che il tempo minimo di miscelazione non dovrà essere inferiore a 25 s.

La temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra 413 e 423 K per le miscele ottenute con legante bituminoso di tipo "E".

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (CNR 40 - 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

Il coefficiente di permeabilità a carico costante (Kv in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$K_v = 15 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s}$ (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm² e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 12 dm³/min per la miscela del fuso "A" e maggiore di 8 dm³/min per le miscele dei fusi "B" e "C".

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/m² 0,6 e 2,0, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

1.4 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

1.4.1 Generalità

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatare delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

1.4.1.1 Trattamento con emulsione a freddo.

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e dm³ 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dm³ 8 di graniglia da mm 5 a mm. 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di

emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

1.4.1.2 Trattamento con bitume a caldo

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m² di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m³ 1,20 per 100 m², dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Ente si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

1.4.1.3 Trattamento a caldo con bitume liquido.

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione $100 \div 120$ e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da

bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R del 1957 .

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C .

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso il Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m² previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto, che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

1.4.1.4 Materassino antivibrante elastomerico su sede ferroviaria

Ove indicato nei grafici di progetto e' prevista la posa di un materassino antivibrante elastomerico di poliuretano cellulare, posto in opera sotto binario con ballast, impiegato per la mitigazione delle vibrazioni e rumori prodotti dal trasporto su rotaia nelle linee metrotranviarie, allo scoperto, a scartamento ridotto.

Il pannello sara' realizzato da schiuma poliuretanica della lunghezza pari alla larghezza del binario e con spessore 19 mm; sara' posizionato ed incollato sul fondo e sulle pareti del piano di piattaforma sottostante con idoneo adesivo.

Prima della posa in opera del materassino, il piano di piattaforma dovrà essere accuratamente pulito per rimuovere qualsiasi tipo di materiale.

Il materiale prescelto, prima del suo impiego dovrà essere sottoposto, con esito favorevole a specifiche prove di accettazione, inoltre preventivamente all'impiego del suddetto, dovranno essere condotti studi e indagini dei fenomeni vibrazionali che presiedono alla progettazione degli interventi antivibranti.

Lo studio consiste nel determinare adeguate grandezze di sintesi che possano fornire indicazioni circa gli effetti attesi dai provvedimenti mitigativi adottabili in sorgente, per ogni possibile combinazione di carichi in transito, rappresentate dalla consistenza dei materiali, dalla tipologia dell'armamento e dai diversi livelli di difettosità geometrica, ma anche dal mutuo accoppiamento dei due sistemi.

Agli effetti della caratterizzazione meccanica necessaria per determinare sperimentalmente la rispondenza del materiale alle caratteristiche elastiche e dissipative prescritte dal progetto, si dovrà fare integrale riferimento alla Norma UNI 10570 - Giugno 1997.

Le grandezze interessate per le prestazioni sono:

- rigidità quasi-statica secante $C_{stat} = 0,06 \text{ N/mm}^3 \pm 15 \%$ (secondo DB 918071-1)
- rigidità dinamica C_{dyn} secondo scheda tecnica
- attenuazione delle vibrazioni alla frequenza del disturbo $f_s = 63 \text{ Hz}$, $dB = - 17.60$

- peso 7.50 kg/mq
- Infiammabilità classe B2 secondo DIN 4102

Le prove dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale o comunque accettato dalla Stazione Appaltante, alla presenza del Direttore dei Lavori per conto del Committente o suo rappresentante. Tutti i valori misurati durante le prove sui materiali, dovranno essere contenuti nelle tolleranze prescritte dalla suddetta Norma.

Nel prezzo sono compresi tutti i materiali e tutti quei lavori necessari per il posizionamento ed il fissaggio dei pannelli alla sottostruttura, alle pareti e a qualsiasi altro supporto e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a regola d'arte.

Sono escluse tutte le strutture in c.a. ed il piano di posa da compensarsi a parte.

1.5 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

1.6 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dall'ANAS

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

1.7 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

1.7.1 Generalità

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti, la messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato, proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

1.7.1.1 Inerti

Le percentuali massime del materiale da riutilizzare non dovranno superare il 50%, il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali.

Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

1.7.1.2 Legante

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto che segue.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

1.7.1.3 Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi):

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm) .

b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0.074).

c = % di aggregato passante al N. 200.

d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11% e 15%.

d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6% e 10%.

d = 0,20 per un passante al N. 200 < 5%.

f = parametro compreso normalmente fra 0,7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

$$P_n = (P_{1n} \pm 0,2)$$

dove P_{1n} è:

$$P_{1n} = Pt - (P_v \times P_r)$$

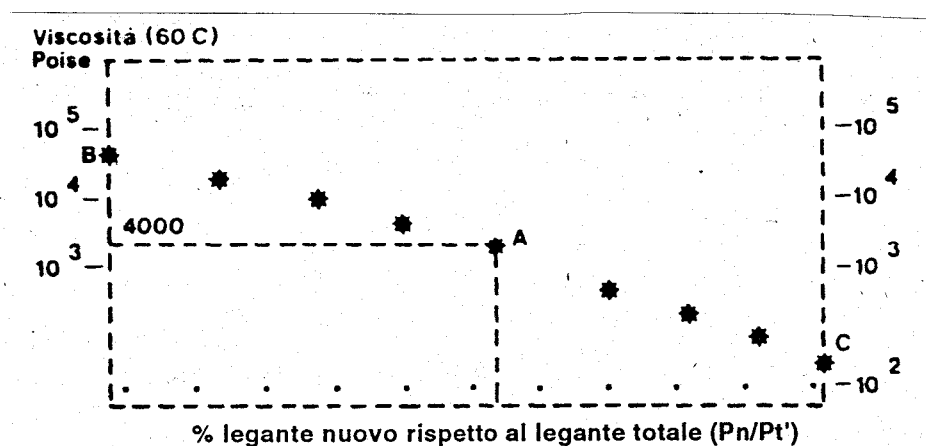
in cui:

P_v = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti).

Pr = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5).

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- la viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4.000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto (b) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.



Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di P_n/P_t ed il valore della viscosità di 4.000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume-rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2.000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo, una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2.000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points et Chaussees" i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (C.N.R. 106-1985).

Il parametro J1 (ricavabile dalla prova CREEP) dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo Jp a 40°C viene fissato il limite superiore di

$$20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$$

da N.s.

1.7.1.4 Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore - mescolatore.

Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a 130°C ÷ 140°C).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

1.7.1.5 Posa in opera delle miscele.

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

1.8 MICROTAPPETI A FREDDO

1.8.1 Generalità

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvida.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

1.8.1.1 Inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;

- perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 - 1973), minore del 18%;
- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.
- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") $\leq 0,015$;
- I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (C.N.R. 95 - 1984);
- La sensibilità al gelo $\leq 20\%$ (C.N.R. 80 - 1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 - 1992)

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R. B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

1.8.1.2 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto precedente potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 32,5).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il Δ PA dovrà essere $\geq 5^{\circ}\text{C}$;
- b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:
- Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%
- c) della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.
- d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014)

1.8.1.3 Miscele

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo Crivelli e setacci UNI		9 mm	6 mm	4 mm
15	Passante: %	100	100	100
10	Passante: %	85 ÷ 100	100	100
5	Passante: %	55 ÷ 75	55 ÷ 80	85 ÷ 100
0,4	Passante: %	14 ÷ 28	14 ÷ 28	22 ÷ 36
0,18	Passante: %	8 ÷ 19	8 ÷ 19	11 ÷ 22
0,0075	Passante: %	4 ÷ 10	5 ÷ 10	6 ÷ 10

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

1.8.1.4 Malta bituminosa

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare il bitume di tipo "semisolido" le cui caratteristiche sono riportate qui di seguito.

L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla D.L.

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale costituiti da "bitumi di base" e "bitumi modificati", così distinti:

"bitumi di base"

I "bitumi di base" sono i medesimi bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione riportati nel punto 1.2.1.2 della presente sezione.

Detti leganti sono denominati "A" e "B".

I "bitumi di base" non rientranti nelle specifiche richieste per i leganti "A" e "B" potranno essere accettati dopo additivazione con attivanti chimici funzionali al fine di riportare le caratteristiche entro i limiti di accettazione senza aggravio di costo per l'Ente appaltante.

L'aggiunta di prodotti chimici correttivi non dovrà essere superiore al 6% in peso riferito al legante da correggere.

Nel caso contrario (ovvero prodotto non accettabile) si dovrà sostituire quello giudicato deficitario (mediante rimozione e scarica a carico dell'Impresa) con altro nuovo prodotto, che sarà sottoposto in seguito a nuovo giudizio da parte della D.L. e/o della Committente.

In ogni modo dette operazioni di rimozione e di ripristino saranno effettuate a totale carico dell'Impresa e sotto il controllo della D.L..

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L..

"bitumi modificati"

I "bitumi modificati" sono bitumi di particolare natura e produzione (utilizzati per uso stradale) ovvero bitumi "elastomerizzati" (residuo della distillazione del petrolio) aventi le caratteristiche indicate nella tabella seguente, e sono utilizzati per trattamenti superficiali a freddo (TSF)

Legante "F" (x) (% di modificante/i (+) = 6% - 8%)

CARATTERISTICHE	UNITÀ'	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	50 60
Punto di rammollimento	C / K	65-75/338-348
Indice di penetrazione		-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-14 / 259
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	80 – 130
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 0,4

- (x) si intendono polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica (SBS-R, EVA, EMA)
 (-) da usare in emulsione con acqua ed agenti emulsionanti
 (+) determinati sul residuo secco.

Nella “malta bituminosa” suddetta dovranno essere impiegati "dopes" (additivi chimici attivanti l'adesione bitume aggregati) particolari e complessi per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela.

Il loro dosaggio (previsto originariamente tra lo 0,4% e lo 0,6 % sul peso del bitume da trattare) ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà individuato in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

1.8.1.5 Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo:		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m ²	13 ÷ 20	8 ÷ 14	6 ÷ 10
Dimensione massima degli inerti	mm	10 ÷ 12	7 ÷ 9	5 ÷ 6
Contenuto di bitume elastomerizzato residuo (% in peso sugli inerti)	%	5,0 ÷ 7,5%	6 ÷ 8%	7 ÷ 10%

1.8.1.6 Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

1.8.1.7 Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei
- Tramoggia del filler
- Dosatore degli aggregati lapidei

- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità d'avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- .- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità ...
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad un'energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o per mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del trattamento superficiale per mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il trattamento superficiale dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommatto leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del trattamento superficiale dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C ed in caso di pioggia.

1.9 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA

1.9.1 Generalità

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa rinforzata impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti chiari naturali o artificiali particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

1.9.1.1 Materiali chiari naturali

Valgono le stesse prescrizioni indicate al punto 1.8.1.1.

1.9.1.2 Materiali artificiali chiari.

Valgono le seguenti prescrizioni.

Gli aggregati chiari artificiali dovranno essere puliti, esenti da polveri o da materiali estranei e rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Micro-Deval in acqua, eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 6% (Norma C.N.R. B.U. n° 109 del 20-12-1985);
- coefficiente di levigatezza accelerata C.L.A. maggiore od eguale a 0,48.
- Le classi granulometriche d/D da impiegarsi dovranno essere le seguenti: $4 \div 8$ e $10 \div 15$, con l'avvertenza che le granulometrie si riferiscono a setacci a maglie quadrate.

Le percentuali delle code di pezzatura dovranno essere, per le parti maggiori di D , inferiori al 5% in peso e per le parti minori di d , inferiori al 10% in peso.

Gli elementi dell'aggregato dovranno avere forma idonea (non eccessivamente allungati o appiattiti).

L'indice di forma dell'aggregato (rapporto percentuale tra la massa degli elementi di forma non idonea e la massa totale del campione di prova) dovrà essere inferiore al 15%.

Ciascun elemento dell'aggregato risulterà di forma non idonea se avrà un coefficiente di forma (rapporto tra la lunghezza L e lo spessore S) $C_f < 3$.

L'indice di appiattimento dell'aggregato (rapporto percentuale tra la somma delle masse degli elementi di forma non idonea di ciascuna frazione granulometrica e la somma delle masse delle frazioni granulometriche costituenti il campione di prova) dovrà essere inferiore al 15%.

Ciascun elemento dell'aggregato risulterà di forma non idonea se avrà un coefficiente di appiattimento (rapporto tra la larghezza D e lo spessore S) $Ca > 1,58$.

L'indice di forma e l'indice di appiattimento saranno determinati secondo le modalità della Norma CNR BU n° 95 del 31-1-1984.

1.9.1.3 Modalità esecutive

Le modalità da seguire per la posa in opera saranno le seguenti:

- Posa in opera di strato di ancoraggio e livellamento dello spessore medio di mm 4.
- Riscaldamento dello strato appena steso con una serie di piastre radianti di potenzialità complessiva pari a 800.000 Kcal/ora, sino alla completa evaporazione dell'acqua.
- Apertura del traffico a velocità controllata.
- Stesa dello strato superiore dello spessore medio di mm. 9.
- Sabbatura con sabbia ricca in filler a protezione della malta dal contatto dei pneumatici delle macchine operative.
- Rullatura con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito di piastra riscaldante per favorire la risalita dell'acqua e per una sua prima parziale eliminazione.
- Riscaldamento con la solita piastra sino alla completa eliminazione dell'acqua.
- Apertura al traffico a velocità controllata.

1.10 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o diorite o leucitite o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori, e posti in opera come specificato in seguito; comunque si farà riferimento alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", fascicolo n. 5 C.N.R. Ed. 1954.

1.10.1 Materiali.

Ferma restando la possibilità di usare materiali di qualsiasi provenienza, purché rispondenti ai requisiti di cui sopra, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido dell'Alto Adige.

La sabbia per la formazione del letto di posa e per il riempimento dei giunti, dovrà corrispondere ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei

pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali” del CNR Fasc. 4 – 1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l’80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

1.10.2 Posa in opera

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione in precedenza predisposta e con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore sciolto minimo di cm 6, massimo di cm 10.

I cubetti saranno posti in opera secondo la caratteristica apparecchiatura ad archi contrastanti con angolo al centro di 90°, raccolti in corsi o filari paralleli, in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta.

Lungo gli archi, gli elementi dovranno essere disposti in modo che quelli a dimensioni minori siano alle imposte e vadano regolarmente aumentando di dimensioni verso la chiave.

Per i cubetti di porfido dell'Alto Adige si useranno come piani di posa e di marcia le due facce parallele corrispondenti alle fessurazioni naturali della roccia, per gli altri si dovrà scegliere come faccia di marcia quella più regolare.

Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. La battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno Kg 20.

Il pavimento verrà coperto, dopo le prime battiture, con un sottile strato di sabbia fine, che verrà fatta penetrare, mediante scope ed acqua, in tutte le connessioni, in modo da chiuderle completamente.

L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo avere corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, con materiale sano.

La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato, cosicché i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso, gli archi perfettamente regolari e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione dei Lavori e non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata longitudinalmente sul manto.

1.10.3 Sigillature dei giunti

Il lavoro dovrà essere eseguito, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori, dopo non meno di 10 giorni di transito sulla pavimentazione. Riparati accuratamente i piccoli cedimenti e le irregolarità eventualmente verificatesi, si procederà alla pulizia delle pavimentazioni mediante getti d'acqua a pressione ed energica scopatura, in modo da ottenere lo svuotamento dei giunti per due o tre centimetri di profondità.

Appena il tratto di pavimentazione così pulita sia asciugato, si procederà alla sigillatura dei giunti, colando negli stessi, con tazze a beccuccio od altri adatti attrezzi, il bitume caldo, avente penetrazione $30 \div 40$.

1.11 Cordoli

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati di norma lunghi 100 cm, salvo nei tratti in curva a piccolo raggio o casi particolari per i quali la Direzione Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m^3 di sabbia.

3.0 SPECIFICA DI CONTROLLO

2.0.1 Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di pavimentazioni costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

3.1 STRATI DI FONDAZIONE

2.1.1 - Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

2.1.1.1 Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- a) granulometria compresa del fuso riportato 1.1.1.1 e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti;
- b) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature con perdita in peso inferiore al 30%;
- f) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR - UNI 10009) di cui al successivo comma.

- f) indice di portanza CBR (CNR - UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.

- g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1979).

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 - 35.

2.1.1.2 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando i campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

2.1.1.2.1 Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio riportate al punto 2.1.1.1.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

L'indice di portanza CBR verrà effettuato ogni 500 m² di strato di fondazione realizzato.

2.1.1.2.2 Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, per ogni singolo strato posto in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore ai 80 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada o carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.
- Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

2.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

2.1.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

2.1.2.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare per la realizzazione della miscela saranno assoggettati alle seguenti prove:

- a) granulometria compresa nel fuso riportato al punto 1.1.2.1.1 ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971);
- b) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- c) prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) con perdita in peso non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) compreso fra 30- 60;
- e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

2.1.2.1.2 Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

Dovranno soddisfare ai requisiti di legge e alle prescrizioni riportate nel punto 1.4.1 della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

2.1.2.1.3 Acqua

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 - 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

2.1.2.1.4 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento

dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello $51 \pm 0,5$ mm, peso pestello $4,535 \pm 0,005$ Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

2.1.1.2 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

2.1.1.2.1 Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio, riportate nel punto 2.1.2.1.1.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

Le caratteristiche di resistenza ogni 500 m² di strato di fondazione realizzato.

2.1.1.2.2 Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera, non dovrà essere inferiore ai 150 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada e nel caso di strada a due carreggiate per ogni carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.
- Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

2.2 STRATO DI BASE

2.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

2.2.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

- a) granulometria : la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato al punto 1.2.1.1.
- b) prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) con perdita in peso sulle singole pezzature non superiore al 25 % in peso;
- c) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) superiore a 50;
- d) granulometria degli additivi (eventuali): che dovranno soddisfare i seguenti requisiti:
 - setaccio UNI 0,18 (ASTM n° 80): passante in peso 100%
 - setaccio UNI 0,18 (ASTM n° 80): passante in peso 90%

2.2.1.2 Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.2.1.2 del presente Capitolato.

2.2.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L' Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 -1991;

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

2.2.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

2.2.1.5 Prove di laboratorio

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;
- la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliatura (C.N.R. 138 –1992);
- le caratteristiche del legante bituminoso.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

2.2.1.6 Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

2.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

2.3.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

2.3.1.1 Inerti

Per strati di collegamento (BINDER):

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto 1.3.1.3;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, con perdita in peso inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

- Per strati di usura:

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto 1.3.1.3;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, con perdita in peso inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953;

ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5$ mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il $6 \div 8\%$ di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

2.3.1.2 Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere preferibilmente di penetrazione $60 \div 70$ salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati al punto 1.2.1.2 per il conglomerato bituminoso di base.

2.3.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L' Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

1) Strato di collegamento (binder):

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidezza, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- b) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

2.3.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

2.3.1.5 Prove di laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni previste al punto 2.2.1.5 del presente Capitolato.

2.3.1.6 Prove in sito

Valgono le stesse prescrizioni previste al punto 2.2.1.6 del presente Capitolato.

2.4 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

2.5 MICROTAPPETI A FREDDO

2.5.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

2.5.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

a) granulometria : la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato al punto 1.8.1.3;

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;

- prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), con perdita in peso minore del 18%;
- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.
- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") $\leq 0,015$;
- I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (C.N.R. 95 - 1984);
- La sensibilità al gelo $\leq 20\%$ (C.N.R. 80 -1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 -1992)

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il Δ PA dovrà essere $\geq 5^{\circ}\text{C}$;
- b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:
 - Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%
- c) della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.
- d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014).

2.5.1.2 Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.8.1.4 del presente Capitolato.

2.5.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

2.5.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

2.5.1.5 Prove di laboratorio

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato ai punti 1.8.1.4 e 2.5.1.1) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- le caratteristiche del legante bituminoso;

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

2.5.1.6 Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato ogni 500 m di strada o carreggiata.

2.6 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA

2.6.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

2.6.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare nel caso di materiali naturali chiari valgono le stesse prescrizioni indicate nel punto 2.5.1.1.

Nel caso di materiali artificiali chiari, si dovranno effettuare le prove riportate 1.9.1.2.

2.6.1.2 Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.8.1.4 del presente Capitolato.

2.6.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

2.6.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

2.6.1.5 Prove di laboratorio

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato ai punti 1.8.1.4 e 2.5.1.1) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- le caratteristiche del legante bituminoso;

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

2.6.1.6 Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata.

2.7 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o diorite o leucitite o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori, e posti in opera come specificato in seguito; comunque si farà riferimento alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", fascicolo n. 5 C.N.R. Ed. 1954.

2.7.1 Materiali.

I materiali costituenti i cubetti saranno sottoposti alle prove riportate nel fascicolo CNR n°5 "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali" del CNR Fasc. 4 – 1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l'80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

Tali prove dovranno essere condotte in fase preliminare per la qualificazione dei materiali, in fase esecutiva le medesime saranno condotte con frequenza settimanale e comunque ogni 500 m2 di pavimentazione realizzata.

2.7.2 Posa in opera

La posa in opera dei cubetti dovrà essere effettuata secondo le indicazioni riportate nel punto 1.10.2 del presente Capitolato.

2.7.3 Sigillature dei giunti

Il lavoro dovrà essere effettuato secondo le indicazioni riportate nel punto 1.10.3 del presente Capitolato.

Il bitume da impiegare dovrà avere penetrazione 30 – 40.

La frequenza dei controlli sarà analoga a quella prevista al punto 2.2.1.2.

2.8 Cordoli

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

Cordoli realizzati in opera

Per questa tipologia, si dovrà procedere al prelievo di campioni di calcestruzzo con una frequenza e quantità, da soddisfare le indicazioni riportate ai punti 1.5 e seguenti, 1.6 e seguenti della sezione “calcestruzzi” del presente Capitolato.

Cordoli prefabbricati

Ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà comunque essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m³ di sabbia.

1.4.1.4 Materassino antivibrante elastomerico su sede ferroviaria

Ove indicato nei grafici di progetto e' prevista la posa di un materassino antivibrante elastomerico di poliuretano cellulare, posto in opera sotto binario con ballast, impiegato per la mitigazione delle vibrazioni e rumori prodotti dal trasporto su rotaia nelle linee metrotranviarie, allo scoperto, a scartamento ridotto.

Il pannello sara' realizzato da schiuma poliuretana della lunghezza pari alla larghezza del binario e con spessore 19 mm; sara' posizionato ed incollato sul fondo e sulle pareti del piano di piattaforma sottostante con idoneo adesivo.

Prima della posa in opera del materassino, il piano di piattaforma dovra' essere accuratamente pulito per rimuovere qualsiasi tipo di materiale.

Il materiale prescelto, prima del suo impiego dovra' essere sottoposto, con esito favorevole a specifiche prove di accettazione, inoltre preventivamente all'impiego del sudetto, dovranno essere condotti studi e indagini dei fenomeni vibrazionali che presiedono alla progettazione degli interventi antivibranti.

Lo studio consiste nel determinare adeguate grandezze di sintesi che possano fornire indicazioni circa gli effetti attesi dai provvedimenti mitigativi adottabili in sorgente, per ogni possibile combinazione di carichi in transito, rappresentate dalla consistenza dei materiali, dalla tipologia dell'armamento e dai diversi livelli di difettosità geometrica, ma anche dal mutuo accoppiamento dei due sistemi.

Agli effetti della caratterizzazione meccanica necessaria per determinare sperimentalmente la rispondenza del materiale alle caratteristiche elastiche e dissipative prescritte dal progetto, si dovra' fare integrale riferimento alla Norma UNI 10570 - Giugno 1997.

Le grandezze interessate per le prestazioni sono:

- rigidezza quasi-statica secante $C_{stat} = 0,06 \text{ N/mm}^3 \pm 15 \%$ (secondo DB 918071-1)
- rigidezza dinamica C_{dyn} secondo scheda tecnica
- attenuazione delle vibrazioni alla frequenza del disturbo $f_s = 63 \text{ Hz}$, $\text{dB} = - 17.60$
- peso 7.50 kg/mq
- Infiammabilità classe B2 secondo DIN 4102

Le prove dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale o comunque accettato dalla Stazione Appaltante, alla presenza del Direttore dei Lavori per conto del Committente o suo rappresentante. Tutti i valori misurati durante le prove sui materiali, dovranno essere contenuti nelle tolleranze prescritte dalla suddetta Norma.

Nel prezzo sono compresi tutti i materiali e tutti quei lavori necessari per il posizionamento ed il fissaggio dei pannelli alla sottostruttura, alle pareti e a qualsiasi altro supporto e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a regola d'arte.

Sono escluse tutte le strutture in c.a. ed il piano di posa da compensarsi a parte.

SEZIONE 16

- BARRIERE E PARAPETTI -

INDICE

1.0	Generalità
1.1	Caratteristiche delle barriere di sicurezza in acciaio
1.2	Caratteristiche dei parapetti metallici
1.3	Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere
1.4	Barriere di sicurezza tipo "NEW JERSY"
1.4.1	Generalità
1.4.2	Descrizione delle opere
1.4.3	Barriere "NEW JERSY" in conglomerato cementizio
1.4.4	Barriere "NEW JERSEY" in acciaio
1.5.	Rivestimento impalcati (parapetti) in G.F.R.C
1.5.1	Generalita'
1.5.2	Descrizione delle opere

1.0 Generalità

Le barriere di sicurezza stradali verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade a protezione di specifiche zone, secondo le caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste dal progetto e previo le disposizioni che impartirà la D.L. (dopo l'approvazione del progetto esecutivo).

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 03-06-1998:

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

- 1) Circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell' 11-7-1987 ;
- 2) Decreto del Ministero LL.PP in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223;
- 3) Circolare Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995;
- 4) Circolare Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996;
- 5) Circolare Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996;
- 5) Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996;
- 6) D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996;
- 7) Decreto del Ministero LL.PP in data 03-06-1998;
- 8) Decreto del Ministero LL.PP in data 11-06-1999;
- 9) Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000.

Il livello di contenimento “Lc” e l’indice di severità dell’accelerazione “ASI” previsti per verificare l’efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 03-06-1998), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazione ufficiali pronunciate dal succitato Decreto, con “certificazioni di prove d’impatto al vero” (crasch-test) eseguite presso i Laboratori Ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (circolare LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996 e Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000).

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni.

Nel caso di "barriere stradali di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare oltre le disposizioni tecniche sopra elencate anche le norme previste dal D.M. del Ministero dei LL.PP. 4 Maggio 1990, punto 3.11 "Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio" e dovranno appartenere alla classe "H4a,b" (ex B3).

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, ecc., muri di sostegno) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti .

Le barriere ed i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. del 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni, ed a norma delle disposizioni ed istruzioni sopra elencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà peraltro: le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale ed i materiali da impiegare nel rispetto delle norme di Legge vigenti.

1.1 Caratteristiche delle barriere di sicurezza in acciaio

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a cm 70 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di mm. 3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm. 300, sviluppo non inferiore a mm. 475, modulo di resistenza non inferiore a cm^3 25.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm. 32. I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm 80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm 6, lunghezza non inferiore a m 1,65 per le barriere centrali e m 1,95 per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di m 0,95 per le barriere centrali e m 1,20 per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a m 3,60.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose od altro, previa approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente almeno un $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ e delle dimensioni fissate dal progetto.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di cm 30; profondità non inferiore a cm 15; spessore minimo di mm 2,5, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del "tipo europeo".

I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni mm 45x100 e di spessore mm 4.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m^2 per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento

delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla D.L. anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di Elenco.

Le sopracitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

1.2 Caratteristiche dei parapetti metallici

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. del LL.PP. 4 maggio 1990 - punto 3.11 -.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà fare riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali comunque richiamate dal predetto D.M..

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere.

L'interasse dei sostegni è indicato nella corrispondente voce di Elenco.

Per ogni singolo manufatto, si dovrà fornire in progetto un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della D.L..

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla Direzione dei Lavori altrettanto pure il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2,4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

1.3 Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere

Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali e sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni), dovranno essere eseguite, come previsto dalle Circolari del Ministero LL.PP del 15-10-1996 e del 06-04-2000, presso i sottoelencati istituti autorizzati:

- il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni -Centro rilevamento dati sui materiali di Fiano Romano della società Autostrade S.p.a.;
- il Laboratorio L. I. E. R., Laboratoire d'essais INRETS - Equipments de la Route, con sede in D29 Route de Crémieu B.P. 352 69125 Lyon Satolas Aeroport – Francia;
- TÜV BAYERN SACHSEN E. V. – Institut für Fahrzeugtechnik GmbH, con sede in Daimlerstraße, 11 D-85748 GARCHING (Repubblica Federale Tedesca).

1.4 Barriere di sicurezza tipo "NEW JERSEY"

1.4.1 Generalità

Le barriere di sicurezza tipo "New Jersey" stradali potranno essere installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade a protezione di specifiche zone.

Dette barriere saranno realizzate secondo le caratteristiche tecniche costruttive e le modalità previste dal progetto esecutivo e preventivamente approvato dalla D.L..

Inoltre saranno fornite e messe in opera dall' Impresa, sotto le direttive e le disposizioni che impartirà la D.L., dopo l'approvazione del progetto stesso, redatto a carico dell' Impresa.

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni del D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni.

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, dette barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni:

- 1) Decreto del Ministero LL.PP. in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223 ;
- 2) Circolare. Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995,
- 3) Circolare. Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996,
- 4) Circolare. Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996,
- 5) Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996.
- 6) D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996 ,
- 7) Decreto del Ministero LL.PP in data 03-06-1998;
- 8) Decreto del Ministero LL.PP in data 11-06-1999;
- 9) Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000.

Nel caso di "barriere di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.), le stesse dovranno soddisfare oltre che alle disposizioni tecniche sopra elencate anche alle norme previste dal D.M. del Ministero dei LL.PP. 4 maggio 1990, punto 3.11 "Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio", e dovranno appartenere alla classe "H4a,b" (ex B3).

Le barriere di sicurezza tipo "New Jersey" devono assicurare, sia l'inalicabilità e sia il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

1.4.2 Descrizione delle opere

Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo o in metallo con profilo New Jersey possono essere utilizzati nello spartitraffico centrale, nelle protezioni laterali, quali ponti o viadotti esistenti, di nuova costruzione, o ampliati.

Nello spartitraffico, a seconda della sua struttura o dimensione, si potrà utilizzare il tipo "monofilare" o "bifilare" poggiando gli elementi direttamente al suolo e collegandoli tra loro con una piastra d'acciaio al piede, nel caso di bifilari, con una piastra al piede ed in testa o un'altra piastra oppure con una barra "diwidag" con manicotto nel caso di monofilari.

Sulle opere d'arte stradali (ponti, viadotti, muri di sostegno, ecc.) potranno essere impiegate barriere "a profilo geometrico tipo New Jersey", a struttura metallica, aventi un peso proprio contenuto (non superiore a 150 Kg/m), rispetto a quelle in calcestruzzo (le quali registrano un peso proprio medio di circa 840 Kg/m), in special modo ove rimane difficoltoso, gravoso ed oneroso intervenire con idonea "riqualificazione" strutturale delle solette e/o delle travi di bordo.

1.4.3 Barriere "NEW JERSY" in conglomerato cementizio

Esse avranno la sezione indicata nella relativa voce di Elenco e saranno realizzate in conglomerato cementizio, anche debolmente armato, di adeguata composizione e resistenza o in elementi prefabbricati, ovvero con il metodo della estrusione gettati in opera.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere "NEW JERSY" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed, in particolare, i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

Saranno fornite e messe in opera dall'Impresa secondo le indicazioni e le caratteristiche tecniche costruttive previste dal progetto esecutivo e previo le disposizioni che impartirà in proposito la Direzione dei Lavori.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori lo studio preliminare della composizione del conglomerato cementizio e della eventuale armatura, da effettuarsi presso Laboratori Ufficiali, in base alla natura ed alla granulometria dei materiali da impiegare, fornendo adeguata giustificazione della proposta.

Il calcestruzzo, comunque, dovrà presentare un valore della resistenza a compressione (R_{cK}) non inferiore a 30 N/mm².

Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per ogni rifinitura e per la predisposizione delle zone di approccio alla barriera, salvo la posa in opera delle barriere che sarà pagata con l'apposito prezzo di elenco.

In corrispondenza dei giunti degli elementi prefabbricati, nonché degli alloggiamenti per il fissaggio su opere d'arte, cordoli o simili, dovranno essere eliminate eventuali discontinuità mediante installazione di elementi durevoli, atti a realizzare la continuità della superficie e capaci di resistere alle sollecitazioni dovute al rotolamento dei pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere "NEW JERSEY" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed in particolare i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

1.4.4 Barriere "NEW JERSEY" in acciaio

Esse avranno la sezione indicata nella relativa voce di Elenco e saranno e saranno fornite e messe in opera dall'Impresa secondo le indicazioni e le caratteristiche tecniche costruttive previste dal progetto esecutivo e previo le disposizioni che impartirà in proposito la Direzione dei Lavori.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere "NEW JERSEY" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed in particolare i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

Esse avranno una struttura metallica prefabbricata con profilo geometrico tipo "New Jersey", costituita da elementi modulari metallici, in acciaio zincato non inferiori al tipo Fe 360 B collegati tra loro tramite cerniere od altri dispositivi, adatti ad un effetto "catenaria" in caso d'urto di veicolo.

Superiormente agli elementi modulari saranno posizionati i corrimano, in tubolari d'acciaio non inferiori al tipo Fe 510 B, zincati a caldo, aventi una sezione (nominale) di non meno 14 cm.

Tubolari sostenuti da opportuni montanti verticali in acciaio zincato rastremati e/o sagomati.

Detti elementi modulari avranno sistemi e dispositivi "duttili" di collegamento, per l'ancoraggio al piano d'appoggio (marciapiede o pertinenza laterale), costituiti da tasselli in acciaio ad alta resistenza di classe 8.8, zincati a caldo, (es.: tipo LIEBIG ULTRAPUS filettatura M20x360 mm o tipo HILTI HUC-1 filettatura M20x360 od altri tasselli equivalenti idonei e congruenti).

I tasselli d'ancoraggio, posti ad interasse (previsto dal progetto), dovranno essere "duttili" ed in grado di non trasmettere alla struttura del viadotto le sollecitazioni prodotte da veicoli collidenti sulla barriera.

Le barriere metalliche dovranno comunque essere in grado di ridirezionare con sufficiente grado di sicurezza i veicoli in urto sulla barriera.

In corrispondenza dei giunti degli elementi prefabbricati, nonché degli alloggiamenti per il fissaggio su opere d'arte, cordoli o simili, dovranno essere eliminate eventuali discontinuità mediante installazione di elementi durevoli, atti a realizzare la continuità della superficie e capaci di resistere alle sollecitazioni dovute al rotolamento dei pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale.

Gli elementi modulari metallici della barriera potranno essere chiusi sul lato esterno, per motivi d'impatto ambientale, con mantello (leggero) in lamiera d'acciaio zincata eventualmente verniciata per motivi d'impatto ambientale.

Comunque la barriera stradale metallica a profilo "New Jersey" (per viadotti ed opere d'arte stradali), non dovrà superare il peso unitario di 150 Kg/ml, e dovrà essere del tipo "H4a,b" (ex B3).

La relativa voce di elenco potrà prescrivere, anche parzialmente, le caratteristiche tecniche costruttive previste dal progetto esecutivo ed indicherà gli eventuali oneri aggiuntivi previsti per la realizzazione e posa in opera.

Detta barriera in acciaio dovrà avere lo scopo di ridurre considerevolmente le sollecitazioni, indotte sulle mensole laterali e/o cordoli di bordo, delle suddette opere d'arte stradale.

Inoltre dette barriere metalliche potranno essere, ove la riqualificazione strutturale degli impalcati risulti particolarmente onerosa, di adeguata composizione e resistenza e saranno realizzate da elementi prefabbricati modulari (di appropriata lunghezza, peraltro prevista dal progetto) e comunque saranno installate in opera secondo e le prescrizioni progettuali e le indicazioni dettate dalla Direzione dei lavori.

1.5 Rivestimento impalcati (parapetti) in G.F.R.C

1.5.1 Generalità

I pannelli in G.F.R.C sagomati come da elaborati di progetto, saranno installati sui bordi dell'impalcato dei viadotti.

Detti pannelli saranno realizzate secondo le caratteristiche tecniche costruttive e le modalità previste dal progetto e preventivamente approvato dalla D.L..

Inoltre saranno fornite e messe in opera dall' Impresa, sotto le direttive e le disposizioni che impartirà la D.L., dopo l'approvazione del progetto stesso, redatto a carico dell' Impresa.

1.5.2 Descrizione delle opere

I pannelli in G.F.R.C. (Glas, Fibre, Reinforced; Concrete) saranno realizzati con finitura esterna a vista in cemento, colore grigio naturale, liscio a fondo cassero. Gli elementi si intendono eseguiti con la tecnologia "Single Skin" e saranno supportati da telai metallici opportunamente disegnati e dimensionati. Lo "Skin" in G.F.R.C. si intende eseguito in un unico spessore minimo 12-15 mm, composto di malta cementizia ad elevata resistenza e fibre di vetro del tipo alcalino resistenti con applicazione a spray.

Il telaio metallico di supporto è realizzato mediante composizione di elementi metallici protetti mediante zincatura e verniciatura. E' compresa anche la fornitura e posa in opera dei necessari inserti da inserire nella struttura dell'impalcato o nei pannelli in G.F.R.C., necessari al fissaggio del telaio di supporto e all'esecuzione del rivestimento.

E' onere a carico dell'impresa la progettazione esecutiva del rivestimento, compreso il dimensionamento del telaio metallico di supporto, la determinazione dei relativi fissaggi e quanto altro necessario alla realizzazione dell'opera.

E' inoltre compreso l'onere della sigillatura dei giunti esterni del tipo "testa-testa" mediante sigillante a basso modulo colore a scelta dell'DL, previa pulizia dei giunti ed applicazione di primer dei fissaggio.

Tutti gli oneri montaggio e sollevamento materiali a qualsiasi altezza, nonchè per lo scarico, immagazzinaggio e movimentazione dei materiali stessi; tutte le finiture, eventuali tagli e modellazioni dei pannelli nonchè le relative chiusure; ogni altro onere, nessuno escluso, per dare il lavoro completo ed eseguito a regola d'arte e secondo gli elaborati di progetto.

La valutazione sarà effettuata a metro quadrato di rivestimento eseguito, con misurazione della faccia bagnata del cassero.

SEZIONE 17

- MANUFATTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA -

INDICE

- 1.0. Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata
- 2.0. Montaggio dei manufatti
- 2.1 Tombini ad elementi incastrati o imbullonati
- 2.2. Condotte portanti a piastre multiple
- 2.3 Tubi perforati per drenaggi
- 2.3. Costipamento laterale e riempimento
- 3.0. Controlli

1.0. Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante in lamiera di acciaio ondulata, con onda normale alla generatrice, a piastre multiple o ad elementi incastrati.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI; dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHO M 167-70 e AASHO M 36-70 e dovrà avere un contenuto in rame non inferiore allo 0,20%, e non superiore allo 0,40%, ed avere un carico unitario di rottura non minore di 340 MPa; sarà protetto su entrambe le facce da zincatura applicata a caldo, dopo l'avvenuto taglio e piegature dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

L'Impresa per ogni singolo manufatto dovrà richiedere al prefabbricatore, che operi in regime di assicurazione di qualità, secondo quanto stabilito dall'art. 9 della legge 05/11/71 n. 1086 (NTC DM 14.01.2008), la seguente certificazione e documentazione:

- una certificazione del produttore attestante la qualità dell'acciaio e la quantità di zinco applicata su ciascuna faccia;
- il progetto esecutivo dell'opera, adattato alla situazione effettiva del luogo, con le caratteristiche geometriche, lo spessore delle lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio;
- una relazione di calcolo con la verifica della stabilità statica della struttura in funzione delle dimensioni, delle specifiche condizioni di carico nonché dei carichi accidentali. La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ecc.

Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento realizzato con adeguato mastice bituminoso o asfaltico, avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazione e dovrà corrispondere ad un peso unitario di 1,5 Kg/m² per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero con bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

Tassativamente si prescrive che lo scarico e la movimentazione delle lamiere in cantiere dovrà essere fatta con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto bituminoso.

La condotta metallica dovrà essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in ogni caso si sconsiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso o una piattaforma di conglomerato cementizio.

Il letto di posa sarà sagomato come il profilo del fondo della condotta per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.

Nel caso di terreno a debole portanza si dovrà eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si dovrà poi riempire lo scavo con materiale da rilevato compattandolo convenientemente.

In presenza invece di un fondo roccioso si dovrà interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore. In ogni caso si interporrà tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare asciutta e pulita dello spessore di 10 cm.

Tale strato non sarà compattato per permettere una perfetta aderenza tra condotta e fondo e dovrà essere esteso in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo.

A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche simili, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

2.0. Montaggio dei manufatti

2.1. Tombini ad elementi incastrati o imbullonati

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e $\frac{2}{3}$) e la profondità di mm 12,7 ($\frac{1}{2}$ pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di m 0,61 (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto, dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad “incastro”, il bordo del diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli appositi elementi verranno legati tra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima di m 1,75.

2.2 A piastre multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1 e $\frac{1}{8}$).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a $\frac{3}{4}$ di pollice ed appartenere alla classe 8.8 (Norme UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle.

Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50 ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Peraltro e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio stesso risultare tra 18 e 27.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a “contatto” della struttura metallica.

Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

2.3 Tubi perforati per drenaggi.

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoide.

L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore minimo di mm 1,2 - con tolleranza UNI (Norme UNI 2634) - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 340 N/mm^2 e sarà

protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le Norme UNI 5744-66 e 5745-75 con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

Di norma l'ampiezza dell'onda sarà di mm 38 (pollici $1, \frac{1}{2}$) ed una profondità di mm 6,35 ($\frac{1}{4}$ di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinale con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo.

I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

2.4 Costipamento laterale e riempimento

Il materiale di rinfiacco della condotta dovrà essere compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Dovrà essere posato e compattato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm, disposti in modo che il livello di interrimento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato dovrà soddisfare le indicazioni già riportate alla sezione "Movimenti terra" del presente Capitolato.

Nel corso della fase di costipamento in vicinanza della condotta si dovranno utilizzare preferibilmente pestelli pneumatici per evitare di arrecare danni alla condotta stessa. In ogni caso si consiglia di utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.

Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura dovrà estendersi per almeno tre volte il diametro o la luce della condotta e il terreno impiegato per tale rilevato sarà normalmente costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.

Si dovrà inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un adeguato ricoprimento della struttura che assicuri un'adeguata ripartizione del carico al fine di non generare, nel manufatto, sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.

3.0. Controlli

La Direzione Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione degli elementi componenti i manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate.

Si procederà al collaudo tecnologico per l'accettazione della fornitura dei materiali prelevando, al momento dell'arrivo in cantiere, a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, alla presenza di un rappresentante dell'Impresa stessa, alcuni elementi componenti la fornitura.

Di tale operazione verrà redatto apposito verbale firmato dalle parti.

La frequenza dei prelievi sarà di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto.

Le prove chimiche e meccaniche sugli elementi prelevati, da eseguire a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, presso un laboratorio Ufficiale, dovranno accertare la qualità e la resistenza a rottura dell'acciaio, nonché lo spessore dell'elemento e quello del rivestimento di zinco su entrambe le facce (vedi norma UNI 5742-66), nonché dell'eventuale mastice bituminoso asfaltico.

La Direzione dei Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO_4 nella misura di g 36 ogni g 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475, 1476, 4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposita analisi, presso un Laboratorio ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità.

Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura.

L'Impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita.

Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del $\pm 5\%$.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e avrà constatato la rispondenza dei risultati con le caratteristiche sopra descritte.

In caso di esito negativo la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

I pesi dei manufatti tubolari in lamiera ondulata, in rapporto allo spessore dei vari tipi impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite preventivamente da ogni fabbricante, con una tolleranza di $\pm 4\%$.

Verrà, inoltre, verificato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio e qualora il peso effettivo sia inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Durante la posa in opera, si dovrà verificare che l'appoggio dell'elemento sia costituito da un letto uniforme, omogeneo, stabile, resistente, evitando la posa in opera direttamente su fondo roccioso o su una piattaforma di calcestruzzo, rispettando le indicazioni riportate nel punto 1.0 del presente Capitolato.

Lo stato di addensamento del materiale utilizzato per il rinfilanco, verrà determinato con le stesse modalità riportate alla sezione "Movimenti di Terra" del presente Capitolato.

SEZIONE 18

- OPERE DI CONSOLIDAMENTO -

INDICE

1. Classificazione, definizioni e normative
 - 1.1. Classificazione
 - 1.2. Definizioni
 - 1.3. Normative di riferimento
- 2.0 **TIRANTI DI ANCORAGGIO**
 - 2.1 Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio
 - 2.2 Prove tecnologiche preliminari
 - 2.3 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali
 - 2.4 Materiali ed elementi costruttivi
 - 2.4.1 Acciai e dispositivo di bloccaggio
 - 2.4.2 Armature metalliche
 - 2.4.2.1 Trefoli tipo c.a.p.
 - 2.4.2.2 Barre - Barre in acciai speciali
 - 2.4.3 Apparecchi di testata
 - 2.4.3.1 Dispositivi di bloccaggio
 - 2.4.3.2 Piastre di ripartizione
 - 2.4.4 Miscele di iniezione
 - 2.5 Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione
 - 2.6 Tolleranze geometriche
 - 2.7 Perforazione
 - 2.8 Allestimento del tirante
 - 2.8.1 Iniezione
 - 2.8.1.1 Cementazione di 1^a fase
 - 2.8.1.2 Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati
 - 2.8.1.3 Caratteristiche degli iniettori
 - 2.9 Elementi di protezione
 - 2.10 Tesatura e collaudo
 - 2.11 Protezioni anticorrosive in opera
- 3.0 **BARRE D'ANCORAGGIO E BULLONI**
 - 3.1 Perforazione
 - 3.2 Allestimento dell'ancoraggio
 - 3.3 Iniezione
 - 3.3.1 Iniezione di miscele cementizie
 - 3.3.2 Iniezione di resine
- 4.0 **CHIODI**
- 5.0 **MICRODRENI**
 - 5.1 Generalità
 - 5.2 Caratteristiche dei tubi filtranti
- 6.0 **TRINCEE DRENANTI**
- 7.0 **POZZI DRENANTI**
 - 7.1 Attrezzature
 - 7.2 Esecuzione dei collegamenti tra i pozzi
 - 7.3 Allestimento definitivo dei pozzi
 - 7.3.1 Pozzi drenanti a tutta sezione

- 7.3.2 Pozzi ispezionabili
- 7.3.3 Pozzi drenanti strutturali
- 8.0 TRATTAMENTI COLONNARI
- 8.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali
- 8.2 Prove tecnologiche preliminari
- 8.2.1 Determinazione del diametro medio delle colonne
- 8.2.2 Carotaggi e prove in sito
- 8.3 Caratteristiche minime dei trattamenti
- 8.4 Tolleranze
- 8.5 Miscele cementizie di iniezione
- 8.5.1 Caratteristiche dei componenti
- 8.6 Armatura dei trattamenti colonnari
- 9.0 INIEZIONI
- 9.1. Soggezioni geotecniche ed ambientali
- 9.1.1 Salvaguardia ambientale
- 9.1.2 Controllo degli stati tenso-deformativi
- 9.2 Tolleranze
- 9.3 Materiali
- 9.3.1 Miscele cementizie normali
- 9.3.2 Miscele con cementi microfini
- 9.3.2.1 Caratteristiche dei cementi e dosaggi
- 9.4 Modalità esecutive
- 9.4.1 Esecuzione dei trattamenti
- 9.4.2 Trattamento di impregnazione
- 9.4.3 Trattamenti di intasamento
- 9.4.4 Trattamenti di ricompressione

1. CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE

1.1. CLASSIFICAZIONE

Le opere di cui in appresso sono riferite alla classificazione che segue:

a) Ancoraggi

Gli ancoraggi sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- Tiranti di ancoraggio
- Barre di ancoraggio e bulloni
- Chiodi.

b) Dreni

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- microdreni
- trincee drenanti
- pozzi drenanti.

c) Trattamenti colonnari

I trattamenti colonnari identificano l'esecuzione di colonne di terreno consolidato, ottenute tramite:

- sistemi jetting (jet-grouting)
- mescolazione meccanica.

d) Iniezioni

Le iniezioni identificano le attività, finalizzate al miglioramento ed alla impermeabilizzazione dei terreni e delle rocce, realizzate mediante iniezione di:

- miscele cementizie stabili ed instabili
- miscele con cementi microfini stabili.

1.2. DEFINIZIONI

Tiranti d'ancoraggio

Per tiranti di ancoraggio si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, che in esercizio sono sollecitati a trazione.

Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata).

In tali elementi la sollecitazione di trazione è impressa in tutto, o in parte, all'atto del collegamento con l'opera ancorata.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante.

I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:

- tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (inferiore a due anni);
- tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

Di norma l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p., solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

Barre di ancoraggio e bulloni

Si tratta di elementi strutturali che, in esercizio, sono sollecitati a trazione, e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglienti.

Si tratta quindi di tiranti particolari, i cui elementi caratteristici sono:

- armatura costituita da una singola barra;
- lunghezza in genere limitata;
- solidarizzazione, di norma, per semplice cementazione.

Analogamente ai tiranti di ancoraggio è possibile operare distinzioni in base alle modalità di applicazione degli sforzi di trazione (attivi e passivi) ed in base alla durata di esercizio (provvisori e permanenti).

I bulloni sono generalmente caratterizzati dalla peculiarità di possedere dispositivi di ancoraggio ad espansione meccanica.

Chiodi

Si tratta di ancoraggi tipicamente passivi, costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione da taglio.

I chiodi sono quindi generalmente privi di testa di ripartizione e con l'armatura costituita da:

- barra in acciaio ad aderenza migliorata;
- profilato metallico;
- barra o tubo in vetroresina, con superficie corrugata o scabra.

Microdreni

I microdreni sono costituiti da fori appositamente realizzati nel terreno mediante sonde di perforazione ed attrezzi con tubi parzialmente o totalmente filtranti.

I microdreni possono avere lunghezza variabile ed essere inclinati fino alla quasi orizzontalità, a seconda dello scopo per cui il progetto ne prevede la installazione.

Trincee drenanti

Le trincee drenanti consistono in scavi di sezione prestabilita, riempiti con materiale arido permeabile, di granulometria selezionata. Le trincee sono di norma eseguite lungo le linee di massima pendenza delle scarpate da proteggere. La loro profondità può variare da 4÷5 m a 10÷15 m, per cui le attrezzature di scavo dovranno essere prescelte in base alle esigenze progettuali e alle loro effettive capacità operative.

Il fondo dello scavo dovrà essere adeguatamente impermeabilizzato, mediante posa di canalette in elementi prefabbricati in c.a. oppure impregnando con bitume il corrispondente tratto dei geotessili impiegati per rivestire le pareti dello scavo.

Pozzi drenanti

I pozzi drenanti sono utilizzati negli interventi di consolidamento di scarpate instabili, allo scopo di intercettare le acque di falda sino a grande profondità.

L'intervento consiste nella realizzazione di batterie di pozzi di diametro generalmente compreso fra 1.2 e 2 m, a interassi variabili fra 6 e 10 m circa, filtranti su tutto il mantello, reciprocamente collegati sul fondo con uno o più collettori di raccolta e scarico.

Le acque di drenaggio vengono smaltite per gravità, realizzando i collettori di fondo con una pendenza in genere non inferiore al 2%.

Trattamenti colonnari jetting (jet-grouting)

Si definiscono trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante mescolazione in posto con leganti cementizi, con la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi).

Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disagregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione.

Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, etc.).

Gli elementi ottenuti, qualora previsto dal progetto, possono essere successivamente armati, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o tubi metallici.

L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure riperforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

Iniezioni

Le iniezioni costituiscono una tecnica atta a modificare le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e le caratteristiche idrauliche (permeabilità) di terreni porosi e di rocce fessurate o fratturate, o aventi cavità di varie dimensioni, per effetto dell'immissione di idonee miscele, attraverso fori di piccolo diametro.

Tali miscele sono dei fluidi (sospensioni, soluzioni, emulsioni) dotate di proprietà reologiche evolutive, inizialmente idonee alla penetrazione nel mezzo poroso o fratturato, e che raggiungono in seguito le caratteristiche adeguate agli scopi del trattamento.

I terreni iniettabili comprendono i terreni alluvionali o detritici, fino ad un certo limite di permeabilità (dalle ghiaie alle sabbie fini) e le rocce (da carsiche a microfessurate).

I trattamenti possono definirsi di:

- impregnazione, quando tendono a riempire i vuoti dei terreni sciolti porosi;
- intasamento, quando tendono a riempire fratture o cavità della roccia;
- ricompressione, quando tendono a formare, nei terreni fini, un reticolo di lenti resistenti e scarsamente deformabili, ottenuto per fratturazione idraulica (claquage).

Le miscele di iniezione consistono in:

- sospensioni di un legante idraulico in acqua con eventuali additivi stabilizzanti (miscele cementizie);
- soluzioni colloidali, ottenute sciogliendo in acqua colloidali puri (silicato di sodio) ed utilizzando reagenti organici (acetato di etile);
- soluzioni pure inorganiche, costituite da soluzioni acquose di silice pura con impiego di reagenti inorganici.

In relazione alla penetrabilità ed alla stabilità le sospensioni cementizie si definiscono:

- miscele cementizie instabili, costituite da miscele binarie, nelle quali la fase solida tende a sedimentare con rilevante cessione di acqua libera (bleeding);
- miscele cementizie stabili, costituite da miscele ternarie (acqua- cemento-bentonite) o da miscele binarie corrette con additivi disperdenti e stabilizzanti;
- miscele con cementi microfini, costituite da miscele binarie, con impiego di cementi macinati e additivati.

1.3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I lavori, oltre al rispetto delle norme di cui al paragrafo 4.1, 4.2, e 4.3 delle NTC DM 14.01.2008, saranno eseguiti in accordo, alle seguenti norme:

- Raccomandazioni A.I.C.A.P. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione 1993.
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN che saranno richiamate ove pertinenti.

2.0 TIRANTI DI ANCORAGGIO

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nel progetto esecutivo.

2.1 Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi:

a) Testata

E' il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sulla opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con i relativi dispositivi di bloccaggio, ed il condotto di iniezione.

b) Armatura

E' l'elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli o barre, a seconda del tipo di ancoraggio.

c) Tratto libero

E' la parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.

d) Fondazione (Bulbo di ancoraggio)

E' il tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito.

e) Canna di iniezione

E' costituito da un tubo generalmente in PVC, dotato o meno di valvole a manchettes, che viene collegato al circuito di iniezione per la solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno o alla roccia. Nei tiranti di ancoraggio fra il tratto libero e la fondazione è di norma interposto un dispositivo di separazione, chiamato sacco otturatore, tenuto in sede da due tamponi posti alle estremità. La funzione del sacco otturatore è di bloccare le eventuali fughe di miscela cementizia attraverso il tratto libero; esso dunque è particolarmente necessario nei tiranti aventi inclinazione prossima all'orizzontale.

Nei tiranti definitivi sono presenti dispositivi atti a realizzare la protezione delle armature anche in corrispondenza del tratto di fondazione. Questo dispositivo è in genere costituito da una guaina in PVC corrugata, dotata di centratori esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva o puntale terminale, ed al tampone del sacco otturatore. Un condotto di iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno). Nel caso di tiranti a iniezioni selettive, la guaina grecata è collegata alla canna di iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes.

2.2 Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura, mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo.

Il numero minimo per le varie tipologie di tiranti di prova potrà essere riferito alle indicazioni fornite in tal senso dalle raccomandazioni A.I.C.A.P..

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni A.I.C.A.P su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (maggio 1993).

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto.

Nel caso l'impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5 % del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante prova.

2.3 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.

Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Impresa.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti < 3 °F;
- il valore del pH dell'acqua risulti < 6 ;
- il contenuto in CO₂, disciolta nell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in NH₄, dell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti > 300 mg/l;
- il contenuto in ioni SO₄ dell'acqua risulti > 600 mg/l oppure > 6000 mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza ≤ 300 m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'impresa dovrà certificarne l'idoneità.

2.4 Materiali ed elementi costruttivi

2.4.1 Acciai e dispositivo di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M.14.01.2008 emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 5/11/1971 n. 1086.

I dispositivi di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30/06/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

2.4.2 Armature metalliche

2.4.2.1 Trefoli tipo c.a.p.

Si utilizzeranno trefoli Φ 6/10" in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

• componenti	: 7 fili Φ 5 mm
• diametro nominale	: 15.20 mm
• sezione nominale	: 139 mm ²
• tensione effettiva all'1% di allungamento	: 225 kN
• tensione di rottura effettiva	: 250 kN
• modulo elastico	: $E=200 \div 205$ KN/mm ²
• limite elastico convenzionale allo 0.1%	: $f_p(1)_k$ 1600N/mm ²
• tensione di rottura	: $f_{ptk} \geq 1800$ N/mm ²
• allungamento a rottura su 610 mm	: 5.2 \div 5.1%
• peso	: 1.1Kg/m

Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:

• in esercizio	: $\sigma_a \leq 0.6 f_{ptk}$
• in fase provvisoria	: $\sigma_{ai} \leq 0.85 f_p(1)_k$

a cui corrispondono i seguenti valori dei carichi di trazione:

• in esercizio	: $T \leq 150$ kN
• in fase transitoria (*)	: $T \leq 180$ kN

2.4.2.2 Barre - Barre in acciai speciali

Le barre saranno in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nella Sez. VI.

E' consentito, ove espressamente previsto dai disegni di progetto, l'impiego di barre in acciai speciali ed a filettatura continua, tipo Dywidag o simili. Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore, e verificate a norma dei regolamenti già richiamati.

2.4.3 Apparecchi di testata

2.4.3.1 Dispositivi di bloccaggio

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento al D.M. del 9 gennaio 1996.

2.4.3.2 Piastre di ripartizione

(*) Per prove di collaudo o per brevi fasi di carico temporanee.

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

2.4.4 Miscele di iniezione

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione per 1 m³ di prodotto:

- acqua: 600 kg;
- cemento: 1200 kg;
- additivi: 10÷20 kg.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni.

2.5 Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a intervalli di 2,0-2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;

- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel 'caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

2.6 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di $\pm 2^\circ$;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

2.7 Perforazione

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il foro potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'impresa dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature, rispondenti a tutte le indicazioni di Legge.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite.

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso coi terreni con prevalente componente argillosa, di rocce marnose tenere e terreni argillosi sovraconsolidati, il lavaggio sarà eseguito con sola aria, evitando l'utilizzo di fluidi di perforazione.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante.

In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'impresa

dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$;
- pressione $\geq 8 \text{ bar}$.

2.8 Allestimento del tirante

Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà all'allestimento del tirante:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1^a fase), se necessaria;
- introduzione del tirante;
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);
- esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- prove di carico di collaudo;
- tensionamento del tirante;
- iniezione della parte libera;
- protezione della testata.

Se presente l'iniezione di 1^a fase l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorché:

- la perforazione sia interamente rivestita;
- il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;
- il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli eventuali rabbocchi finali;
- i trefoli ed i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;
- il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati ($i \leq 25^\circ$), sia presente.

2.8.1 Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

2.8.1.1 Cementazione di 1^a fase

Se necessaria sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al precedente punto; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi.

Completata l'iniezione di 1^a fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

2.8.1.2 Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di $12 \div 24$ ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. La pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I valori di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di $12 \div 24$ ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno della canna.

2.8.1.3 Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione dovranno essere utilizzate delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- | | | |
|------------------------------|---|---------------------------------|
| - pressione max di iniezione | : | ≈ 100 bar |
| - portata max | : | ≈ 2 m ³ /ora |
| - n. max pistonate/minuto | : | ≈ 60 . |

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

2.9 Elementi di protezione

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- classe 1 per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
- classe 2 per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm.

Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

Gli spazi residui tra armatura e guaina dovrà essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

2.10 Tesatura e collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

La trazione di collaudo (N_c) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio (N_{es}).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento $N_0=0,10 N_{es}$ e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

I tiranti che non soddisferanno i requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la Direzione Lavori, sentito il Progettista.

In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Impresa.

Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio (Nes).

Esse dovranno essere tarate presso un laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori rivedere a cura dell'Impresa la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

2.11 Protezioni anticorrosive in opera

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela utilizzata nelle operazioni di iniezione dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni.

Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

3.0 BARRE D'ANCORAGGIO E BULLONI

3.1 Perforazione

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti) Nel caso di perforazione di piccolo diametro in roccia ($\phi \leq 80 \div 100$ mm) e di manifesta stabilità del foro, potrà essere omesso l'impiego dei rivestimenti.

3.2 Allestimento dell'ancoraggio

Completata la perforazione e rimossi i relativi detriti mediante adeguato prolungamento della circolazione dei fluidi, si provvederà a realizzare l'ancoraggio, procedendo con le seguenti operazioni:

- introduzione dell'armatura;
- esecuzione dell'iniezione primaria e contemporanea estrazione del rivestimento;
- esecuzione delle iniezioni selettive se ed ove previste;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- eventuali prove di carico di collaudo;
- tensionamento della barra.

Per i bulloni ad espansione meccanica la connessione alla roccia si otterrà direttamente in fase di tensionamento.

3.3 Iniezione

3.3.1 Iniezione di miscele cementizie

Si applicano le specifiche già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti), sia per le iniezioni di 1^a fase, a gravità o a bassa pressione, sia per le iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati, quando previste.

3.3.2 Iniezione di resine

Nell'esecuzione di iniezioni con resine sintetiche si adotteranno modalità operative conformi alle raccomandazioni fornite dal produttore.

Per barre di piccolo diametro ($\phi = 15 \div 20$ mm) si potrà adottare il sistema a "cartuccia". In tal caso si posiziona in fondo al foro una cartuccia di vetro contenente i componenti della resina, opportunamente separati. Si infila quindi la barra, facendola ruotare per rompere la cartuccia e mescolare i componenti della resina, dando così luogo al processo di polimerizzazione.

Per barre di diametro maggiore si adotteranno di norma resine fluide, che saranno iniettate tramite un condotto di mandata con ugello di fuoriuscita posto in prossimità del fondo del foro. La testata sarà dotata di un tubicino di sfiato, di norma in rame, che sarà occluso per piegatura a iniezione completata.

Le resine saranno di norma impiegate per la solidarizzazione delle barre in acciaio alla roccia. Preferenzialmente saranno impiegate resine epossidiche a due componenti e resine poliesteri insature.

Oltre al corretto dosaggio dei componenti, i principali fattori che influenzano il comportamento delle miscele di iniezione a base di resine sono:

- la viscosità in fase fluida
- i tempi di indurimento e loro dipendenza dalla temperatura
- la compatibilità con la presenza di acqua.

Rapporti non corretti del dosaggio dei componenti danno luogo a perdite di resistenza (per le resine epossidiche) o a variazioni non accettabili dei tempi di polimerizzazione (per resine poliesteri).

La presenza di solventi o diluenti, o prodotti secondari delle reazioni non partecipi della struttura della macromolecola, è generalmente causa di ritiro e/o porosità.

Sarà necessario che ciascun componente non sia solubile in acqua e che l'eventuale assorbimento di acqua non comporti alterazioni nel processo di polimerizzazione. Particolari accorgimenti dovranno essere presi per l'impiego sotto battente d'acqua, per evitare porosità e discontinuità.

La scelta della resina dovrà essere fatto tenendo conto dei seguenti fattori:

- viscosità: i valori dovranno essere compresi tra 300 e 3000 cP a 20° e devono essere misurati con il metodo ASTM D2393 - 72;
- tempo di gel: valore da definire a cura del produttore o a seguito di prove preliminari, in relazione alle caratteristiche dell'ambiente, ed ai tempi di realizzazione; il valore dovrà essere misurato secondo il metodo ASTM D2471 - 71;
- assenza di solventi, diluenti, o altri componenti estranei alla polimerizzazione: la differenza tra il peso della miscela fluida iniziale e della stessa miscela indurita dovrà essere inferiore al 5% del peso iniziale; la polimerizzazione non dovrà dar luogo a fenomeni secondari dannosi come, per esempio, sviluppo di gas;
- compatibilità con l'eventuale presenza di acqua in fase di polimerizzazione: l'accertamento dovrà essere fatto attraverso prove di confronto della resistenza a trazione di resine indurite in aria ed in acqua, su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819 - 66 (con spessore di 10 mm); la riduzione di resistenza dovrà essere inferiore al 10% del valore della resistenza della resina indurita all'aria.

4.0 CHIODI

La posa in opera dei chiodi sarà eseguita tramite le seguenti operazioni:

- a) perforazione, da condurre in accordo con le prescrizioni di cui alle precedenti tipologie di ancoraggio; è ammesso l'impiego di attrezzature leggere, in relazione alla natura della roccia ed alla geometria del foro;
- b) introduzione dell'armatura;
- c) esecuzione dell'iniezione, fino al completo riempimento dell'intercapedine.

Per chiodi in vetroresina si utilizzeranno solo prodotti chimicamente affini al materiale costituente l'armatura. In casi e per applicazioni particolari i chiodi potranno essere inseriti a pressione, con o senza battitura, con o senza jetting (attraverso la sezione cava).

Con "vetroresina" si intende un materiale composito le cui componenti di base sono tessuti in fibre di vetro e/o fibre di vetro o aramidiche, legati fra loro da una matrice di resine termoindurenti opportunamente polimerizzate. Il materiale è fortemente anisotropo e quindi si dovrà tener conto, per il suo corretto impiego, della disposizione delle fibre di rinforzo.

Di norma i chiodi in vetroresina saranno a sezione circolare, piena o cava, con diametri variabili da 20 a 60 mm; per i profilati a sezione cava si richiedono spessori minimi non inferiori a 5 mm.

Ove necessario, o espressamente richiesto dal progetto, le barre dovranno essere del tipo ad aderenza migliorata, ad esempio mediante trattamento di filettatura continua.

L'impiego di profilati con sezioni di geometria particolare (a doppio T, ad U, prismatica) potrà essere consentito, ove previsto da progetto.

I materiali utilizzati dovranno essere certificati dal produttore.

Le caratteristiche minime richieste sono riportate nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLE VETRORESINE PER CHIODI

CARATTERISTICHE	UNITA' DI MISURA	MATRICE		METODO DI PROVA
		POLIESTERE	RESINA EPOSSIDICA	
Peso specifico	Kg/dm ³	1.65 - 1.85	1.9	UNI 7092-72
Contenuto di vetro in percentuale del peso	%	50 ÷ 70	60 ÷ 75	--
Resistenza a trazione	MPa	400 ÷ 650	> 800	UNI 5819/66
Resistenza a flessione	MPa	300 ÷ 600	> 750	UNI 7219/73
Resistenza a compressione	MPa	150 ÷ 300	450	UNI 4279/72
Modulo di elasticità	MPa	15000 ÷ 32000	35000 ÷ 42000	UNI 5819/66

Le informazioni relative alla esecuzione dei chiodi saranno riportate, a cura dell'Impresa, su una scheda tecnica preventivamente approvata dalla DL.

5.0 MICRODRENI

5.1 Generalità

I dreni hanno la funzione di captare venute localizzate di acqua o di limitare al valore richiesto il regime delle pressioni interstiziali.

Le caratteristiche dei dreni per quanto concerne tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione saranno definite dal progetto; l'Impresa dovrà realizzare i dreni con le prescritte caratteristiche, sottoponendo preventivamente alla DL eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, che dovranno comunque essere tali da garantire le medesime capacità e funzionalità.

5.2 Caratteristiche dei tubi filtranti

Il tubo filtrante avrà caratteristiche (diametro, lunghezza, e apertura della fessurazione) conforme al progetto.

Il materiale costituente dovrà essere plastico non alterabile, con spessore e resistenza tale da garantire la corretta posa in opera nelle specifiche condizioni del sito e di ciascuna operazione. Qualora non diversamente prescritto, lo spessore sarà di almeno 2.5 mm, l'apertura della finestratura di 0.2 mm, il diametro esterno del tubo di almeno 40 mm.

Il tratto cieco avrà diametro interno uguale a quello del tratto finestrato. La parte terminale dei tubi di ciascun dreno, per una lunghezza di almeno 5 m, sarà sufficientemente resistente da non subire danni o deformazioni consistenti, una volta in opera, in conseguenza del congelamento dell'acqua in essa contenuta.

La perforazione dovrà essere condotta con modalità approvate, comunque con un solo diametro per tutto il foro, con eventuali maggiorazioni di tale diametro in corrispondenza del tratto equipaggiato con tubazione cieca, qualora ritenuto utile o necessario per il raggiungimento della profondità richiesta.

La perforazione sarà sempre accompagnata da rivestimento provvisorio, senza impiego di fluidi diversi da acqua eventualmente additivata con polimeri biodegradabili in 20÷40 ore.

E' ammesso uno scostamento massimo dell'asse teorico non superiore al 3%.

Al termine della perforazione il foro sarà energicamente lavato con acqua pulita.

Si eviterà, se non altrimenti approvato, di perforare contemporaneamente dreni con interesse inferiore a 10 m.

Il dreno sarà inserito nell'interno del rivestimento provvisorio, che sarà solo successivamente estratto. La bocca del tubo dovrà sporgere di 4-6 cm dal paramento di boccaforo e verrà protetta da staffe di acciaio sporgenti.

Nel caso di dreni con tratto cieco maggiore di 10 m in lunghezza, il tubo dovrà essere dotato di accessori atti a separare il tratto filtrante da quello cieco mediante cementazione dell'intercapedine tra tubo e foro lungo il tratto cieco.

A questo scopo dovranno essere predisposti:

- 2 valvole a manicotto distanti 100 e 150 cm dal punto di giunzione tra tratto filtrante e cieco;
- un sacco otturatore in tela juta o simili, avente 40 cm di diametro e lunghezza di circa 200 cm, legato alle estremità e disposto a copertura delle valvole, nel tratto di tubo cieco più profondo;
- alcune valvole a manicotto lungo la parte cieca del tubo non occupato dal sacco otturatore.

La cementazione si eseguirà ponendo in opera una miscela cementizia, mediante un condotto di iniezione munito di doppio otturatore, subito dopo l'estrazione del rivestimento provvisorio.

La sequenza operativa sarà la seguente:

1. posizionamento del sacco otturatore in corrispondenza della valvola inferiore;
2. iniezione di un volume di miscela corrispondente al volume del sacco otturatore completamente espanso, con una pressione di iniezione alla quota della valvola compresa tra $0.2 \sigma_H$ ed un prudenziale margine rispetto alla pressione che procura la lacerazione e la sfilatura del tubolare dalle sue legature alle estremità (σ_H equivale alla differenza di quota tra valvola inferiore e bocca foro);

3. spostamento del doppio otturatore sulla valvola appena sopra il sacco otturatore iniettato e riempimento con miscela in pressione fino al suo rifluimento a bocca foro.

Ove previsto dal progetto il tratto filtrante sarà rivestito con un foglio di geotessile, le cui caratteristiche saranno di volta in volta specificate, e comunque non inferiori a quanto prescritto nella tabella seguente:

**CARATTERISTICHE MINIME E LIMITI DI ACCETTABILITA'
DEI GEOTESSILI PER DRENAGGI**

<i>spessore</i>	2.5 mm
<i>peso</i>	300 g/m ²
<i>resistenza a trazione (UNI 8639)</i>	350 N/5 cm
<i>allungamento (UNI 8639)</i>	70%
<i>trazione trasversale (UNI 8639)</i>	500 N/5 cm
<i>allungamento trasversale (UNI 8639)</i>	30%
<i>permeabilità</i>	$5 \cdot 10^{-3}$ cm/sec

Terminate le operazioni di installazione ed eventuale cementazione dei tubi, il dreno dovrà essere lavato con acqua mediante una lancia con tratto terminale metallico dotato di ugelli per la fuoriuscita radiale del liquido; la lancia scorrerà entro il tubo grazie a dei pattini opportunamente disposti e tali da prevenire ogni danneggiamento del dreno.

Il lavaggio sarà eseguito a partire da fondo dreno, risalendo a giorno in forma graduale e progressiva dopo aver osservato la fuoriuscita di acqua limpida da bocca foro. Il lavaggio sarà se necessario ripetuto fino alla sicura creazione di un filtro rovescio naturale nel terreno circostante il dreno, in modo tale da assicurare che nelle fasi di esercizio il drenaggio delle acque non sia accompagnato da indesiderati fenomeni di trasporto solido.

A installazione e lavaggio avvenuti, ogni dreno sarà mantenuto tale da permettere l'accesso alla bocca per periodiche ispezioni e misure della portata emunta.

6.0 TRINCEE DRENANTI

Per trincee di modesta profondità ($6 \div 7$ m) è possibile utilizzare degli escavatori a braccio rovescio, con benna a cucchiaio. In tal caso lo scavo procederà con continuità, e le operazioni di posa dei geotessili e di riempimento saranno effettuate a seguire.

Per l'esecuzione di trincee drenanti profonde saranno utilizzate le attrezzature e le tecniche di scavo dei diaframmi.

Lo scavo della trincea dovrà essere necessariamente eseguito a secco, provvedendo al suo immediato riempimento con il materiale drenante. Nei casi in cui la coesione del terreno non sia tale da garantire la stabilità dello scavo, potranno essere utilizzati fanghi biodegradabili. In alternativa si realizzeranno schermi costituiti da pozzi drenanti.

Le pareti dello scavo saranno di norma rivestite con un foglio di geotessile le cui caratteristiche saranno stabilite dal progettista, in relazione alla granulometria del terreno naturale e del materiale di riempimento.

Di norma il geotessile deve essere prodotto utilizzando poliestere insensibile ai raggi ultravioletti, alla aggressione salina e non putrescibile. Il processo meccanico di produzione deve prevedere la legatura dei filamenti (agugliatura), senza aggiunta di leganti.

In ogni caso il geotessile dovrà avere caratteristiche non inferiori a quanto riportato nella tabella precedente e rispondere alle prescrizioni riportate nella Sez. Movimenti di Terra del presente Capitolato.

I vari fogli di geotessile dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione dei fogli dovrà essere di almeno cm 50.

La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo della trincea e per un'altezza di almeno cm 30 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo, o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o, per trincee poco profonde, anche dopo la sua sistemazione in opera. Si dovrà prevedere la fuoriuscita di una quantità di geotessile sufficiente ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza della trincea).

Sul fondo dello scavo si disporrà un tubo drenante, corrugato e formato in PVC del diametro non inferiore a 80 mm, per la raccolta delle acque drenate.

Il cavo rivestito sarà quindi immediatamente riempito con materiale drenante, curando in particolare che il geotessile aderisca alle pareti dello scavo.

Si utilizzerà materiale lapideo pulito e vagliato, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm e trattenuto al crivello 10 mm UNI.

Il riempimento verrà arrestato a circa 50 cm dal piano campagna. Quindi saranno risvoltati i fogli di geotessile e si ritomberà il tutto con argilla compattata.

7.0 POZZI DRENANTI

7.1 Attrezzature

Per la realizzazione di schermi di pozzi drenanti saranno utilizzate le attrezzature per l'esecuzione di pali trivellati con impiego di colonne di rivestimento provvisorio. E' tassativamente esclusa la possibilità di impiego di fanghi bentonitici. Possibilmente la perforazione dovrà essere effettuata "a secco"; l'impiego di acqua o di fanghi biodegradabili potrà essere autorizzato, in determinate circostanze, dalla DL.

Per la realizzazione dei collettori di fondo saranno utilizzate sonde a rotazione e/o rotopercussione a manovra corta, le cui dimensioni dovranno essere compatibili con il diametro dei pozzi. Le sonde potranno essere a funzionamento automatico, telecomandato o manuale.

Il diametro della perforazione non dovrà essere inferiore a 120 mm.

I collettori dovranno essere realizzati introducendo un tubo in PVC ondulato o gracato, ad elevato allungamento e flessibilità, avente diametro minimo di 75-85 mm, ed in grado di resistere alle pressioni interne ed esterne.

Alle sonde dovranno essere asservite attrezzature di servizio integrate, costituite da una gru, motore e centralina idraulica, pompe sommerse per lo svuotamento provvisorio dei pozzi, etc. La perforazione della condotta di fondo dovrà essere eseguita in conformità a tutte le prescrizioni in materia di igiene e sicurezza sul lavoro.

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa dovrà trasmettere alla Direzione Lavori una planimetria con indicati tutti i pozzi drenanti, numerati progressivamente, specificando i previsti allestimenti finali (pozzi drenanti, pozzi ispezionabili, etc.) e la sequenza di esecuzione.

Di norma i lavori dovranno iniziare dal pozzo posto più a valle, in modo da consentire il funzionamento dell'impianto sin dalle prime fasi di lavoro.

In generale la pendenza media della condotta di fondo non dovrà essere inferiore al 2%.

Tale condotta può essere realizzata anche a gradini.

7.2 Esecuzione dei collegamenti tra i pozzi

Prima di effettuare i collegamenti dovranno essere controllati tutti i parametri geometrici delle perforazioni verticali ed orizzontali, allo scopo di assicurare la necessaria precisione plano-altimetrica del collegamento. L'Impresa trasmettere alla Direzione Lavori le modalità di controllo della geometria delle perforazioni.

Detta tubazione deve essere continua ed attraversare il pozzo immersa nel materiale drenante. In questo tratto il tubo dovrà essere forato e rivestito di geotessile per la captazione dell'acqua drenata.

L'intercapedine tra tubazione e perforazione sarà adeguatamente impermeabilizzata utilizzando una miscela cementizia plastica.

7.3 Allestimento definitivo dei pozzi

Sono possibili i seguenti allestimenti:

- pozzi drenanti a tutta sezione;
- pozzi drenanti ispezionabili;
- pozzi drenanti con rivestimento strutturale.

7.3.1 Pozzi drenanti a tutta sezione

Impermeabilizzato il fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo, si eseguirà il riempimento con materiale arido pulito provvedendo contemporaneamente all'estrazione del rivestimento provvisorio. Si utilizzerà di norma un

fuso granulometrico compreso fra 2÷25 mm circa, con passante al vaglio 200 ASTM non superiore al 5%; il materiale dovrà essere lavato ed esente da materiali organici coesivi. Per favorire il corretto assestamento della ghiaia potrà essere opportuno facilitarne la discesa mediante il deflusso di una piccola portata di acqua. Completato il riempimento, si provvederà alla realizzazione di un tappo superiore di impermeabilizzazione, separato dal materiale drenante per mezzo di una membrana geotessile o in PVC.

7.3.2 Pozzi ispezionabili

Si tratta di pozzi aventi rivestimento definitivo ϕ 1.5 m, in modo da realizzare una intercapedine di spessore 15 cm.

In presenza di tubo forma, questo sarà estratto contemporaneamente alla immissione del materiale drenante, curando che rimanga sempre immerso nello stesso per impedirne la contaminazione; si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. La presenza del rivestimento definitivo consente in ogni momento di accedere alla tubazione di collegamento per verificare il normale funzionamento ed eseguire, se necessario, eventuali manutenzioni.

Il mantello drenante di questi pozzi sarà ottenuto tramite il riempimento di questa corona anulare esterna con il materiale granulare arido 2÷25 mm.

Eseguita l'impermeabilizzazione del fondo (esterno ed interno) si procederà al versamento del materiale drenante mediante opportuni convogliatori.

Eseguito anche il tappo superiore, si provvederà ad installare all'interno del rivestimento definitivo una scala metallica munita di gabbia di protezione.

Infine verrà posto in opera il chiusino di testa, in cemento armato prefabbricato, munito di botola in ghisa.

7.3.3 Pozzi drenanti con rivestimento strutturale

Si tratta di pozzi aventi diametro minimo ϕ 2 m, il cui mantello drenante, di spessore medio $s = 10$ cm, è coassiale ed esterno ad un rivestimento in conglomerato cementizio armato di 30 cm di spessore.

Si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo

Esecutivamente il pozzo sarà realizzato inserendo entro la perforazione ϕ 2 m due rivestimenti ondulati ϕ 1.2 e ϕ 1.8 m, coassiali, al cui interno verrà quindi posizionata l'armatura. I due rivestimenti, il cui spessore (≥ 2.7 mm) è comunque da dimensionare in base alla profondità del getto di cls, fungono da cassero "a perdere". Se realizzati in acciaio zincato essi possono essere considerati, sotto certe condizioni, collaboranti permanentemente.

Posizionati i lamierini e l'armatura si eseguirà il riempimento dell'intercapedine esterna con materiale drenante e quindi il getto di cls, previo adeguato puntellamento interno. Le acque di drenaggio vengono raccolte all'interno del pozzo tramite 2÷3 perforazioni radiali del rivestimento in c.a.

L'allestimento del pozzo sarà infine completato in maniera analoga a quanto previsto per i pozzi ispezionabili (scala, chiusino, botola, etc.).

Ove previsto dal progetto si installeranno dall'interno dei pozzi delle raggiere di tubi microfessurati in PVC. L'importanza di questi micro-dreni è dovuta alla possibilità che offrono di incrementare la captazione delle acque in terreni poco permeabili, o al contatto tra coltre e substrato.

L'allontanamento definitivo delle acque sarà ottenuto mediante il loro recapito dai pozzi terminali ad un sistema di canalette superficiali, da disporre lungo opportune direttrici.

8.0 TRATTAMENTI COLONNARI

8.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali

Di norma le perforazioni saranno eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno essere costituite da:

- acqua
- fanghi cementizi
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi proposti dall'Impresa.

Le pressioni di iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite.

I trattamenti dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dalla DL, e potranno essere realizzati in verticale o comunque inclinati in relazione alle indicazioni di progetto.

8.2 Prove tecnologiche preliminari

La tipologia delle attrezzature prescelte ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'Impresa alla Direzione Lavori per opportuna informazione.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire delle prove tecnologiche preliminari per verificare l'idoneità di tali attrezzature e delle modalità di esecuzione.

L'Impresa eseguirà una serie di prove preliminari per la messa a punto dei sistemi in funzione delle condizioni locali del sito e dello scopo del progetto.

Definite le modalità esecutive più idonee, si procederà all'esecuzione di un campo prova che sarà costituito da almeno (salvo particolari richieste che la Direzione Lavori si riserva di volta in volta di fare) 4 colonne rappresentative dell'intervento che si dovrà realizzare.

Sulle colonne del campo prova si dovranno effettuare i tests di seguito indicati, che potranno essere richiesti in tutto o in parte o eventualmente integrati, come verrà di volta in volta indicato in funzione della specificità del progetto.

8.2.1 Determinazione del diametro medio delle colonne

Il diametro sarà misurato mediante la messa a giorno di almeno 3 m delle colonne (trascurando i primi 50÷60 cm dal p.c.).

Qualora gli eventuali strati profondi di terreno da trattare presentino caratteristiche sostanzialmente diverse dai terreni superficiali, le colonne di prova andranno spinte a tali profondità; in questo caso il controllo sarà effettuato solo mediante carotaggi.

8.2.2 Carotaggi e prove in sito

Di norma si eseguiranno le seguenti prove:

- esecuzione di un carotaggio continuo su tutte le colonne per tutta la loro lunghezza, posizionato al centro; il carotaggio dovrà mostrare una percentuale di recupero superiore od uguale al 70%;
- esecuzione di un carotaggio continuo per tutta la lunghezza, posizionato all'intersezione di eventuali due colonne compenetranti;
- esecuzione di carotaggi continui lungo il presunto bordo esterno teorico ipotizzabile, in numero sufficiente per l'individuazione del diametro, nel caso di colonne profonde per le quali non è possibile procedere con esami visivi diretti;
- misura della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali, lungo i fori eseguiti in asse, con il metodo del carotaggio sonico. Le colonne dovranno aver raggiunto almeno 30 gg. di maturazione (preferibilmente 30 gg. nel caso di trattamento di terreni incoerenti e 40 gg. nel caso di terreni coesivi); le misure verranno eseguite attraverso dei tubi

in acciaio del diametro interno maggiore o uguale a 35 mm inseriti all'interno delle perforazioni di carotaggio ed adeguatamente cementati;

- per trattamenti intensivi, come ad esempio per la realizzazione di tamponi di fondo, potrà venire richiesta la realizzazione di prove cross-hole attraverso almeno tre tubi in acciaio posti ad un interasse di circa 100 cm (e che comunque verrà definito di volta in volta). Le misure microsismiche dovranno venire effettuate, per tutte le coppie possibili di tubi, sia sul terreno vergine prima dell'intervento, che sul trattamento dopo almeno 30 gg. dalla sua realizzazione;
- per trattamenti intensivi potranno venire richieste prove di permeabilità del tipo Lugeon;

I carotaggi dovranno essere eseguiti con corone a diamante e doppio carotiere con almeno 100 mm di diametro nominale.

Sui campioni prelevati si eseguiranno le seguenti operazioni:

- catalogazione, descrizione e documentazione fotografica
- osservazioni relative al grado di continuità con l'indicazione delle percentuali di recupero e la lunghezza di ciascun pezzo di carota (in cm)
- trasporto, nel laboratorio concordato con la Direzione Lavori, dei campioni preventivamente inseriti in fustelle di PVC chiuse con paraffina ed opportunamente imballati.

8.3 Caratteristiche minime dei trattamenti

In ogni caso, a meno di particolari esigenze progettuali di volta in volta indicate, le caratteristiche delle colonne che si dovranno realizzare saranno conformi a quanto specificato in tabella 2.3.5.e, ove con:

- q_u : si intende la resistenza media ad espansione laterale libera su campioni prelevati dai carotaggi di controllo;
- D_m : è il diametro medio, in uno stesso tipo di terreno, misurato su colonne scoperte.

Il modulo di elasticità tangenziale E dovrà assumere valori pari o superiori a $E \geq 100 q_u$

Per ottenere i suddetti valori, si dovranno rispettare le seguenti quantità minime di cemento da iniettare, in funzione del sistema prescelto (la quantità di cemento viene indicata come peso secco per metro cubo di terreno trattato):

- sistema monofluido $350 \div 400 \text{ kg/m}^3$
- sistema a due fluidi $400 \div 450 \text{ kg/m}^3$
- sistema a tre fluidi $600 \div 700 \text{ kg/m}^3$.

CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLE COLONNE JET-GROUTING

SISTEMA	TIPO TERRENO	DIAMETRO MEDIO (m) D_m	RESISTENZA (MPa) q_u
Monofluido	Incoerenti sciolti	0.60÷0.80	>5÷6
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	0.4÷0.6	
	Coesivi soffici o mediamente compatti	0.4÷0.6	≥1.5÷2.0
	Coesivi molto compatti	0.3÷0.5	
A due fluidi	Incoerenti sciolti	1.0÷1.5	≥5÷6.0
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	0.6÷0.9	
	Coesivi soffici o mediamente compatti	0.7÷1.0	≥1.5÷2.0
	Coesivi molto compatti	0.5÷0.8	
A tre fluidi	Incoerenti sciolti	1.6÷2.0	≥5÷6.0
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	1.0÷1.5	
	Coesivi soffici o mediamente compatti	1.2÷1.6	≥1.5÷2.0
	Coesivi molto compatti	0.6÷1.00	

8.4 Tolleranze

Le colonne dovranno essere realizzate nella posizione e con le dimensioni nominali di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- | | |
|--|---|
| - coordinate planimetriche del centro della colonna: | ± 5 cm |
| - scostamento dall'asse teorico: | ± 2% |
| - lunghezza: | ± 15 cm |
| - diametro medio reso: | non inferiore a
quello nominale di
progetto |
| - quota testa colonna: | ± 5 cm. |

8.5 Miscele cementizie di iniezione

8.5.1 Caratteristiche dei componenti

Dovrà essere impiegata una miscela binaria cemento/acqua il cui rapporto è variabile, in funzione del sistema operativo, del tipo di terreno e dei parametri richiesti.

E' ammesso l'uso di additivi, aventi le funzioni di seguito indicate:

- stabilizzanti (la resa volumetrica deve risultare $\geq 97\%$) o fluidificanti
- acceleranti o ritardanti di presa
- impermeabilizzanti
- di protezione delle miscele dal dilavamento nel caso di falda in movimento con forte velocità
- di protezione da eventuali agenti organici presenti nel terreno.

Naturalmente l'adozione di tali additivi svolge un ruolo importante sulle caratteristiche meccaniche delle miscele e della colonna di terreno stabilizzato, che andranno di volta in volta verificate ed accettate in funzione degli scopi del trattamento stesso.

Le schede tecniche dei prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere preventivamente consegnate alla Direzione Lavori per opportuna informazione.

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti jet- grouting saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$1 \leq a/c \leq 2$$

8.6 Armatura dei trattamenti colonnari

Quando previsto in progetto, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi di acciaio tipo S355 senza saldatura longitudinale del tipo per costruzione meccanica con manicotti di giunzione filettati o saldati, che essere in grado di resistere ad una sollecitazione a trazione pari almeno al 70% del medesimo carico ammissibile a compressione, da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del perforo appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa.

Nel caso sia previsto l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura (tubi o barre in acciaio) ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

9.0 INIEZIONI

9.1. Soggezioni geotecniche ed ambientali

Poichè la corretta scelta delle metodologie e dei prodotti di iniezione è basilare per la corretta realizzazione dei trattamenti, l'Impresa dovrà valutare attentamente gli elementi di conoscenza delle caratteristiche dei terreni (stratigrafia, granulometria, etc.), o i caratteri strutturali e morfologici degli ammassi rocciosi (grado di fratturazione, permeabilità Lugeon, etc.). Dovrà inoltre valutare attentamente l'influenza della falda (pressione, velocità di filtrazione, etc.).

Ove ne ricorra l'opportunità la Direzione Lavori richiederà l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari, secondo quanto precisato al punto successivo.

9.1.1 Salvaguardia ambientale

Gli interventi con finalità impermeabilizzanti non dovranno modificare le condizioni idrologiche del sottosuolo all'esterno delle aree immediatamente adiacenti ai trattamenti.

E' consentito esclusivamente l'impiego di prodotti stabili nel tempo, e che non cedano al terreno ed alle falde circostanti liquidi residuali inquinanti. Di norma quindi è fatto divieto all'uso di soluzioni colloidali e di reagenti organici, o di altre soluzioni in contrasto con le vigenti norme in materia di tutela ambientale.

9.1.2 Controllo degli stati tenso-deformativi

I procedimenti di iniezione dovranno essere definiti ed applicati in modo da evitare che abbiano luogo modificazioni indesiderate dello stato di deformazione e dello stato di sollecitazione su opere vicine.

9.2 Tolleranze

I fori di iniezione dovranno essere realizzati nella posizione e con le inclinazioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- | | |
|---------------------------------|----------------|
| - coordinate plano-altimetriche | : ± 5 cm; |
| - scostamento dall'asse teorico | : $\pm 2\%$; |
| - lunghezza | : ± 15 cm. |

9.3 Materiali

9.3.1 Miscele cementizie normali

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti di impregnazione saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto cemento/acqua

$$0.2 \leq c/a \leq 0.6$$

con impiego di additivi stabilizzanti e disperdenti; per ottenere la stabilizzazione potrà essere utilizzato un agente colloidale, ad esempio bentonite, con rapporto

$$0.01 \leq b/a \leq 0.04$$

Per i trattamenti di intasamento di rocce fessurate il dosaggio c/a può variare nell'intervallo:

$$0.4 \leq c/a \leq 1.4$$

Il cemento impiegato dovrà essere scelto in relazione alle esigenze di penetrabilità ed alle caratteristiche ambientali, considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno.

E' ammesso l'uso di additivi stabilizzanti, disperdenti e/o fluidificanti.

Le schede tecniche dovranno essere preventivamente approvate dalla DL.

Le miscele cementizie dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- | | |
|---|-------------------|
| - viscosità Marsh | : 35 ÷ 45 secondi |
| - viscosità apparente | : 10 ÷ 20 cP |
| - rendimento volumetrico
(per miscele stabili) | : ≥ 95 % |

9.3.2 Miscele con cementi microfini

9.3.2.1 Caratteristiche dei cementi e dosaggi

Le miscele con cementi microfini saranno ottenute a seguito di processi di produzione tali da aumentare la finezza del cemento fino a valori dell'ordine di 8500 ÷ 12000 cm²/g (Blaine). I processi di macinazione e separazione dovranno quindi consentire di ottenere un fuso granulometrico delle particelle solide presenti nella sospensione caratterizzata dai seguenti valori:

$$D_{98} = 10 \div 20 \mu\text{m}$$

$$D_{50} = 3 \div 5 \mu\text{m}$$

La granulometria sarà determinata con porosimetri a mercurio o apparecchiature di equivalente precisione. Il dosaggio, in relazione agli impieghi, potrà variare nell'intervallo:

$$0.5 \leq c/a \leq 0.6$$

E' ammesso l'impiego di eventuali additivi disperdenti e fluidificanti inorganici.

Le miscele con cementi microfini dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- | | |
|-------------------|-------------------|
| • viscosità Marsh | : 27 ÷ 30 secondi |
|-------------------|-------------------|

- rendimento volumetrico : $\geq 95 \%$.

9.4 Modalità esecutive

Le iniezioni saranno effettuate impiegando tubi valvolati introdotti in appositi perfori all'interno del terreno da consolidare.

I perfori, eseguiti sul contorno della sezione di scavo della galleria, in avanzamento rispetto al fronte di scavo, potranno essere orizzontali, sub-orizzontali o comunque inclinati, di diametro 100-120 mm, ed eventualmente rivestiti. Preliminarmente verranno eseguite iniezioni di guaina tra le pareti del perforo ed il tubo e successivamente quelle di consolidamento, iniettando in pressione attraverso le valvole; tali iniezioni verranno eseguite in più fasi con miscele cementizie additivate eseguite a bassa pressione tra tubo e perforo e ripetute ad alta pressione, attraverso le valvole per il preconsolidamento. Il tubo impiegato sarà in vetroresina del tipo ad aderenza migliorata del diametro 60 mm e spessore 10 mm; le giunzioni dei tubi saranno eseguite con i necessari manicotti e collanti che dovranno garantire, anche in corrispondenza del giunto, la medesima resistenza a trazione e taglio dei tratti di tubo giuntati. Il tubo sarà corredato del tappo di fondo, del tubo di sfogo dell'aria e delle valvole per l'iniezione, costituite da manicotti in gomma di spessore 3,5 mm.

Il terreno consolidato dovrà presentare le caratteristiche meccaniche esposte nella tabella che segue, uniformemente distribuite nell'ambito dei volumi minimi considerati:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL TERRENO CONSOLIDATO	INTERVALLO DELLA PROVA	
	DOPO 48 h DALLA INIEZIONE	DOPO 7 h DALLA INIEZIONE
resistenza a compressione semplice	≥ 1 MPa	$\geq 1,5$ MPa
R.D.Q. (indice di recupero modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto degli spezzoni di carota di lunghezza ≥ 100 mm	$\geq 50\%$	$\geq 70\%$

L'Impresa, a sua totale cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà alla messa a punto della tecnologia d'intervento procedendo preliminarmente, mediante prove e sondaggi, alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche, livello di falda e permeabilità del terreno da consolidare; in base ai risultati ottenuti definirà:

- la quantità e distribuzione dei tubi di iniezione;
- il passo delle valvole;
- la composizione delle miscele con specifico riferimento alla viscosità, che dovrà essere bassa per poter eseguire le iniezioni in tempi brevi, il rapporto acqua cemento ed l'impiego di additivi adeguati;
- la finezza del cemento;
- la pressione di iniezione, che di norma dovrà essere inferiore a quella di cedimento del sistema (clacque).

L'Impresa dovrà inoltre eseguire, sempre a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, la verifica degli effetti indotti nel terreno ed infine l'accertamento dell'uniformità e delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato mediante prove in sito ed in laboratorio su campioni prelevati con carotaggi.

L'Impresa potrà dare corso ai trattamenti soltanto dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il suo benestare in base ai risultati delle prove di cui sopra, con l'avvertenza che in ogni caso tale benestare non ridurrà la responsabilità dell'Impresa circa il raggiungimento delle prescrizioni progettuali in termini di spessore e resistenza del terreno consolidato.

9.4.1 Esecuzione dei trattamenti

Le attrezzature impiegate dovranno essere in grado di eseguire le lavorazioni richieste con la necessaria continuità per assicurare la uniformità dei trattamenti; i tubi di iniezione dovranno essere atti a resistere a pressioni non inferiori a 12 MPa; l'impianto di miscelazione dovrà essere munito di dispositivo di pesatura del cemento e di misura dell'acqua, dosatore di additivi e contacigli di miscelazione progressivo; la centrale di iniezione sarà attrezzata con pompe ad alta pressione munite di manometri posti a bocca' foro, con certificato ufficiale di taratura.

Qualora si dovessero riscontrare variazioni sensibili nelle caratteristiche dei terreni attraversati rispetto a quelle assunte inizialmente per la messa a punto del sistema, l'Impresa, a sua cura spese, dovrà verificare puntualmente l'idoneità dei parametri adottati provvedendo eventualmente ad una loro ritaratura in corso d'opera.

L'Impresa in ogni caso dovrà procedere a continui sondaggi nei trattamenti effettuati per verificare la rispondenza alle prescrizioni progettuali relativamente a resistenze e spessori.

A carico dell'Impresa si considerano tutte le operazioni preliminari di sondaggio, prove, progettazione e campo prove; la documentazione dei lavori; la ubicazione dei punti di trattamento; le operazioni di perforazione ed infissione dei tubi valvolati; l'esecuzione delle iniezioni di guaina e di quelle di consolidamento, compreso la fornitura di tutti i materiali ed in particolare:

- il cemento da impiegare nelle iniezioni di guaina e di consolidamento in terreni molto aperti, caratterizzati da un coefficiente di permeabilità fino a 10^{-2} m/s, sarà cemento del tipo normale;

- per le iniezioni di consolidamento in terreni con coefficiente di permeabilità minori di 10^{-2} m/s, si useranno cementi microfini, acqua, additivi fluidificanti, ecc.

Sono, altresì, a carico dell'Impresa eventuali superfici di parete consolidata eccedenti le dimensioni teoriche di progetto.

9.4.2 Trattamento di impregnazione

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione

in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

Nei trattamenti di impregnazione l'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

La distanza minima tra due fori iniettati contemporaneamente dovrà essere determinata in relazione alle pressioni di iniezioni in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite. A tal fine l'Impresa, sulla base anche delle prove preliminari, dovrà studiare la corretta sequenza di esecuzione.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione, o viceversa, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezioni non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

9.4.3 Trattamenti di intasamento

Saranno eseguiti in conformità con le modalità e le indicazioni date nel progetto di intervento. Ove previsto le iniezioni potranno essere realizzate anche in fase unica, in risalita o in avanzamento, attraverso le aste di perforazione.

9.4.4 Trattamenti di ricompressione

Verificato l'esatto posizionamento delle valvole, si darà luogo alle iniezioni utilizzando portate e pressioni atte a produrre la fratturazione idraulica del terreno, registrando opportunamente la pressione di picco e la successiva pressione di alimentazione della frattura. L'iniezione sarà arrestata al raggiungimento dei previsti volumi di miscela cementizia.

SEZIONE 19

- OPERE DI DIFESA -

INDICE

- 1.0. DIFESA DEL CORPO STRADALE
 - 1.1. Disgaggio di massi
 - 1.2. Paramassi
 - 1.3. Rivestimenti di pareti e scarpate
 - 1.3.1. Mantellate in lastre
 - 1.3.2. Mantellate a grigliato reticolato
 - 1.3.3. Rivestimento con rete metallica
 - 1.3.4. Rivestimento mediante impiego di malta di cemento vibrato
 - 1.4. Gabbionate
 - 1.4.1. Gabbioni metallici
 - 1.5. Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli
 - 1.5.1. Tubazioni
 - 1.5.1.1. Tubazioni in c.a.v.
 - 1.5.1.2. Tubazioni in PVC rigido
 - 1.5.1.3. Pozzetti e chiusini
 - 1.5.2. Canalette
 - 1.5.2.1. Canalette ad embrici
 - 1.5.3. Cunette
 - 1.5.4. Cunicoli
 - 1.5.5. Rivestimento per cunette e fossi di guardia
 - 1.5.5.1. In elementi prefabbricati in c.a.v.
 - 1.5.5.2. In conglomerato cementizio, gettato in opera
 - 1.5.5.3. In muratura di pietrame
 - 1.5.6. Cordonature
- 2.0. DIFESE SPONDALI
 - 2.1. Prismi in conglomerato cementizio
 - 2.2. Massi di roccia
 - 2.3. Gabbioni
 - 2.4. Materassi in pietrame
 - 2.5. Soglie di fondo
- 3.0. MURI DI SOSTEGNO
 - 3.1. Muri in muratura
 - 3.2. Muri in calcestruzzo
 - 3.3. Muri in gabbioni
- 4.0. Opere di sostegno in terra rinforzata
 - 4.1. Strutture di sostegno a scomparti cellulari
 - 4.2. Strutture di contenimento in elementi scatolari

5.0. SPECIFICA DI CONTROLLO

- 5.1 DIFESA DEL CORPO STRADALE
 - 5.1.0. Disgaggio di massi
 - 5.1.1. Paramassi
 - 5.1.1.0. Controlli sui materiali

- 5.1.1.0. Controlli in posa in opera
- 5.2. RIVESTIMENTI DI PARETI E SCARPATE
- 5.2.1. Gabbioni e Materassi metallici
- 5.2.2. Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento
- 5.3. MURI DI SOSTEGNO
- 5.3.1. Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.
- 5.3.2. Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.
- 5.3.3. Muri di controripa in pannelli di c.a.v.
- 5.3.4. Muri di sostegno in muratura
- 5.3.5. Muri di sostegno in calcestruzzo
- 5.3.6. Muri di sostegno in elementi prefabbricati (c.a.v. , c.a.p.)
- 5.3.7. Muri di sostegno in terra rinforzata

1.0 DIFESA DEL CORPO STRADALE

1.1. Disgaggio di massi

Dopo una accurata ispezione delle pareti rocciose per l'accertamento della presenza e della disposizione di masse instabili, si dovrà provvedere con qualsiasi mezzo, incluso l'esplosivo, all'abbattimento e rimozione di dette masse, da eseguirsi a qualsiasi quota dal piano stradale.

1.2.Paramassi

Si distinguono in:

- paramassi elastici
- paramassi rigidi.

I paramassi elastici dovranno essere formati da:

Ritti di testata in profilato HEB del tipo S355 non inferiori a 320 mm, controventati da puntoni in profilati a C non inferiori a mm 200, solidamente collegati ai montanti mediante saldatura o imbullonatura, con eventuale ausilio di fazzoletti o piastre ed angolari;

Ritti intermedi in profilati IPE o NP del tipo S355 non inferiori a 240 mm, muniti di manicotti distanziato da reggicavo, opportunamente svasati alle estremità per evitare danni alle funi e saldati all'ala lato monte dei fitti.

Tali fitti potranno essere incastrati al piede su manufatti esistenti o su nuovi basamenti in c.a., infiggendo il profilato per una altezza non inferiore a 80 cm e sigillando con malte espansive.

Potranno, altresì, essere fissati a mezzo di cerniera meccanica, vincolata al basamento mediante idonea forcilla in acciaio S355, per consentire la rotazione di fitti sul piano ortogonale.

Orditura longitudinale di cavi funicolari di acciaio del diametro non inferiore a 12 mm aventi ciascuno resistenza a rottura non inferiore a 10 tonnellate, opportunamente tesati infilati nei manicotti dei atti intermedi ed ormeggiati ai atti di estremità mediante cappio con morsetti; detti cavi saranno adagiati in una gola arcuata costituita da profilato a C o simile non inferiore a 35 mm opportunamente calandrato e solidamente fissato al fitto.

I cavi funicolari dovranno essere collegati a due a due mediante distanziatori, in tondino d'acciaio del diametro di 10 mm e del tipo B450C, fissati alle funi stesse e posti ad un interesse non inferiore a 50 cm, sfalsati su file attigue.

Rete metallica zincata a doppia torsione, del peso non inferiore a $1,7 \text{ Kg/m}^2$ costituita da filo di diametro di mm 2,7-3,0 a maglie esagonali, stesa a ridosso dell'orditura di funi, lato monte, e legata alle funi con filo di ferro zincato, nel caso di interesse tra i cavi funicolari non superiore a 20 cm; oppure rete a maglie estensibili delle dimensioni non superiori a mm 150x150 costruita con fune, rivestita in PVC, a fili di acciaio aventi resistenza a trazione non inferiore a 160 Kg/mm^2 .

I paramassi, quando hanno ritti incernierati, dovranno avere sempre gli stessi opportunamente tirantati .

La verniciatura protettiva dei profilati metallici dovrà essere eseguita in accordo al seguente ciclo:

- preparazione delle superfici mediante spazzolatura meccanica al grado St3 secondo lo Swedish-Standard Association;
- applicazione di due mani di minio oliofenolico delle spessore di 35 micron per mano;
- dopo la messa in opera, applicazione di due mani:
 - 1) al cloro-caucciù intermedia (spessore 40 micron);
 - 2) un'altra al cloro-caucciù di finitura (spessore 60 micron).

Dovrà essere inoltre realizzata la spalmatura delle funi con due mani di bitume.

Prima della messa in opera delle funi verrà prelevato, previa stesura di apposito verbale, in contraddittorio con l'Impresa, uno spezzone di ogni fune da impiegare; detto campione verrà inviato ad un Laboratorio ufficialmente riconosciuto, per essere sottoposto alle prove di verifica per la determinazione del limite di rottura.

b) La barriera paramassi rigida da porsi in opera, su basamenti esistenti o da realizzare in c.a., dovrà essere costituita da:

- montanti verticali formati da lamiera sagomata ad U dello spessore non inferiore a millimetri 4,2 rinforzati con profilati a doppio T non inferiori a millimetri 180 di acciaio tipo Fe 430, completa di apposito cappello e aventi altezza fuori terra e profondità di incastro variabile a seconda delle prescrizioni di progetto;
- elementi di collegamento tra il montante ed il longherone, sagomati, in lamiera dello spessore non inferiore a millimetri 4,2;
- longheroni opportunamente sagomati in lamiera di acciaio dello spessore di 20/10;
- elementi di rinforzo sagomati in lamiera di acciaio dello spessore di 20/10 da porsi in opera all'interno del longherone di sommità;
- bulloneria.

Tutti gli elementi saranno dotati di appositi fori per l'assemblaggio, nell'opera è compreso l'intasamento dei fori con malta composta da Kg 400 di cemento.

Tutti gli elementi costituenti la barriera saranno zincati a caldo.

1.3 Rivestimenti di pareti e scarpate

1.3.1 Mantellate in lastre

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, in elementi di dimensioni di 50x25x5 cm.

La superficie in vista delle lastre dovrà risultare perfettamente piana e liscia; i bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro.

Si procederà preliminarmente alla regolarizzazione del piano di posa che dovrà essere accuratamente costipato e livellato, anche con apporto di sabbia; la posa in opera delle lastre dovrà procedere dal basso verso l'alto avendo cura di ottenere fughe longitudinali e trasversali ben allineate, con giunti aperti verso l'alto, all'interno dei quali sarà posta l'armatura metallica costituita da barre del diametro di 6 mm in acciaio del tipo B450C, annegate nella malta di sigillatura dosata a 500 Kg/m³ di cemento.

La sigillatura dei giunti dovrà essere preceduta da abbondante bagnatura; la malta dovrà essere lisciata a cazzuola così da dare continuità alla superficie; durante i primi giorni la mantellata dovrà essere bagnata e se necessario ricoperta con stuoie.

I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni 4-5 m, trasversalmente all'asse della mantellata; dovranno essere intasati con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche, tale da aderire alle lastre e di non colare.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dovrà essere interrotta la continuità dell'armatura metallica.

1.3.2 Mantellate a grigliato articolato

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con tondini di acciaio B450C del diametro non inferiore a 6 mm.

Gli elementi avranno superficie di circa 0,25 m² e dovranno essere muniti di naselli ad incastro a coda di rondine per ottenere una mantellata continua ma articolata, in grado di seguire eventuali assestamenti della superficie di posa.

Ciascun elemento avrà spessore di 9-10 cm e peso di 30-35 kg; dovrà presentare cavità a tutto spessore per circa il 35÷40 % della sua superficie.

Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di armatura rinforzata in corrispondenza degli incastri, da utilizzare dove siano prevedibili sforzi di trazione più accentuati.

In corrispondenza di superfici coniche dovranno essere forniti elementi di speciale sagomatura.

La posa in opera dovrà comprendere la regolarizzazione e costipamento del piano di posa, il riempimento della cavità con terra vegetale, la semina con idoneo miscuglio di erbe da prato perenni.

1.3.3. Rivestimento con rete metallica

Il rivestimento sarà realizzato mediante posa di rete metallica, del peso non inferiore a 1,400 kgm², formata con filo di ferro zincato del diametro di 3 mm, a maglie esagonali a doppia torsione con fissaggio alle pareti mediante barre di acciaio $\phi=12$ mm ad aderenza migliorata del tipo B450C in numero di almeno una ogni 4 metri quadrati, lunghe fino a m 2, ancorate in fori del diametro di 2 pollici con malta cementizia.

1.3.4. Rivestimento mediante impiego di malta di cemento spruzzata

Per il consolidamento delle scarpate si applicheranno le norme contenute nel D.M. 14.01.2008.

Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata.

Si dovrà procedere innanzi tutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni la cui profilatura sarà definita dagli elaborati di progetto.

I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi, al piede del gradone, dovrà essere costruita una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche.

Eseguito il gradonamento come sopra indicato, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali della larghezza di norma di mm 51 composta di filo n. 4 a doppia torsione.

Il fissaggio della rete avverrà a mezzo di staffe in ferro aventi, di norma, il diametro di mm 10 e la lunghezza non inferiore a cm 40 preventivamente trattate con antiruggine e poste ad interesse non superiore a cm 50.

Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, le cui caratteristiche dovranno essere definite in sede di progetto; in assenza di questo si potrà fare riferimento ad una malta a Kg. 400 di cemento per ogni metro cubo di sabbia, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano.

Lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a cm 3.

Durante la stesa della rete metallica l'impresa dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm secondo le disposizioni che all'uopo verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Così consolidate le pareti subverticali si procederà al trattamento delle superfici orizzontali costituenti i gradoni mediante l'apporto di uno strato di terra vegetale di conveniente spessore, ma comunque non inferiore a cm 10, e la messa a dimora delle essenze che saranno ritenute più idonee in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni ed alle condizioni climatologiche locali.

L'Impresa avrà obbligo di effettuare tutte le necessarie cure colturali comprese, quando occorra, le irrigazioni di soccorso fino a che non risulterà il completo attecchimento delle piante messe a dimora, nonché l'onere della sostituzione delle piante che non fossero attecchite.

Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'impresa dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

1.4.Gabbionate

A difesa del corpo stradale, oltre ai citati interventi, possono essere impiegate le gabbionate.

Saranno realizzate a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale e saranno costituite da gabbioni metallici di qualsiasi tipo e dimensione.

Se necessario potrà essere posto in opera uno strato filtrante geotessile non tessuto per garantire il drenaggio delle acque piovane.

1.4.1 Gabbioni metallici

I gabbioni metallici dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260-300 g di zinco per metro quadrato di superficie zincata e dovranno rispondere alle Norme di cui alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni fra quelli di uso corrente.

I gabbioni dovranno essere posti in opera secondo le previsioni di progetto.

Preliminarmente l'impresa dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture.

Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovranno avere diametro inferiore a 2,20 mm per i gabbioni e 2,00 mm per i materassi.

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.

Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25-30 cm.

Sono ammessi altri sistemi purché siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori.

Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.

Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni e materassi potrà essere costituito da pietrame o ciottoli, di composizione compatta, sufficientemente duro, di elevato peso specifico e di natura non geliva.

Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.

Il materiale di riempimento dovrà in ogni caso essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori; le sue dimensioni dovranno essere comprese fra 100 e 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

Il pietrame dovrà essere assestato dentro all'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco (l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0.3 e 0.4).

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

1.5. Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

1.5.1. Tubazioni

1.5.1.1. Tubazioni in c. a. v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;

- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfianciati; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento.

1.5.1.2. Tubazioni in P.V.C. rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo 303 serie pesante, secondo norme UNI 7447/87.

Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inadeguati.

1.5.1.3. Pozzetti e chiusini

Dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$ MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

Saranno conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto.

1.5.2. Canalette

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 % spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 Kg/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

Nella posa in opera saranno compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

1.5.2.1 Canalette ad embrici

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $RCK \geq 25$ MPa, in elementi di 50/40 x50x20 cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno 20 cm.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

1.5.3.Cunette

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per dare i lavori finiti.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.

(Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

1.5.4. Cunicoli

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m², potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata; compresi gli oneri per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura, ed entità.

Nella esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se del caso integrate da provvisorie puntellature intermedie; il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche; l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiere metalliche; l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiatura meccaniche ed in genere qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.

Per l'esecuzione degli scavi in presenza di terreni particolarmente compatti, roccia dura da mina o grossi trovano, potrà essere consentito l'uso delle mine ma con cariche modeste e alloggiate in fori di profondità adeguatamente limitata, previa autorizzazione delle competenti autorità.

Per quanto concerne le prescrizioni per gli scavi in sotterraneo e per il rivestimento in conglomerato delle pareti di scavo, valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni di cui alla sezione "Gallerie" del presente Capitolato.

1.5.5. Rivestimento per cunette e fossi di guardia

1.5.5.1. In elementi prefabbricati in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo B450C, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a $3,00 \text{ Kg/m}^2$.

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m^3 di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

1.5.5.2. In conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio di tipo II con $R_{ck} \geq 30$ MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

1.5.5.3. In muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m^3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

1.5.6. Cordonature

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

2.0. DIFESE SPONDALI

Il tipo di rivestimento per proteggere dall'erosione le sponde, dipende materiali disponibili, dalle condizioni di stabilità delle sponde e dalla velocità della corrente.

Per sponde inclinate e stabili la protezione potrà essere eseguita in scogliera, naturale o artificiale, a grossa pezzatura, gabbioni e/o materassi in pietrame.

Qualora oltre alla protezione della sponda, si dovesse rendere necessario assicurare anche la stabilità delle stesse, si utilizzeranno gabbioni e/o materassi in pietrame, paratie, prismi in conglomerato cementizio, palificate, muri di sponda.

2.1.Prismi in conglomerato cementizio

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, in elementi di forma cubica delle dimensioni previste in progetto.

I prismi dovranno presentare facce piane, aspetto compatto e regolarità di forma; la Direzione Lavori rifiuterà quelli che non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra.

Per il controllo della resistenza del conglomerato si procederà secondo le prescrizioni riportate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato, con l'avvertenza che l'Impresa non dovrà porre in opera i prismi prima che siano state effettuate le prove per la determinazione della resistenza e prima che la Direzione Lavori abbia terminato le operazioni di conteggio.

A questo scopo i prismi dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele.

Nell'eventualità che la scasseratura interessi solo le quattro facce laterali del prisma, onde assicurare la regolare conformazione dello stesso anche per la faccia a diretto contatto con il terreno, sarà necessario provvedere prima del montaggio delle casseforme a regolarizzare la superficie di appoggio spianandola e compattandola in modo adeguato.

Il calcestruzzo verrà versato nelle casseforme a strati regolari ed ogni strato sarà accuratamente vibrato in modo da evitare la formazione di vuoti e rendere l'ammasso il più possibile omogeneo e compatto.

Dovranno essere inglobate nel getto idonee armature in acciaio costituenti i ganci per la movimentazione dei prismi.

Si potrà procedere alla scasseratura delle pareti laterali non prima che siano trascorse 24 h dal getto.

La rimozione ed il trasporto dei prismi non potrà aver luogo prima che siano trascorsi trenta giorni dalla data del loro confezionamento ed in ogni caso solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Nel trasporto e nel collocamento in opera si dovrà usare la massima cautela per evitare che i prismi possano essere danneggiati.

Prima di iniziare le operazioni di posa l'impresa dovrà in contraddittorio con la Direzione Lavori, procedere al picchettamento della difesa riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in progetto.

Terminate le operazioni di tracciamento l'Impresa potrà provvedere alla realizzazione della difesa procedendo nelle operazioni di posa dei prismi da monte verso valle.

La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle sagome di progetto mediante la collocazione di ogni singolo elemento sul piano di appoggio preventivamente regolarizzato.

Ciascun elemento dovrà essere disposto in modo da garantirne una giacitura stabile indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in quello trasversale e permettere uno stretto contatto tra gli elementi adiacenti.

2.2 Massi di roccia

I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, e il loro peso di volume dovrà essere maggiore o uguale a 25 kN/m, il peso specifico p dovrà essere maggiore o uguale 26 kN/m ed il grado di compattezza $C = P/p$ sarà maggiore o uguale 0.95.

Le categorie di massi saranno le seguenti:

Massi di I categoria:	elementi di peso complessivo fra 50 e 100 kg
Massi di II categoria:	peso fra 100 e 500 kg
Massi di III categoria:	peso fra 500 e 1500 kg
Massi di IV categoria:	peso fra 1500 e 4000 kg
Massi di V categoria:	peso oltre i 4000 kg

La roccia, costituente i massi, non dovrà risultare geliva alla prova eseguita secondo le Norme del R.D. 16 novembre 1939 - IVII n. 2232, relativa all'accettazione delle pietre naturali da costruzione. Per l'accertamento delle caratteristiche dei massi, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà predisporre, per l'invio a laboratorio, campioni costituiti da una serie di 24 cubi a facce perfettamente piane e parallele e con spigoli regolari delle dimensioni di 10 cm, e da una serie di 8 cubi con spigoli di 3 cm; su ciascun campione si indicheranno quali sono le facce parallele al piano di giacitura in cava.

La forma dei massi sarà tale che, inscrivendo ogni masso in un parallelepipedo, il minore dei lati del parallelepipedo circoscritto non risulterà inferiore alla metà del lato maggiore dello stesso. La Direzione Lavori ha la facoltà di integrare le prove sopra prescritte con prove di caduta massi direttamente in cava, secondo modalità fissate dalla stessa.

Tutte le prove di cui sopra saranno effettuate all'inizio della fornitura e sistematicamente ripetute nel corso della fornitura stessa, secondo opportunità.

Per la classificazione dei massi secondo le categorie di cui sopra, l'Impresa dovrà disporre di:

- una bascula tarata, della portata non inferiore a 20 tonnellate, per la pesatura dei massi che verranno approvvigionati con mezzi terrestri; tale bascula sarà del tipo a registrazione automatica e dovrà essere montata attuando ogni accorgimento per la perfetta regolarizzazione del piano di appoggio;
- mezzi fluviali, utilizzati per la formazione ed il ricarica delle scogliere radenti e dei pennelli, dotati cri appositi dinamometri tarati per la determinazione del peso di ciascun masso.

Nell'esecuzione dei lavori i massi di maggiore dimensione dovranno essere posti verso l'esterno e quelli di minore dimensione verso l'interno, cosicché risulti graduale il passaggio dei massi di peso maggiore a quelli di peso minore.

Il completamente e la sistemazione delle scogliere dovrà essere effettuato a tutta sagoma, procedendo per tratti successivi che dovranno essere mano a mano completata secondo la sagoma prescritta, in modo da realizzare una perfetta continuità fra i vari tratti.

Non saranno accettata i massi che, all'atto della posa in opera, dovessero presentare lesioni o rotture, cosa come quelli che, nelle operazioni di posa, dovessero cadere fuori sagoma.

2.3 Gabbioni

Si realizzeranno in conformità alle indicazione del punto 1.4.1 della presente Sezione.

2.4 Materassi in pietrame

Il materasso in pietrame è costituito da una struttura metallica, avente forma parallelepipedica di notevole ampiezza e piccolo spessore, divisa in più celle, costituita da una rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione, fortemente zincata ed eventualmente protetta con rivestimento in materiale plastico; tale elemento viene riempito in opera con ciottoli o pietrisco di idonee dimensioni.

Il materasso sarà realizzato da un telo continuo di rete sul quale, alla distanza di 1,00m l'uno dall'altro, verranno inseriti i diaframmi dello stesso tipo di rete in modo tale da formare una struttura cellulare di larghezza da 2,00 m a 3,00 m, il telo continuo servirà per formare sia la base che le pareti laterali dell'elemento. il coperchio sarà costituito da un telo di rete separato da quello di base.

I teli di rete saranno delimitati, esternamente lungo i bordi, da fili di diametro più grosso di quello usato per fabbricare la rete, che rinforzeranno la struttura e faciliteranno, durante la messa in opera, le legature di chiusura delle tasche e di unione degli elementi fra di loro.

La rete metallica a maglia esagonale e doppia torsione sarà realizzata in accordo alle norme UNI 8018, tessuta con trafilato di ferro in accordo alle norme UNI 3598, a forte zincatura, in accordo a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LLPP n. 2078 del 27.8.62.

Per materassi lavoranti in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore 0.4-0.6 mm.

La pezzatura varierà tra 1 e 1,5-2 volte la dimensione D della maglia della rete.

L'indice di porosità sarà contenuto tra 0.3 e 0.4. Non è richiesto impiego di materiale con caratteristiche particolari, purché non si tratti di materiale gelivo o di marne friabili; è opportuno che il pietrame sia di natura compatta e con peso specifico non inferiore a 2000 Kg/m³.

Prima della posa in opera il singolo materasso verrà allestito effettuando le sole legature di unione fra i diaframmi ed i lembi laterali del telo base che costituiscono le pareti dell'elemento.

La linea di piegatura delle pareti laterali sarà ben definita, nella posizione voluta, da un filo metallico di diametro maggiore.

E' preferibile che i singoli elementi di materasso siano allestiti fuori opera, anche quando la scarpata sulla quale si debba eseguire il rivestimento non sia molto inclinata, e ciò per maggiore comodità e per non danneggiare il terreno già livellato.

Dopo aver predisposto sul piano cri posa un certo numero di elementi, già assemblati nella loro forma cellulare, si dovrà procedere a collegati fra di loro con solide cuciture lungo tutti gli spigoli che si vengono a trovare a contatto.

Le legature saranno eseguite passando il filo in modo continuo in tutte le maglie, con un doppio giro ogni due maglie, e il collegamento in opera dei materassi sarà eseguito ad elementi vuoti per rendere più facile tale operazione.

Qualora i materassi fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra parti opposte.

Quindi si procederà alla operazioni di riempimento.

Ultimate tali operazioni si procederà alla chiusura degli elementi utilizzando il singolo coperchio, oppure rete in rotoli ed effettuando le dovute legature di unione sia lungo i bordi laterali che lungo quelli dei diaframmi interni.

Si eseguiranno prima le legature che fissano il coperchio ai bordi laterali dell'elemento, poi quelle che lo collegano ai diaframmi trasversali.

Normalmente le scarpate di appoggio si faranno inclinate di 1:1,5 o di 1:2 secondo la natura del terreno, tenendo la pendenza massima in casi di terre vegetali di media consistenza e la minima con quelle argillose.

Qualora si stia procedendo ad un rivestimento d'alveo, il materasso verrà disposto sulle sponde trasversalmente al corso d'acqua e cioè secondo la massima inclinazione delle sponde e perpendicolarmente al filo della corrente.

Questa disposizione non è tassativa; potrà a volte convenire disporre gli elementi in senso longitudinale alla corrente come ad esempio nei rivestimenti del fondo, e, nel caso di corsi d'acqua con notevole velocità, anche nei rivestimenti di sponda; a determinare la scelta fra i due suddetti sistemi interverranno anche la maggior facilità cri posa in opera o ragioni costruttive di varia natura.

La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

2.5 Soglie di fondo

Le soglie di fondo sono strutture trasversali all'alveo e poco emergenti dal fondo, destinate ad evitarne l'approfondimento in quanto costituenti un livello inerodibile nell'alveo stesso.

Saranno preferibilmente scavate sezioni trapezie, e la soglia sarà costituita da pietrame di grossa pezzatura, o si potranno realizzare come platee in calcestruzzo o in gabbioni e/o materassi di pietrame, soprattutto per la difesa di opere particolari, quali pile di ponti o altro, nel qual caso la soglia si prolungherà a monte e a valle dell'opera.

3.0. MURI DI SOSTEGNO

Potranno essere realizzati in muratura, in calcestruzzo semplice e/o armato, in gabbioni di pietrame o in elementi prefabbricati.

Il comportamento dell'opera di sostegno, intesa come complesso strutture-terreno, deve essere esaminato tenendo conto della successione e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione e di eventuali materiali di riporto, interessati dall'opera, dalla falda idrica, dai manufatti circostanti, dalle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'opera, dei drenaggi e dispositivi per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, nonché delle modalità di esecuzione dell'opera e dell'eventuale rinterro, così come indicato dalle vigenti disposizioni di legge (DM 14.01.2008).

3.1. Muri in muratura

Verranno realizzati mediante l'impiego di muratura di pietrame a secco e/o di pietrame e malta.

Per ciò che attiene le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera si rimanda alla sezione "Murature" del presente Capitolato.

3.2. Muri in calcestruzzo

Potranno essere realizzati in calcestruzzo semplice e/o armato.

Per ciò che attiene le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera si rimanda alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

3.3. Muri in gabbioni

Nei muri in gabbioni, i singoli gabbioni componenti saranno saldamente collegati tra loro mediante legature sino a realizzare una struttura monolitica; il dimensionamento verrà condotto con i criteri delle opere di sostegno a gravità.

Le caratteristiche dei gabbioni nonché la loro esecuzione si atterranno a quanto prescritto nel punto 1.4.1 del presente Capitolato ed alle indicazioni specifiche, compatibilmente a quelle

delle maglie onde ottenere una densità quanto più possibile uniforme; lo spessore dei singoli elementi si manterrà intorno a 0.50 m, e detti elementi si disporranno con il lato più lungo parallelo alla sezione verticale del muro; i muri potranno essere realizzati con gradonatura verso valle, oppure verso monte (staticamente più consigliabile); per altezze superiori ai 3 m non saranno adottati paramenti verticali, ma si inclinerà l'opera a reggipoggio di almeno 6° oppure si realizzeranno adeguate riseghe; per altezze superiori ai 5-6 m si consiglia una gradonatura verso valle.

Per contrastare la deformabilità comunque elevata dell'opera, potranno essere impiegati uno o più ordini di tiranti, il drenaggio a tergo dell'opera sarà effettuato con i consueti metodi; sarà evitata per motivi statici la disposizione a faccia-vista del pietrame sulla facciata esterna, adottabile per motivi estetici solamente in strutture poco sollecitate.

4.0 OPERE DI SOSTEGNO IN TERRA RINFORZATA

Potranno essere realizzate mediante l'impiego delle seguenti tipologie di armature:

- in acciaio laminato;
- geotessile, geogriglie, etc.

Per quanto riguarda la prima tipologia di rinforzi, questi dovranno essere costituiti da costituiti da un rilevato armato con armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo Fe 510, di sezione 40x5 mm o equivalente, zincato a caldo in ragione di 5 g/dm² e spessore medio 0,07 mm e da un paramento verticale in pannelli prefabbricati di c.a.v., avente $R_{ck} \geq 30$ MPa ed armatura in barre in acciaio B450C controllato in stabilimento.

Il collegamento tra i pannelli e le armature del terrapieno è realizzato con attacchi in acciaio zincato a caldo annegati nel getto dei pannelli e vincolati ai ferri d'armatura del conglomerato cementizio.

I pannelli di paramento, sagomati e disposti come da progetto, alterneranno nelle file di base e di sommità elementi interi con elementi speciali costituiti da semipannelli; in corrispondenza di spigoli e di coronamento suborizzontali dovranno essere impiegati pannelli speciali in misure fuori standard.

I giunti tra i pannelli devono essere attrezzati per permettere un assestamento flessibile in quelli orizzontali ed il passaggio dell'acqua con trattenuta dei materiali fini in quelli verticali.

I giunti orizzontali saranno costituiti pertanto da strati dello spessore di almeno 2 cm di sughero pressato trattato con resine epossidiche.

Quelli verticali da strisce di schiuma di poliuretano a cellule aperte di sezione 4x4 cm.

I pilastri d'angolo e le lastre coprigiunto, in elementi prefabbricati di c.a.v., dovranno avere le stesse caratteristiche dei pannelli e dovranno comprendere i pezzi speciali, gli attacchi e quant'altro necessario.

In aderenza al paramento interno delle lastre dovrà essere fornito e posto in opera in più riprese un rivestimento costituito da un telo in geotessile non tessuto in polipropilene del peso di 350 g/m².

Il coronamento in sommità dei pannelli costituenti il paramento verticale sarà realizzato in cemento armato secondo le previsioni di progetto.

Nella formazione del rilevato costituente il terrapieno armato dovranno essere applicate norme e prescrizioni alla sezione "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

L'Impresa dovrà porre particolare cura alla selezione dei materiali costituenti il rilevato, dovrà effettuare il costipamento in spessori ridotti per la presenza delle armature e con particolari cautele a ridosso del paramento esterno.

4.1. Strutture di sostegno a scomparti cellulari

Costituite da elementi in c.a.v. prefabbricati, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura, contenente una percentuale di fino (limo o argilla) variabile dal 10÷15% ed avente peso specifico non inferiore a 1,9 t/m³.

Gli elementi prefabbricati in c.a.v., di sagomatura come da progetto, dovranno avere $R_{ck} \geq 35$ MPa ed armatura in barre di acciaio B450C controllato in stabilimento.

La configurazione delle pareti longitudinali potrà essere verticale o a scarpa, a seconda delle indicazioni di progetto.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. dovranno essere tali da inibire la fuoriuscita del materiale di riempimento; in particolare tutti gli elementi longitudinali formanti il paramento in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno una vaschetta che dovrà essere riempita con terreno agrario ed impiantata con piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti, in ragione di quattro piantine per metro di vaschetta.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, che dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, la fondazione dovrà essere eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

Durante la realizzazione del muro si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per allontanare l'acqua eventualmente presente, in modo da poter eseguire le lavorazioni di posa in opera degli elementi prefabbricati e del terreno agrario all'interno delle vaschette in assenza di acqua.

4.2. Strutture di contenimento in elementi scatolari

Costituite da elementi scatolari in c.a.v. prefabbricati, disposti su file perfettamente orizzontali, tra loro intervallati in modo che le pareti degli elementi delle file sottostanti costituiscano appoggio per le pareti degli elementi delle file sovrapposte.

L'arretramento di ciascuna fila rispetto a quella sottostante determinerà un paramento in vista inclinato di circa 70° rispetto all'orizzontale.

Ad avvenuto completamente di ciascuna fila, la struttura risultante dovrà essere riempita fino al contatto con la retrostante parete con un misto di cava od altro materiale, permeabile e sciolto, di idonea pezzatura, compattato a fondo all'interno e tra gli elementi, fino all'incontro con la parete a tergo della struttura.

Per il riempimento degli ultimi 20 cm delle superfici che restano in vista dovrà essere impiegato terreno vegetale così da agevolare l'attecchimento della vegetazione.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. e le modalità esecutive della struttura dovranno essere comunque tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento.

Gli elementi scatolari ed i relativi pezzi speciali in c.a.v., di forma, dimensioni e finitura come da progetto, dovranno avere $R_{ck} \geq 30$ MPa, ed essere armati con barre e/o rete elettrosaldata di acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento in ragione di 55 kg di acciaio per metro cubo di conglomerato cementizio.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, dimensionata come da progetto e dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, sarà eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

La struttura dovrà essere completata con gli elementi speciali di chiusura laterale e di chiusura di coronamento; in corrispondenza di ciascun elemento scatolare dovranno essere impiantate almeno tre piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti; dovrà essere sistemato il terreno a monte del coronamento della struttura.

5.0. Specifica di controllo

5.1 DIFESA DEL CORPO STRADALE

5.1.0. Disgaggio di massi

Prima di dare inizio alle attività di rimozione di masse pericolose, si dovrà disporre di:

- una planimetria della zona oggetto del lavoro con l'indicazione delle masse da disaggiare;
- una breve relazione sulle modalità di rimozione;
- data o periodo in cui avverranno le attività.

Nel caso di impiego di esplosivi, saranno riportate anche le misure di sicurezza adottate.

Nel caso di impiego di esplosivi varranno i controlli indicati nella specifica relativa al loro impiego e riportata alla sezioni "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

Alla fine dei lavori la DL accerterà che:

- tutte le masse identificate come pericolose siano state rimosse;
- che non siano stati provocati danni a manufatti pre-esistenti;
- che non siano state poste in instabilità ulteriori masse.

L'esito delle verifiche dovrà essere riportato su apposita relazione, redatta dall'Impresa, che dovrà essere controfirmata dalla DL.

5.1.1. Paramassi

5.1.1.0. Controlli sui materiali

Tutti i seguenti materiali:

- profilati in acciaio
- cavi funicolari
- reti metalliche
- lamiere lisce e sagomate

dovranno essere accompagnato, per ogni rotto di fornitura, da certificazione del fornitore dimostrante la conformità alle specifiche del presente Capitolato e forniti dalla DL.

La certificazione dei profilati dovrà attestare la conformità alle specifiche anche del ciclo di verniciatura, nel caso che i profilati vengano forniti in elementi già tagliati e verniciati.

5.1.1.0. Controlli in posa in opera

Durante le fasi di posa in opera la DL dovrà effettuare le seguenti verifiche, redigendo apposito verbale:

- Verifica che il ciclo di verniciatura dei profilati per i paramassi elastici, sia alle specifiche del presente Capitolato. Nel caso che gli elementi in profilato provengano dal fornitore già verniciati, si dovrà controllare l'integrità del trattamento protettivo.

- Verifica della corrispondenza alle specifiche di Capitolato degli elementi dei paramassi elastici (se questi non provengano già preparati dal fornitore e delle barriere rigide e dell'assemblaggio in opera di questi).
- Prova del limite di rottura dei cavi funicolari, su spezzoni di ogni fune da impiegare.

I campioni potranno essere prelevati in contraddittorio con la DL; le prove dovranno essere eseguite presso un laboratorio ufficiale approvato.

5.2. RIVESTIMENTI DI PARETI E SCARPATE

Gli elementi componibili prefabbricate o le reti metalliche per i rivestimenti dovranno provenire da un fornitore qualificato ed approvato, il quale dovrà certificare la conformità dei suoi prodotti alle specifiche indicate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

Alla D.L. dovranno essere con sufficiente anticipo i fornitori.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato, e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevandola ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da, sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.

(Ogni partita. composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

5.2.1. Gabbioni e Materassi metallici

Prima della messa in opera di ogni partita di gabbioni o materassi metallici giunta in cantiere, l'impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato dal produttore, redatto a norma della Circolare del Ministero LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962.

La Direzione Lavori procederà al collaudo del materiale di ogni partita.

Preliminarmente effettuerà una ricognizione a vista dei gabbioni e/o dei materassi per controllare che nei punti di torsione della rete lo zinco non presenti sollevamento o screpolature.

Nel caso che tali anomalie fossero presenti in più del 10% delle verifiche, la partita sarà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

Procederà quindi al prelevamento di campioni di filo, ciascuno della lunghezza di almeno 40 cm, in ragione di almeno un campione ogni 100 gabbioni o materassi ed un campione ogni lo matasse di filo per cuciture, per determinare la quantità di zinco presente, espressa in grammi per metro quadrato di superficie zincata, che dovrà risultare uguale o superiore ai valori riportati nella tabella che segue:

DIAMETRO DEI FILI	QUANTITÀ DI ZINCO (PER m ² DI SUPERFICIE ZINCATA)
1,8 mm 2,0 mm 2,2 mm	240 g
2,4 mm 2,7 mm	260 g
3,0 mm 3,4 mm	270 g
3,8 mm ed oltre	290 g

Metà di ciascun campione verrà sottoposto a prova per verificare il peso unitario dello strato di zinco mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura.

sull'altra metà dovranno essere eseguite prove per verificare l'uniformità dello spessore dello strato di zincatura mediante cinque immersioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata, senza che compaiono sul ferro depositi di rame aderente.

Entrambe le prove dovranno essere effettuate, a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla stessa Direzione Lavori, nel rispetto della Norma UNI 4007/78.

Qualora il peso unitario dello strato di zinco risulti inferiore a quello indicato in tabella in più del 20% dei campioni e l'uniformità dello strato risulti carente in eguale misura, la partita sarà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

Del pari la partita sarà rifiutata in assenza od incompletezza del certificato di collaudo e garanzia che il produttore deve rilasciare per ogni partita.

Per quanto riguarda il pietrame, si che le caratteristiche del materiale da fornire, rispondano ai requisiti prescritti per questo materiale dal Capitolato di Costruzione, come di seguito dettagliato:

- non gelivo, alla prova eseguita secondo le Norme del R.D. 1 6/11/39 n. 2232.
- non friabile,

- non dilavabile,
- di buona durezza,
- di peso specifico rilevante (maggiore di 2000 Kg/m^3 per i materassi)

Le prove sulle suddette caratteristiche saranno eseguite nel laboratorio di cava, o in altro laboratorio e i relativi certificati saranno vistati dalla DL.

Le prove in corso di fornitura saranno eseguite su lotti quantitativamente definiti dalla DL, in funzione delle caratteristiche della cava e del materiale e delle dimensioni dei massi e delle opere da realizzare.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno effettuate le seguenti verifiche:

- a) Verifica dell'esistenza del certificato di analisi della pezzatura del pietrame.

Questa deve essere compresa tra $1 \div 1.5$ volte la dimensione massima della maglia della rete impiegata, salvo quanto diversamente specificato nel progetto, e sarà specificata nell'ordine di fornitura alla cava.

Questa prova sarà eseguita in cava e ne dovrà essere redatto apposito certificato accompagnante ogni lotto di fornitura.

- b) verifica che le modalità operative di riempimento del materiale consentano di ottenere un indice di porosità rientrante nei valori di riferimento: $0,3 \div 0,4$.

La prova sarà effettuata, prima dell'inizio dei lavori, utilizzando il laboratorio di cantiere, su un campione per ogni tipo di gabbione o materasso da utilizzare.

In corso d'opera saranno eseguiti controlli giornalieri sull'applicazione della procedura operativa per la posa in opera dei materiali:

- a) verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, della conformità delle legature dei gabbioni e dei materassi a quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale, sia sui singoli elementi che sugli accoppiamenti e sulle inserzioni di diaframmi di rinforzo.

- b) verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, dell'inserimento di tiranti tra le pareti opposte di ogni singolo elemento di gabbione, nel caso che questo non sia munito di diaframmi intermedi.

5.2.2. Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento

Si dovranno effettuare prima della loro posa in opera, seguenti controlli:

- a) classificazione mediante pesatura a spot, con la bilancia disponibile in cantiere, e suddivisione dei massi in base alle categorie riportate al punto 2.2 del presente Capitolato.

Ogni mucchio dovrà riportare chiare indicazioni sulla classe dei massi in esso contenuti.

- b) Verifica dell'assenza di rotture o lesioni, da effettuare a spot per i massi fino alla terza categoria e su ogni singolo, masso per le categorie superiori.
- c) Controllo che venga rispettato il posizionamento dei massi secondo le dimensioni, così come prescritto dal presente Capitolato e la ripartizione proporzionale delle varie categorie prescritta dal progetto.
- d) Provvedere all'eliminazione incondizionata di tutti i massi che, durante la posa, dovessero cadere fuori sagoma.

L'attuazione dei controlli suddetti, dovrà essere effettuata almeno sul lavoro svolto giornalmente.

5.3 MURI DI SOSTEGNO

Le strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto, redatti nel rispetto delle norme emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. 14.01.2008) e di quelle emanate in applicazione della Legge 02/02/1974 n. 64.

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione dei documenti di cui all'art. 9 della legge n° 1086 e avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'impresa a porre in opera la struttura prefabbricata.

Nella realizzazione dei componenti in conglomerato cementizio vibrato semplice od armato, normale o precompresso, nonché per gli acciai di armatura dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato i geotessili dovranno rispondere alle caratteristiche di cui ai punti 2.4.7.4 e 2.4.6 della sezione "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

Per tutte le strutture di sostegno e contenimento di cui al presente punto, gli oneri di brevetto nonché quelli relativi ai calcoli di progetto dei muri prefabbricati sono a carico dell'Impresa.

Quando previsto in progetto, i muri avranno paramento a faccia vista realizzato con lastre in pietra di Luserna o porfido, dello spessore non inferiore a 2 cm, disposte secondo le indicazioni di progetto ed inglobate nel getto.

Relativamente agli scavi di fondazione, l'impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

5.3.1 Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 10%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera.

Muri di altezza superiore a 5,0 m dovranno avere le costolature collegate con la platea di base mediante tiranti prefabbricati in c.a.v.; la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati. Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese.

Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere $R_{ck} \geq 35$ MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere $R_{ck} \geq 30$ MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

5.3.2 Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.

Costituiti da pannelli in c.a.p. prefabbricati, posti in opera in posizione verticale entro fondazione in c.a.; per muri di altezza superiore a 3,00 m, i pannelli vengono ancorati al rilevato retrostante mediante geotessili tessuti in polipropilene rinforzato con cavetti in acciaio.

I pannelli dovranno essere monolitici a tutta altezza, di larghezza standard 2,40 m, con superficie in vista concava a profilo circolare e spessore variabile dai 26 cm ai bordi e 16 cm in mezzzeria, rifinita mediante getto su matrici in gomma.

I bordi laterali dei pannelli, finiti come da progetto, dovranno essere rinforzati con inserti metallici in acciaio zincato, sagomati in modo da costituire giunto a maschio e femmina che garantisca complanarità al paramento del muro.

In corrispondenza di ciascun giunto dovrà essere creato un drenaggio verticale protetto da geodreno di dimensioni minime 10x1,5 cm, con scarico verso l'esterno al piede.

I geotessili di ancoraggio, che hanno una estremità annegata nel getto dei pannelli e sono posizionati nel numero ed alle quote previste in progetto, vengono stesi ed inglobati nei rilevati mano a mano che procede la loro formazione.

Particolare cura dovrà essere posta nel costipamento del rilevato al di sopra dei geotessili di ancoraggio in modo da poter garantire un'adeguata efficacia degli stessi ancoraggi.

Il conglomerato cementizio dei pannelli dovrà avere $R_{ck} \geq 45$ MPa; l'acciaio per l'armatura lenta dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento; i trefoli di precompressione dovranno essere formati con fili aventi $f_p(1) \geq 1670$ MPa e $f_{ptk} \geq 1865$ MPa.

5.3.3. Muri di controripa in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 15%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

La platea gettata in opera, nel caso dei muri di controripa, è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli per cui in questo tipo di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea.

Per quanto riferentesi a caratteristiche dei pannelli, bordino al piede, giunti tra i pannelli, classe dei conglomerati cementizi, tipo dell'acciaio di armatura, cautele esecutive, si richiama integralmente il contenuto del precedente punto 5.3.2, ribadendo, in particolare, che eventuali eccedenze di scavo dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

5.3.4. Muri di sostegno in muratura

Per quanto riguarda le opere di sostegno in muratura di pietrame, si dovrà verificare che il materiale impiegato, soddisfi i requisiti riportati nella sezione "Murature" del presente Capitolato.

Durante la posa in opera si dovrà verificare che vengano soddisfatte le prescrizioni riportate al punto 3.4.4 del presente Capitolato.

5.3.5. Muri di sostegno in calcestruzzo

Per quanto riguarda i calcestruzzi e gli acciai di armatura valgono le prescrizioni riportate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

5.3.6. Muri di sostegno in elementi prefabbricati (c.a.v. , c.a.p.)

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, era in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. 14.01.2008), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n. 64, delle Istruzioni C.N.R. 10025/84

“Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati”.

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della Legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d) del citato decreto nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà declassata del 10% del valore verrà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'art.15; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

In facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

5.3.7. Muri di sostegno terra rinforzata

Per quanto riguarda questa tipologia di opere, si richiede che i materiali impiegati e le loro modalità di posa in opera, soddisfino i requisiti indicati ai punti 2.4.6 e 2.4.7.4 della Sez. Movimenti di Terra del presente Capitolato.

SEZIONE 20

-OPERE IN VERDE -

INDICE

- 1.0. OPERE IN VERDE
 - 1.1. Fornitura e sistemazione di terreno vegetale nelle aiuole
 - 1.2. Rivestimento delle scarpate
 - 1.2.1. Preparazione del terreno
 - 1.3. Concimazioni
 - 1.4. Semine
 - 1.4.1. Idrosemina
 - 1.4.2. Semina di ginestra (*Cytisus scoparius* o *Spartium junceum*)
 - 1.4.3. Rimboschimento con semenzali e impianto di talee
 - 1.4.4. Alberi
 - 1.4.5. Spostamento di piante
 - 1.4.6. Protezione delle piante esistenti da conservare
 - 1.4.6.1. Modalità di protezione
 - 1.4.7. Estrazione dal vivaio e controllo delle Pianta
 - 1.4.8. Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora
 - 1.4.9. Epoca di messa a dimora
 - 1.4.9.1. Preparazione delle piante prima della messa a dimora
 - 1.4.9.2. Messa a dimora delle piante
 - 1.4.9.3. Apertura di buche e fosse per la messa a dimora delle piante
 - 1.5. Cure colturali
 - 1.6. Pulizia del piano viabile

1.0 OPERE IN VERDE

Le scarpate in rilevato od in scavo ed in genere tutte le aree destinate a verde, dovranno essere rivestite con manto vegetale appena ultimata la loro sistemazione superficiale.

Eventuali erosioni, solcature, buche od altre imperfezioni dovranno essere riprese con terreno agrario, riprofilando le superfici secondo le pendenze di progetto; dovrà essere curata in modo particolare la conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati.

Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tracce di pedonamento.

1.1. Fornitura e sistemazione di terreno vegetale nelle aiuole

Il terreno vegetale dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche atte a garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee, arbustive od arboree.

Dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di pietre, ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti.

Dovrà provenire da scotico di terreno a destinazione agraria, fino alla profondità massima di un metro.

Qualora il prelievo venga fatto da terreni non coltivati, la profondità di prelevamento dovrà essere contenuta allo strato esplorato dalle radici delle specie erbacee presenti ed in ogni caso non dovrà superare il mezzo metro.

L'Impresa prima di effettuare il prelevamento e la fornitura della terra, dovrà darne avviso alla Direzione Lavori, affinché possano venire prelevati, in contraddittorio, i campioni da inviare ad una stazione di chimica agraria riconosciuta, per le analisi di idoneità del materiale secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S.

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, ben sminuzzato, spianato e configurato in superficie secondo le indicazioni di progetto.

1.2. Rivestimento delle scarpate

Rivestimento di scarpate in rilevato ed in scavo, dovrà essere eseguito mediante semina, rimboschimento o ricopertura con materiali idonei.

1.2.1. Preparazione del terreno

Dopo regolarizzazione ed eventuale riprofilatura, le scarpate in rilevato dovranno essere preparate per il rivestimento mediante una erpicatura poco profonda, eseguita con andamento climatico favorevole e con terreno in tempera (40-50 % della capacità totale per l'acqua).

In questa fase l'impresa dovrà avere cura di portare a compimento tutte quelle opere di regolazione idraulica prevista in progetto, che rappresentano il presidio e la salvaguardia delle scarpate.

Sulle scarpate in scavo, oltre alla regolarizzazione delle superfici, dovranno eventualmente essere predisposte buche in caso di rimboschimento con semenzali o impianti di talee.

1.3. Concimazioni

L'Impresa, a sua cura e spese, dovrà effettuare le analisi chimiche dei terreni per poter definire la conciliazione di fondo, che di norma è costituita da concimi minerali somministrati nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici titolo medio 18% :	0,80	t/ha
- concimi azotati titolo medio 16% :	0,40	t/ha;
- concimi potassici titolo medio 40% :	0,30	t/ha.

E' facoltà della Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed inoltre per esigenze particolari, variare le proporzioni di cui sopra senza che l'Impresa possa chiedere alcun compenso.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura e miscelazione del letame con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla conciliazione di fondo, l'impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione dovrà avvenire in modo uniforme.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate, lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile ed al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero certamente più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere uno sviluppo uniforme e regolare degli impianti a verde.

I concimi usati per le concimazioni di fondo e di copertura, dovranno essere forniti nelle confezioni originali di fabbrica, risultare a titolo ben definito e, nel caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni.

Prima di effettuare le concimazioni di fondo, l'impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione Lavori affinché questa possa disporre eventuali controlli.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con impiego di personale pratico e capace, per assicurare uniformità nella distribuzione.

Per le, scavo eventualmente rivestite con semenzali o talee, la concimazione potrà essere localizzata.

1.4. Semine

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto al precedente punto; la concimazione come descritta al precedente punto, dovrà essere effettuata in due tempi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici; i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta.

Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie.

Nella tabella che segue è riportata la composizione di cinque miscugli da impiegare a seconda delle caratteristiche dei terreni e delle particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

Specie	Tipo di Miscuglio				
	A	B	C	D	E
	Kg di seme per ettaro				
<i>Lolium Italicum</i>	-	38	23	50	-
<i>Lolium Perenne</i>	-	38	23	50	-

<i>Arrhenatherum Elatius</i>	50	-	-	-	33
<i>Dactylis Glomerata</i>	5	42	23	20	-
<i>Trisetum Plavescens</i>	12	8	5	-	-
<i>Festuca Pratensis</i>	-	-	47	33	-
<i>Festuca Rubra</i>	17	12	15	10	-
<i>Festuca Ovina</i>	-	-	-	-	10
<i>Festuca Heterophylla</i>	-	-	-	-	15
<i>Phleum Pratense</i>	-	12	12	20	-
<i>Alopecurus Fratensis</i>	-	20	18	26	-
<i>Cynosurus Cristatus</i>	-	-	-	-	5
<i>Poa Pratensis</i>	5	38	30	7	3
<i>Agrostis Alba</i>	-	10	7	7	-
<i>Antoxanthum odoratum</i>	-	-	-	-	2
<i>Bromus Erectus</i>	-	-	-	-	25
<i>Bromus Inermis</i>	66	-	-	-	20
<i>Trifolium Pratense</i>	13	8	10	7	-
<i>Trifolium Repens</i>	-	12	7	-	-
<i>Trifolium Hibridum</i>	-	-	-	10	-
<i>Medicago Lupulina</i>	5	-	-	-	10
<i>Onobrychis Sativa</i>	-	-	-	-	67
<i>Antillis Vulneraria</i>	17	-	-	-	5
<i>Lotus Corniculatus</i>	10	-	3	10	5
Sommano Kg	200	200	200	200	200

Di seguito si riporta lo schema della compatibilità dei miscugli con i vari tipi di terreno:

Tipo di Miscuglio	Caratteristiche dei Terreni
<i>Miscuglio A</i>	<i>Terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano;</i>
<i>Miscuglio B</i>	<i>Terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili;</i>
<i>Miscuglio C</i>	<i>Terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili;</i>
<i>Miscuglio D</i>	<i>Terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi</i>
<i>Miscuglio E</i>	<i>Terreni di medio impasto, in clima caldo e secco</i>

L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco.

Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

1.4.1. Idrosemina

Dopo che le superfici da rivestire saranno state preparate come descritto al precedente punto 1.2.1 del presente Capitolato, l'impresa procederà al rivestimento mediante idrosemina impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante ed acqua.

Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.

I materiali da impiegare dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione Lavori che disporrà le prove ed i controlli ritenuti opportuni.

I miscugli di seme da spandere, aventi le composizioni nei rapporti di cui alla tabella riportata nel precedente punto 1.4 a seconda dei tipi di terreni da rivestire, saranno impiegati nei quantitativi di 200, 400 e 600 kg/ha, in relazione alle prescrizioni che la Direzione Lavori impartirà tratto per tratto, riservandosi inoltre di variare la composizione del miscuglio stesso, fermo restando il quantitativo totale di seme.

Dovrà essere impiegato fertilizzante ternario (PKN) a pronta, media e lenta cessione in ragione di 700 kg/ha.

Per il fissaggio della soluzione al terreno e per la protezione del seme, dovranno essere impiegati in alternativa 1200 kg/ha di fibre di cellulosa, oppure 150 kg/ha di collante sintetico, oppure altri materiali variamente composti che proposti dall'Impresa, dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori.

Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in progetto.

Anche per l'idrosemina l'Impresa è libera di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare ed uniforme.

1.4.2. Semina di ginestra (*Cytisus scoparius* o *Spartium junceum*)

Sulle superfici preparate e concimate come ai precedenti punti del presente Capitolato l'Impresa procederà alla semina di ginestra eseguita in buche disposte a quinconce, equidistanti 20 cm su file a loro volta distanziate di 20 cm. Il quantitativo di seme da impiegare dovrà essere di 50 kg/ha.

Il seme stesso dovrà essere bagnato prima della semina per favorirne la germinazione; inoltre, se nella zona non vi sono altri ginestreti, dovrà essere mescolato con terriccio proveniente da vecchi ginestreti, in ragione di almeno 500 kg/ha di terriccio, per favorire il diffondersi del microrganismo che ha vita simbiotica con la ginestra e che pertanto è necessario al suo sviluppo.

1.4.3. Rimboschimento con semenzali e impianto di talee

Sulle superfici preparate e concimate, come già indicato nei precedenti punti del presente Capitolato, l'Impresa procederà all'impianto di semenzali o talee, secondo le previsioni di progetto, in ragione di cinque piantine per metro quadrato, disposte a quinconce su file parallele al ciglio strada.

L'Impresa è libera di effettuare l'impianto nel periodo che riterrà più opportuno tenuto conto naturalmente del tempo previsto per la ultimazione dei lavori, restando comunque a suo carico l'onere della sostituzione delle fallanze.

L'impianto potrà essere fatto a mano od a macchina, comunque in modo tale da poter garantire l'attecchimento ed il successivo sviluppo regolare e rapido.

Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite o eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate.

Sarà inoltre cura dell'Impresa trattare l'apparato radicale con una miscela di terra argillosa e letame bovino, diluita in acqua.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto.

Le piantine o talee dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento.

Negli impianti di talee, queste dovranno risultare del diametro minimo di 1,5 cm, di taglio fresco ed allo stato verde e tale da garantire il ripollonamento.

Qualora i materiali non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra la Direzione Lavori ne ordinerà l'allontanamento dal cantiere.

1.4.4. Alberi

Devono avere la parte aerea a portamento e forma regolare, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, a sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, in terreno troppo irrigato o concimato.

Gli alberi dovranno rispondere alle specifiche indicate nell'elenco dei prezzi per quanto riguarda le seguenti voci (da utilizzare tutte o in parte, conformemente alle caratteristiche proprie delle diverse specie):

- circonferenza del tronco, misurata ad un metro dal colletto;
- altezza totale;
- altezza di impalcatura, dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per tutti gli alberi, in corrispondenza alla proiezione della chioma per i cespugli;
- densità della chioma, numero medio di ramificazioni laterali su cm di tronco.

Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivaistiche con l'ultima lavorazione alle radici, risalente a non più di tre anni secondo la seguente tabella.

<i>Foglia caduca</i>	fino a circonf. cm 12-15 fino a circonf. cm 20-25 fino a circonf. cm 30-35	almeno 1 trapianto almeno 2 trapianti almeno 3 trapianti
	fino ad alt. di m 2-2,5	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad alt. di m 2,5-4	almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
<i>Sempre verdi</i>	fino ad alt. di m 2,5-4	almeno 2 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad alt. di m 5-6	almeno 3 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, sarà racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa' terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, plan plast, juta, rete metallica, fitocella).

1.4.5. Spostamento di piante

Le piante da spostare, se non sono indicate nei documenti dell'appalto, andranno preventivamente marcate sul posto.

Se non possono essere subito ripiantate, le piante dovranno essere collocate in depositi provvisoriamente allestiti per assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e in genere contro tutti i possibili agenti di deterioramento.

I lavori si riferiscono:

- alle piante definite attraverso gli elaborati progettuali:

- (in alternativa) alle piante segnalate sul posto secondo le modalità di seguito descritte:

ELENCO DELLE PIANTE DA SPOSTARE

Esemplare	Genere	Specie	Varietà o cultivar	Forza	Osservazioni

Prescrizioni per favorire la ripresa dei vegetali da spostare.

Qualora non sia prevista a carico dell'Impresa la garanzia di attecchimento, per le piante spostate andranno adottate le seguenti prescrizioni:

- modalità di estrazione (preparazione dell'apparato radicale, confezione in zolle, ecc.);
- condizioni di trasporto (eventuale obbligo di uso di particolari mezzi meccanici, ecc.);
- località e modalità di accantonamento;
- modalità per la messa a dimora (concimazioni, tutori, piantagioni, ecc.);
- modalità di manutenzione (frequenza e dose delle irrigazioni, utilizzazione di antitraspiranti, ecc.);

L'Impresa ha l'onere della manutenzione dei depositi e delle piante messe a deposito.

Quando lo spostamento delle piante presenta il rischio di una cattiva ripresa dopo il trasferimento, l'Impresa interrompe le operazioni di spostamento e ne informa il Direttore dei Lavori, affinché si possano prendere le misure di salvaguardia per i vegetali interessati.

Trascorse quarantotto ore dal recepimento dell'avviso di interruzione al direttore dei lavori, gli spostamenti possono essere ripresi.

1.4.6. Protezione delle piante esistenti da conservare

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno i vegetali da conservare sono protetti con i dispositivi predisposti a cura dell'Impresa prima dell'inizio di altri lavori.

Questi dispositivi consistono in recinzioni per le masse vegetali e in corsetti di protezione per le piante isolate. Salvo diverse motivate prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco ed alti almeno 2 m.

Le piante da conservare sono indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.

Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori.

I lavori si riferiscono (in alternativa):

- alle piante definite attraverso gli elaborati grafici;
- alle piante segnate sul posto secondo le modalità di seguito descritte:

ELENCO DELLE PIANTE DA SPOSTARE

Esemplare	Genere	Specie	Varietà o cultivar	Forza	Osservazioni

1.4.6.1. Modalità di protezione:

- generali
- modalità particolari riferite alle piante di seguito elencate:

<i>Esemplare n.</i>	<i>Modalità particolari di protezione</i>

Modalità per la sostituzione dei vegetali che non sarà stato possibile proteggere in maniera efficace (dove le piante possiedono caratteristiche che non ne consentano la sostituzione sarà necessario indicare una penalità per la loro mancata protezione).

Tutte le misure utili debbono essere prese per preservare, conformemente alle norme in vigore, le sorgenti o le acque superficiali o sotterranee.

1.4.7. Estrazione dal vivaio e controllo delle Piante

a) l'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata. L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente; le piante potranno essere fornite a radice nuda o collocate in contenitori o in zolle. Le zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucro di juta, paglia, teli di plastica o altro;

b) Prima della messa a dimora lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificate in cantiere e, le piante scartate, dovranno essere immediatamente allontanate;

c) Per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve dare, attraverso una iscrizione chiara ed indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero, nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche);

d) verifica della conformità dell'esemplare alla specie ed alla varietà della pianta si effettua, al più tardi, nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

1.4.8. Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora devono essere prese le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti nonché danni per il gelo.

1.4.9. Epoca di messa a dimora

La messa a dimora non deve essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra é imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Salvo diverse prescrizioni del Capitolato speciale d'appalto, la messa a dimora degli alberi si effettua tra metà ottobre e metà aprile.

La DL potrà indicare date più precise, secondo il clima, funzione della regione e/o dell'altitudine.

La messa a dimora delle piante a radice nuda s'effettua comunque in un periodo più ristretto, da metà novembre a metà marzo, mentre per le piante messe a dimora con zolla o per le conifere il periodo può essere esteso dall'inizio di ottobre a fine aprile o anche all'inizio di maggio.

Alcune tecniche di piantagione permettono di piantare in tutte le stagioni (contenitori, zolle imballate in teli di plastica saldati a caldo, ecc.).

Per le piante messe a dimora a stagione avanzata, dovranno comunque essere previste, cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

1.4.9.1. Preparazione delle piante prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più appropriati; le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche.

E' tuttavia bene conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora é tardiva.

Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

1.4.9.2. Messa a dimora delle piante

- *Tutori:* i tutori sono conficcati nella buca di piantagione prima della messa a dimora delle piante. In rapporto alla pianta, il tutore é posto in direzione opposta rispetto al vento dominante. Il tutore deve affondare di almeno 30 cm oltre il fondo della buca;

- *collocazione delle piante e riempimento delle buche:* sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale. La pianta deve essere collocata in modo che il colletto si

trovi al livello del fondo della conca di irrigazione. L'apparato radicale non deve essere né compresso, sarà spostato.

La buca di piantagione é poi colmata di terra fine. La compattazione della terra deve essere eseguita con cura in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria. Il migliore compattamento é ottenuto attraverso un'abbondante irrigazione, che favorisce inoltre la ripresa del vegetale;

- *legature e colletti*: legature e colletti circondano il tronco e sono disposti in modo che attraverso la loro azione il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta é posta a circa 20 cm al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad 1 m dal suolo. In queste misure occorre tenere conto del compattamento successivo del suolo;
- *potature di formazione*: la potatura di formazione ove richiesta dal capitolato speciale d'appalto, si effettua conformemente alle prescrizioni di questo;
- *conche di irrigazione* : la terra va sistemata al piede della pianta in modo da formare intorno al colletto una piccola conca; l'impresa effettua una prima irrigazione che fa parte dell'operazione di piantagione e non va quindi computata nelle operazioni di manutenzione.

Salvo diverse prescrizioni della DL , le quantità approssimative d'acqua per l'irrigazione sono:

- 40/50 litri per albero;
- 15/20 litri per arbusti.

Prima dell'impianto l'Impresa ,dopo aver provveduto, ove necessario, alle opere idonee a garantire il regolare smaltimento delle acque onde evitare ristagni, dovrà eseguire una lavorazione agraria del terreno consistente in un'aratura a profondità variabile da 50 cm a 100 cm, a seconda della situazione, e nell'erpatura ripetuta fino al completo sminuzzamento o, su superfici di limitata estensione, in una vangatura, avendo cura in ogni caso di eliminare sassi, pietre o materiali che possano impedire la corretta esecuzione dei lavori.

In occasione delle lavorazioni di preparazione del' terreno e prima della messa a dimora delle piante saranno effettuate, a cura e spese dell'Impresa, le analisi chimiche del terreno in base alle quali la D.L. indicherà la composizione e le proporzioni della concimazione di fondo da effettuarsi con la somministrazione di idonei concimi minerali e/o organici.

Oltre alla conciliazione di fondo l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, la D.L. indicherà all'Impresa le varie specie arboree ed arbustive da impiegare nei singoli settori.

Nella preparazione delle buche l'Impresa dovrà assicurarsi che non ci siano ristagni d'acqua nella zona di sviluppo delle radici, nel qual caso provvederà con idonee opere idrauliche (scoli, drenaggi).

Nel caso che il terreno scavato non sia adatto alla piantagione l'Impresa dovrà riempire le buche con terra vegetale idonea.

Si dovrà comunque verificare che le piante non presentino radici allo scoperto o internate oltre il livello del colletto.

1.4.9.3. Apertura di buche e fosse per la messa a dimora delle piante

I lavori per l'apertura di buche e fosse per la futura messa a dimora delle piante sono effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.

Questi lavori riguardano:

- buche individuali per i soggetti isolati;
- buche e fosse per la messa a dimora di piante raggruppate.

Salvo diverse prescrizioni della DL, le dimensioni delle buche dovranno essere le seguenti:

- alberi adulti (con circonferenza del tronco di almeno 18÷20 cm) e conifere di almeno 3 m di altezza: 1 m x 1 m x 1m;
- giovani piante: 0,7 m x 0,7 m x 0,7 m
- arbusti: 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m;
- siepi continue: 0,50 m x 0,50 m x 1 m di profondità;
- piantine forestali: 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m;
- piante da fioritura: 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m.

I materiali impropri che appaiono nel corso delle lavorazioni sono eliminati attraverso la discarica.

Se necessario, le pareti ed il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati perché le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido ed aerato.

Salvo diverse prescrizioni della DL , buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

1.5. Cure colturali

Sino a quando non sia intervenuto con esito favorevole il collaudo definitivo dei lavori l'impresa dovrà effettuare a sua cura e spese la manutenzione degli impianti a verde curando in particolare:

a) lo sfalcio di tutte le superfici del corpo autostradale e sue pertinenze, seminate o rivestite da vegetazione spontanea, ogni qualvolta l'erba abbia raggiunto l'altezza media di 35 cm.

La Direzione Lavori potrà prescrivere all'Impresa di effettuare lo sfalcio in dette aree anche a tratti discontinui e senza che questo possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell'Impresa stessa.

L'erba sfalcata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e trasportata fuori dalle pertinenze autostradali entro 24 h dallo sfalcio.

La raccolta e l'allontanamento dell'erba dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la sua dispersione sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e munito di reti di protezione.

b) la sostituzione delle fallanze, le potature, scerbature, sarchiature, concimazioni in copertura, trattamenti antiparassitari, risemine, ecc. nel numero e con le modalità richieste per ottenere un regolare sviluppo degli impianti a verde e le scarpate rivestite dal manto vegetale.

t compreso nelle cure colturali anche l'eventuale adacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'impresa, oltre a quanto già previsto.

1.6. Pulizia del piano viabile

Il piano viabile, al termine di ogni operazione d'impianto o manutentoria dovrà risultare assolutamente sgombro di rifiuti; la terra eventualmente presente dovrà essere asportata mediante spazzolatura e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di abbondanti getti d'acqua.

Qualora risultasse sporcata la segnaletica orizzontale, questa dovrà essere pulita accuratamente a mezzo lavaggio.

SEZIONE 21

- *BARRIERE ANTIFONICHE* -

1.0 QUALITA' E CERTIFICAZIONE DEI MATERIALI CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA

Nella esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro, nonché a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino, nelle presenti specifiche tecniche, prescritte speciali norme di esecuzione, l'Impresa dovrà attenersi ai migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente nonché agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori, previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

Per quanto non espressamente citato in questo capitolato, nonché per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali e le modalità di esecuzione delle opere di tipo civile, complementari alla realizzazione della barriera acustica, si rimanda alle norme ed alle disposizioni delle specifiche sezioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

1.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI – PROVE DEI MATERIALI – CERTIFICAZIONI

I materiali da impiegare nelle forniture e nei lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di progetto.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute e i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

1.1.1 Certificati di qualità

Per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di prescritti dal presente atto, l'Impresa, prima dell'impiego, dovrà esibire al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale richiesti dal presente capitolato o che verranno eventualmente richiesti dal Direttore stesso. Tali certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o la loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o fornitura in rapporto ai dosaggi e composizioni proposte. Tali certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

1.1.2 Prove dei materiali

In relazione a quanto prescritto circa le qualità e caratteristiche dei materiali, e la loro accettazione, l'Impresa fornitrice sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, attraverso il prelevamento e l'invio dei campioni ai laboratori ufficiali indicati dalla Stazione Appaltante, nonché a tutte le relative prove.

I dati delle prove o i campioni saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione, per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria.

Di detti dati o campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'Ufficio Compartimentale, previa apposizione di sigillo e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

2.0 PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE

Gli interventi di realizzazione di protezioni antifoniche devono essere realizzati sulla base del progetto acustico e delle relative prescrizioni di Capitolato, sotto il controllo del Direttore dei Lavori, il quale dovrà assicurare che sia sottoposta ad approvazione ogni eventuale modifica del progetto approvato.

Al Direttore dei Lavori ed al Costruttore, ciascuno per la sua parte, spetta la responsabilità della conformità dell'opera al progetto e della qualità dei materiali impiegati.

Al fine di garantire la qualità degli interventi, le forniture, le opere ed i servizi di risanamento e/o modifica sono oggetto delle prescrizioni previste nel D.L.vo 24 luglio 1992, n. 358 e nel D.P.R. 18 aprile 1994, n. 573.

2.1 FASE DI ESECUZIONE: ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E MESSA IN OPERA

2.1.1 Accettazione

La fase di accettazione fornisce la certificazione preventiva dei materiali e si compone di:

1. prove per certificare i materiali dal punto di vista fisico-chimico e meccanico
2. prove per certificare i materiali dal punto di vista acustico, costituite da tre prove:
 - (a) prova di laboratorio in camera riverberante;
 - (b) prova su barriera campione in campo aperto ed in condizioni normalizzate;
 - (c) prova con metodo impulsivo.
 - (d)

2.1.2 Messa in opera

I controlli e le prove eseguite fase di messa in opera hanno invece lo scopo di garantire la corretta esecuzione delle opere e la loro rispondenza alle specifiche fissate nel progetto esecutivo.

2.2 COLLAUDO TECNICO

Nell'ambito delle attività di sua competenza, al collaudatore compete l'onere di verificare la rispondenza dell'opera intera e delle sue parti a quanto previsto dal progetto acustico e dalle sue eventuali modifiche.

2.3 CONTROLLI DI QUALITÀ NELLE FASI DI MESSA IN OPERA

Tutti i materiali impiegati debbono essere verificati in accordo a quanto specificato nell'ordine di acquisto e nella specifica tecnica del fornitore il quale dovrà essere qualificato e notificato alla D.L..

Al fornitore deve essere richiesto di effettuare, per ogni lotto di pannelli fornito, delle prove di collaudo secondo quanto specificato nei capitoli relativi alle specifiche di messa in opera, per verificare che lo stesso risponda alle caratteristiche progettuali e alle specifiche tecniche e normative richiamate nel Capitolato di Costruzione e nelle specifiche tecniche allegate all'ordine di acquisto.

L'esito delle verifiche deve essere riportato in una apposita relazione di collaudo, corredata di tutti i certificati di prova richiesti nella normativa e specifiche citate.

Detta relazione deve essere consegnata alla D.L. almeno 15 giorni prima della posa in opera delle protezioni antifoniche, costituendo la stessa fase vincolante per il montaggio delle stesse.

L'esito del controllo sulla relazione di collaudo deve essere annotato sul P.C.Q., così come le eventuali osservazioni della D.L. o le prove aggiuntive richieste dalla stessa.

Tutti i materiali dovranno pervenire in cantiere provvisti di certificazione di provenienza (fornitore).

I controlli da effettuare in fase di posa in opera sono:

- controllo certificazioni di fornitura;
- verifica esistenza prescrizioni progettuali di montaggio idonee a rispettare le prescrizioni del Capitolato di Costruzione e delle specifiche tecniche;
- verifica della corretta installazione in accordo al progetto e alle modalità di posa in opera sopra richiamate, effettuata a spot sui pannelli installati in ogni giorno di lavoro;
- controllo della corretta messa a terra della barriera protettiva: al termine di ogni lotto di barriera protettiva si dovranno effettuare delle prove di messa a terra in accordo alle prescrizioni della norma C.E.I. 9.6.

Tutti i suddetti controlli debbono essere annotati sui relativi P.C.Q..

3.0 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

La certificazione sulle prove di controllo materiali di seguito descritte, da effettuarsi ad opera di un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente), sarà a carico del costruttore/fornitore.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti.

3.1 PANNELLI TRASPARENTI

Qualora particolari esigenze architettoniche o paesaggistiche lo suggeriscano, è possibile impiegare pannelli in materiali trasparenti: polimetilmetacrilato, policarbonato o vetro.

Le lastre dovranno essere della qualità e delle dimensioni richieste, di un solo pezzo, di spessore uniforme e prive di difetti, con facce piane perfettamente parallele. Dovranno essere in grado di resistere agli agenti atmosferici, all'acqua e ai vari componenti chimici usati per eventuali operazioni di pulizia. I pannelli dovranno essere intelaiati sui quattro lati.

Nella progettazione di barriere acustiche con pannelli trasparenti bisogna prestare particolare attenzione al minimizzare le riflessioni di luce potenzialmente pericolose per i conducenti dei veicoli in transito.

La trasparenza dei pannelli inoltre costituisce un pericolo per gli uccelli, che deve essere ridotto inserendo opportune sagome di rapaci locali.

3.1.1 Pannelli in policarbonato

I pannelli in policarbonato dovranno avere spessore minimo di 8 mm ed essere protetti su entrambe le superfici dai raggi UV. Il fattore di trasmissione totale (diretta + diffusa) dopo prova di invecchiamento accelerato (secondo ASTM G 26/93) per 4000 ore (2000 ore per faccia) non dovrà scendere al di sotto del 95% del valore iniziale (la prova va condotta secondo ASTM D1003-92).

Lo strato di protezione dagli UV deve essere omogeneo col substrato (identico coefficiente di dilatazione termica lineare) onde evitare fenomeni di deformazione o microfessurazioni dovuti a sollecitazioni meccaniche o termiche.

Particolare cura dovrà essere posta nell'attacco pannello-montante, per poter assorbire le dilatazioni termiche del materiale che raggiungono il valore di 1 cm/m.

La guarnizione, compatibile con il polycarbonato, deve essere in EPDM della durezza di 70 shores e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa. Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio. La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento.

I pannelli in polycarbonato dovranno rispondere inoltre alle caratteristiche tecniche sotto riportate:

Caratteristiche	Metodo prova ASTM	Esigenza minima
Densità minima	D792	1,1 g·cm-3
Resistenza a flessione	D790	100 MN·m-2
Resistenza a trazione minima	D638	65 MN·m-2
Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio	D256	1,5 kJ·m-2
Temperatura di rammollimento VICAT minima	D1525	110°C
Coefficiente max di dilatazione termica lineare	D696	$80 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Trasmissione della luce minima per lastre non colorate	D1003 Illuminante A	90%
Indice d'ingiallimento massimo dopo 1000 ore con lampada solare	D1925	2%

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

3.1.2 Pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA)

I pannelli in polimetilmetacrilato devono essere di tipo colato o estruso con spessore minimo di 15 mm. Essi devono essere conformi, per quanto riguarda inclusioni e tolleranze di spessore, alla norma DIN 16957 e realizzati partendo da metacrilato puro; l'impiego di materiale rigenerato per la costruzione delle lastre non è ammesso.

La guarnizione, compatibile con il metacrilato, deve essere in EPDM della durezza di 70 shores e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa. Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio. La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento.

I pannelli in PMMA dovranno inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche tecniche:

Caratteristiche	Metodo prova ASTM	Esigenza minima
Densità minima	D792	1,1 g·cm-3
Resistenza a flessione	D790	80 MN·m-2
Resistenza a trazione minima	D638	57 MN·m-2
Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio	D256	70 kJ·m-2
Temperatura di rammollimento VICAT minima	D1525	140°C
Coefficiente max di dilatazione termica lineare	D696	80·10-6 °C-1
Trasmissione della luce minima per lastre non colorate	D1003 Illum. A	85%
Indice d'ingiallimento massimo dopo 1000 ore con lampada solare	D1925	6%

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

3.2 MONTANTI

3.2.1 Montanti metallici

I montanti metallici devono essere realizzati in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo S275JR (Fe430B) in conformità alla UNI EN 10025/92 e zincati a caldo in conformità alla UNI EN 1461 per uno spessore non minore di 85 µm, previo ciclo di sabbiatura SA 2112 oppure trattamento di decapaggio chimico. Per assicurare una buona e durevole aderenza del prodotto verniciante alla superficie zincata è richiesto inoltre l'applicazione di uno dei seguenti trattamenti della superficie, subito dopo la zincatura:

- ciclo completo di cataforesi
- ciclo completo di brugalizzazione
- lavaggio e sgrassaggio delle superfici zincate, seguiti da applicazione di uno strato di fondo a base di pittura epossidica al fosfato di Zn (spessore 60 ÷ 80 µm), quindi da uno strato di copertura a base di pittura poliuretanica (spessore 60 ÷ 80 µm).

La successiva verniciatura deve essere effettuata a polveri o a smalto e seguita da polimerizzazione a 140°.

Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura, deve essere di almeno 180 µm in modo da realizzare una superficie esente da pori.

Il fornitore deve comunque indicare il sistema del trattamento previsto per protezione anticorrosiva della superficie dei diversi elementi ed allegare le schede tecniche dei prodotti vernicianti e le modalità di applicazione.

Il colore delle protezioni anticorrosive sarà comunicato preventivamente dal Committente.

In caso di incendio i materiali impiegati non devono sviluppare gas tossici o fumi opachi.

Le prove previste sul montante sono le seguenti:

- verifica della zincatura;
- misura degli spessori degli strati protettivi;
- controllo della rispondenza dei prodotti vernicianti alle caratteristiche dichiarate.

▪
Sui profili costituenti i montanti che non risultino “prodotti qualificati” ai sensi dell'allegato 8 del DM 27/7/85 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" devono essere effettuate tutte le prove meccaniche e chimiche previste dalle norme UNI in numero atto a fornire un'adeguata conoscenza delle proprietà di ogni singolo lotto di fornitura e comunque almeno tre saggi per ogni 20 t di ogni singolo profilo.

Tutti i singoli valori sperimentali dovranno rispettare le prescrizioni di cui ai prospetti 2-I e 2-II del DM citato per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche e, alle tabelle UNI corrispondenti, per quanto riguarda le caratteristiche chimiche.

3.3 PORTE DI ISPEZIONE E DI SICUREZZA

Le porte di ispezione e di sicurezza devono essere poste ad una distanza non superiore a 300 m l'una dall'altra; la distanza è da considerarsi quale valore massimo e pertanto è lasciato al progettista il corretto distanziamento delle vie d'uscita in relazione al contesto ambientale, morfologico, ecc. in cui viene inserita la protezione acustica.

Le porte dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- Larghezza libera: ≥ 85 cm.
- Altezza libera: ≥ 190 cm.
- Le caratteristiche antifoniche delle porte devono corrispondere a quelle delle pareti. A tal fine le porte devono essere realizzate con un pannello dello stesso tipo di quelli utilizzati per le pareti, montato su opportuno telaio. Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione delle giunzioni tra parti fisse e parte mobile, facendo in modo che i coefficienti di assorbimento e di isolamento dell'intera parete non siano pregiudicati.
- Le porte devono essere provviste di maniglione di apertura di tipo antipanico, apribile solo dall'interno; dall'esterno l'apertura deve essere possibile solo con apposita chiave in dotazione ai posti di manutenzione.
- La segnalazione delle porte deve essere seguita secondo le norme per le uscite di sicurezza.
- Le porte devono essere facilmente apribili anche in caso di gelo.

Le porte possono essere sostituite da interruzioni della barriera secondo le indicazioni del progettista.

3.4 ACCESSORI

3.4.1 Sigillanti e guarnizioni

Sigillanti e guarnizioni devono garantire nel tempo l'ermeticità acustica e deve quindi resistere all'invecchiamento da agenti naturali (raggi UV, variazioni di temperatura, ecc.).

Il fornitore dovrà specificare preventivamente le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per i sigillanti e le guarnizioni specie per quanto riguarda la qualità dell'elemento elastico e la sua resistenza all'invecchiamento. Inoltre detti materiali dovranno rispettare le seguenti prescrizioni della norma DIN 53571:

Caratteristica	Esigenza minima
Allungamento alla rottura a + 20°C	Almeno 380%
Allungamento alla rottura a - 20°C	Almeno 350%
Resistenza alla rottura a + 20°C	Superiore a 10 N/mm ²

Il profilo della guarnizione dovrà essere studiato in modo tale da evitare la fuoriuscita del pannello nel momento di maggiore sollecitazione e contemporaneamente ammortizzare le vibrazioni dello stesso.

Le guarnizioni da utilizzare con i pannelli in polycarbonato o in metacrilato e dovranno essere realizzate con materiale compatibile con tali prodotti.

I sigillanti dovranno anch'essi essere compatibili col polycarbonato o col metacrilato e non dovranno contenere acido acetico.

La D.L. avrà la facoltà di eseguire le prove che riterrà opportune per la verifica di tali caratteristiche.

3.4.2 Accessori metallici

Tutti gli elementi metallici non precedentemente contemplati (viti, dadi, rivetti, rondelle elastiche, distanziatori, tirafondi, ecc.) devono essere in acciaio inossidabile AISI 306 o AISI 430 o in acciaio zincato a caldo per immersione in accordo alle Norme UNI EN 10142/92, 10143/92, 10147/93, per uno spessore non inferiore a 60 µm (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti in acciaio zincato).

Nel caso di pannelli in lega leggera possono essere usati elementi metallici sia in acciaio inox che in alluminio. Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, valgono le seguenti prescrizioni:

- Tirafondi: il materiale dovrà avere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe37BkB della Norma UNI 7356/76.
- Piastre di base: saranno realizzate con acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe 360B secondo la Norma UNI 7070.
- Bulloni: dovranno appartenere alla classe di resistenza 8.8 della UNI 3740 associata nel modo indicato nel prospetto 2 -III della CNR-UNI 10011/85.

4.0 CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOASSORBENTI E CONTEMPORANEAMENTE FONOISOLANTI

4.1 SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE

La fase di accettazione consiste nella certificazione preventiva dei materiali e per quanto riguarda le caratteristiche acustiche è distinta in due momenti: il primo riguardante le prove di laboratorio in camera riverberante; il secondo riguardante prove su campioni di barriera in campo aperto ed in condizioni normalizzate.

Le prove sono a carico del costruttore/fornitore che deve certificare l'efficacia acustica del manufatto facendo eseguire presso un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente) una serie di test che rispondano ai requisiti di accettazione fonici. I relativi certificati debbono essere accompagnati da una dichiarazione del Laboratorio che attesti che nell'ambito delle norme e prescrizioni relative siano state rispettate le metodologie standard di esecuzione.

Le prove di laboratorio hanno lo scopo di omologare preventivamente i materiali: la prova in camera riverberante consente di valutare le caratteristiche intrinseche dei materiali, mentre le prove in campo aperto sono necessarie per valutare l'efficacia delle barriere nel loro complesso.

4.1.1 Prove di laboratorio in camera riverberante

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 30 dB per i pannelli monoassorbenti e a 24 dB per quelli biassorbenti. Il suo valore sarà determinato secondo la norma ISO 140/3-1978 e la ISO 717/1-1982 e successivi aggiornamenti.

Le proprietà fonoassorbenti dei materiali saranno valutate mediante la determinazione del coefficiente di assorbimento acustico α secondo la norma ISO/R354-1985

I pannelli aventi la capacità di assorbire l'energia acustica incidente sono classificati in due categorie, da scegliersi in base alle condizioni di impiego:

- TIPO I: ad elevato potere fonoassorbente;
- TIPO II: a medio potere fonoassorbente.

Essi devono garantire, alle varie frequenze centrali di banda d'ottava, i seguenti valori minimi del coefficiente di assorbimento acustico α , in riferimento alla norma ISO/R 354-1985 e successivi aggiornamenti:

TIPO I: ad elevato potere fonoassorbente:

Frequenza (Hz)	Coefficiente α
125	0.40
250	0.70
500	0.80
1000	0.80
2000	0.80
4000	0.75

TIPO II: a medio potere fonoassorbente:

Frequenza (Hz)	Coefficiente α
125	0.35
250	0.40
500	0.50
1000	0.60
2000	0.55
4000	0.50

La Norma ISO 354-1985 se da una parte prevede che le misure siano effettuate in 1/3 di ottava, dall'altra fornisce, invece, le tabelle di confronto con dati in ottave: è chiaro che per il raffronto bisognerà mediare i tre valori dei tre terzi per ottenere il corrispondente valore in ottava.

Nel caso di elementi biassorbenti i campioni saranno provati separatamente sulle due facce.

4.1.2 Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di "insertion loss")

Al fine di valutare il comportamento della barriera dal punto di vista acustico dovrà essere eseguita una prova di attenuazione in campo libero in una configurazione standard con sorgente puntiforme, rispettando la metodologia indicata in seguito.

La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 m dalla barriera, dalle sorgenti

e dai punti di misura; su autorizzazione del Committente potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm.

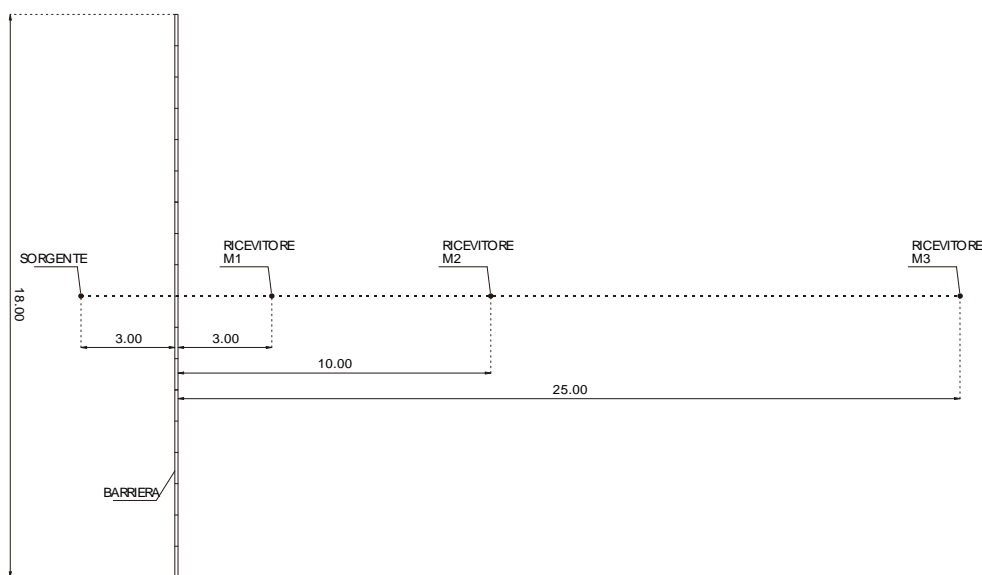
La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

La barriera utilizzata per le prove, realizzata con i pannelli inseriti negli appositi montanti ed ogni altro elemento costitutivo disposto come previsto per i normali impieghi, deve avere un'altezza di 3 m ed una lunghezza di 18 m.

I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

Le misure vanno eseguite in corrispondenza del montante centrale utilizzando una sorgente campione di rumore bianco e rosa e un ricevitore posti nelle posizioni indicate in Fig.1.

PLANIMETRIA SCHEMATICA



SEZIONE SCHEMATICA

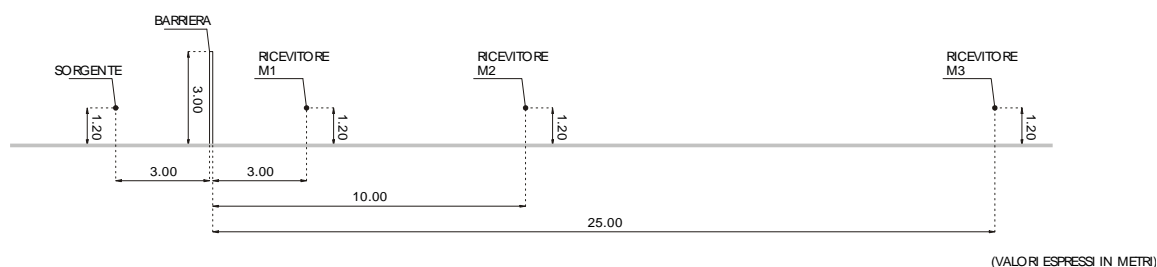


FIGURA 1: SCHEMA DELLA PROVA IN CAMPO LIBERO

Le misure devono essere condotte in banda d'ottava nel campo $125 \div 4000 \text{ Hz}$ con un fonometro integratore con tempo di integrazione di almeno 10 s per ogni banda di ottava, ovvero un analizzatore in tempo reale con tempo di integrazione di almeno 30 s. E' inoltre richiesta la misura globale utilizzando il filtro di ponderazione A con tempo di integrazione di almeno 10 s.

La sorgente di rumore sarà costituita da un altoparlante con diametro inferiore o uguale a 15 cm. Le caratteristiche di direzionalità della sorgente sonora dovranno essere misurate in loco e riportate nel certificato di prova.

Le misurazioni effettuate nella prova, sia per quanto riguarda il livello totale che i livelli per le singole bande di frequenza, saranno ritenute valide solo se il livello misurato è superiore di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato nello stesso punto.

L'attenuazione sonora in campo libero è calcolata, per ognuna delle bande d'ottava e per il valore globale ponderato A, con la formula:

$$\Delta L = L_{p0} - L_p$$

dove:

L_{p0} = livello di pressione sonora nella posizione di misura in assenza di barriera;

L_p = livello di pressione sonora nella posizione di misura in presenza di barriera.

L'attenuazione della barriera in corrispondenza dei punti di misura dovrà essere di almeno: 22 dB(A) a 3 m, 18 dB(A) a 10 m e di 16 dB (A) a 25 m, sia per il rumore bianco sia per quello rosa. Per tali valori di attenuazione è ammessa una tolleranza massima di 4 dB(A).

Ai fini della misura le letture saranno valide solo se superiori di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato in quel punto per ciascuna banda di frequenza. Inoltre, durante le misurazioni, dovrà essere garantita l'assenza di altre fonti di rumore significative che potrebbero incidere sul rumore di fondo stesso.

Nel caso in cui la sorgente sonora sia costituita da più altoparlanti, essi dovranno avere il loro asse alla stessa altezza e il diametro dell'altoparlante maggiore non dovrà essere superiore a 0.15 m. Le curve di direttività degli altoparlanti alle varie frequenze dovranno essere misurate in loco e riportate nel verbale di misura. La sorgente dovrà essere il più possibile omnidirezionale o avere almeno una simmetria rotazionale intorno al proprio asse orizzontale rivolto verso la barriera.

Tutta la strumentazione dovrà rispondere alle caratteristiche previste dalla IEC 804 per i fonometri integratori. I filtri di banda d'ottava dovranno essere in accordo con la IEC 225. Il microfono di misura dovrà avere il diametro non maggiore di ½ pollice ed essere del tipo per campo libero.

Il valore dell'attenuazione sonora dovrà essere presentato in forma tabellare e grafica, rappresentando l'andamento del livello sonoro in funzione della frequenza.

4.1.3 Prova di una barriera tipo secondo la norma AFNOR S 31-089

Questo metodo di prova consente di individuare in campo aperto i coefficienti di fonoisolamento e di valutare il coefficiente di fonoassorbimento della barriera in funzione della frequenza. Consente di valutare sia le caratteristiche dei materiali costituenti lo schermo che la qualità della posa in opera (guarnizioni, giunzioni, montanti).

Permette di determinare le seguenti proprietà fisiche dei pannelli:

- potere fonoisolante (espresso in dB): capacità di un materiale di “opporsi” alla propagazione del rumore attraverso di esso.

Potere fonoisolante (dB) = Livello suono diretto - Livello suono trasmesso

- potere fonoassorbente (espresso in %): capacità di un materiale di “dissipare” l'energia sonora incidente su di esso.

$$\text{Potere fonoassorbente (\%)} = \frac{\text{Energia acustica riflessa}}{\text{Energia acustica incidente}}$$

Oltre alla valutazione delle proprietà fonoassorbenti e fonoisolanti degli schermi acustici, questa norma può permettere di identificare l'origine delle principali variazioni delle caratteristiche acustiche dello schermo in prova (fessure ad es.).

Con questa tecnica non è possibile valutare l'attenuazione totale prodotta dalla barriera nei punti disturbati (“insertion loss”), in quanto essa è fortemente influenzata anche dall'altezza, lunghezza e posizione della schermatura.

Si prescrive che la perdita locale di energia acustica per trasmissione, T_{LT} nelle bande di ottava di 1000 e 2000 Hz, deve essere maggiore o uguale a 26 dB con una tolleranza di 5 dB.

4.2 SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA

L'opera dovrà essere realizzata utilizzando esclusivamente materiali che abbiano superato il processo di accettazione indicato in precedenza. Tale rispondenza, così come il corretto assemblaggio dei singoli componenti della struttura, sarà verificata durante la fase di messa in opera a cura della Direzione Lavori.

La costruzione della barriera deve risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, ecc.

Questa proprietà deve essere assicurata mediante un corretto montaggio, senza lasciare quindi fessure o giochi fra pannello e pannello, fra pannelli e montanti e fra pannelli ed elementi di supporto di base. L'esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.

La verifica acustica di corretta installazione si esegue secondo i criteri descritti nel capitolo 4.1.3 (prova con metodo impulsivo secondo la norma AFNOR S 31-089) sulla barriera dimensionata in fase di progetto.

La perdita locale di energia acustica per trasmissione, T_{LT} rilevata in opera nelle bande d'ottava di 1000 e 2000 Hz deve risultare maggiore o uguale ai valori riscontrati nella prova AFNOR S 31-089 eseguita per la fase di accettazione, detratti di una tolleranza di 5 dB.

Questa prova sarà a carico del fornitore/installatore ed eseguita da un istituto riconosciuto idoneo dalle parti.

Sarà condotta sotto la responsabilità del direttore dei lavori che provvederà a farla eseguire a spot in vari punti con particolare attenzione a quelle zone con pezzi speciali (porte di ispezione, posti telefonici, ecc.).

I risultati di questa prova saranno confrontati con quelli ottenuti nella fase di prequalifica della barriera per rilevare le eventuali contraddizioni e/o situazioni anomale.

5.0 CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOISOLANTI

5.1 SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE

La fase di accettazione consiste nella certificazione preventiva dei materiali e per quanto riguarda le caratteristiche acustiche è distinta in due momenti: il primo riguardante le prove di laboratorio in camera riverberante; il secondo riguardante prove su campioni di barriera in campo aperto ed in condizioni normalizzate.

Le prove sono a carico del costruttore/fornitore che deve certificare l'efficacia acustica del manufatto facendo eseguire presso un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente) una serie di test che rispondano ai requisiti di accettazione fonici. I relativi certificati debbono essere accompagnati da una dichiarazione del Laboratorio che attesti che nell'ambito delle norme e prescrizioni relative siano state rispettate le metodologie standard di esecuzione.

Le prove di laboratorio hanno lo scopo di omologare preventivamente i materiali: la prova in camera riverberante consente di valutare le caratteristiche intrinseche dei materiali, mentre le prove in campo aperto sono necessarie per valutare l'efficacia delle barriere nel loro complesso.

5.1.1 Prove di laboratorio in camera riverberante

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 30 dB. Il suo valore sarà determinato secondo la norma ISO 140/3-1978 e la ISO 717/1-1982 e successivi aggiornamenti.

5.1.2 Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di "insertion loss")

Al fine di valutare il comportamento della barriera dal punto di vista acustico dovrà essere eseguita una prova di attenuazione in campo libero in una configurazione standard con sorgente puntiforme, rispettando la metodologia indicata in seguito.

La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 m dalla barriera, dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione del Committente potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm.

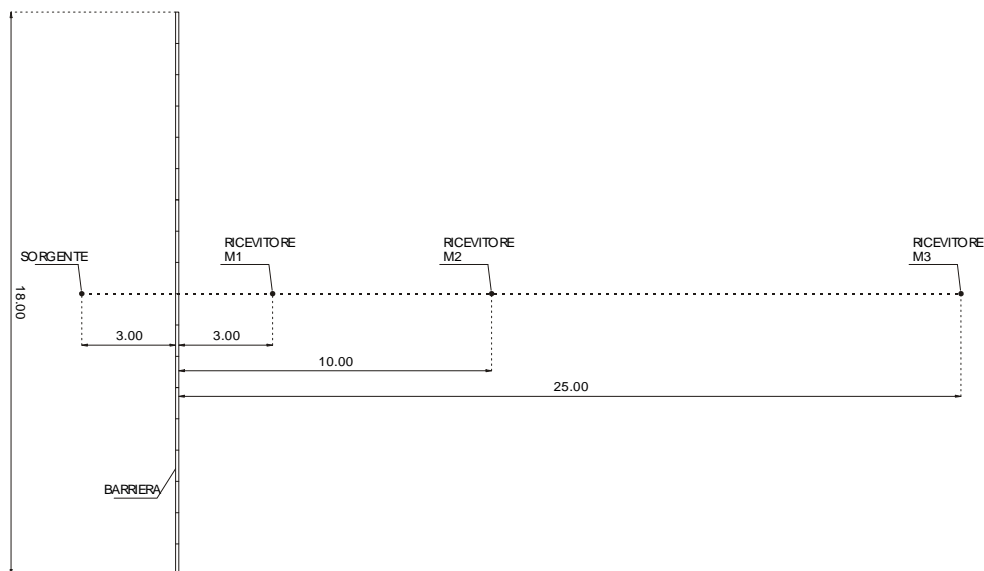
La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

La barriera utilizzata per le prove, realizzata con i pannelli inseriti negli appositi montanti ed ogni altro elemento costitutivo disposto come previsto per i normali impieghi, deve avere un'altezza di 3 m ed una lunghezza di 18 m.

I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

Le misure vanno eseguite in corrispondenza del montante centrale utilizzando una sorgente campione di rumore bianco e rosa e un ricevitore posti nelle posizioni indicate in Fig. 1.

PLANIMETRIA SCHEMATICA



SEZIONE SCHEMATICA

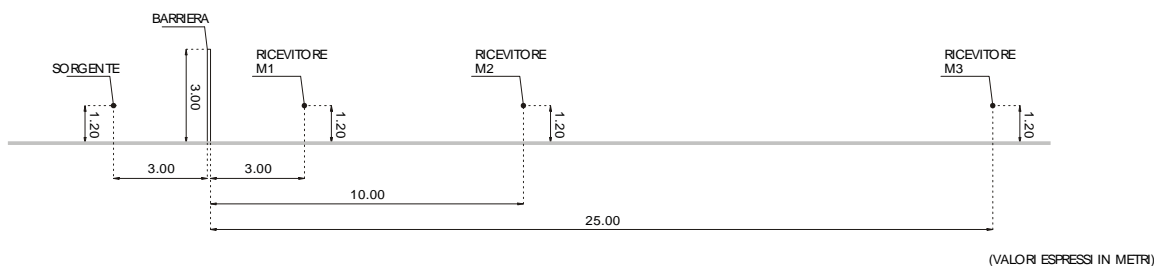


FIGURA 2: SCHEMA DELLA PROVA IN CAMPO LIBERO

Le misure devono essere condotte in banda d'ottava nel campo 125 ÷ 4000 Hz con un fonometro integratore con tempo di integrazione di almeno 10 s per ogni banda di ottava, ovvero un analizzatore in tempo reale con tempo di integrazione di almeno 30 s. E' inoltre richiesta la misura globale utilizzando il filtro di ponderazione A con tempo di integrazione di almeno 10 s.

La sorgente di rumore sarà costituita da un altoparlante con diametro inferiore o uguale a 15 cm. Le caratteristiche di direzionalità della sorgente sonora dovranno essere misurate in loco e riportate nel certificato di prova.

Le misurazioni effettuate nella prova, sia per quanto riguarda il livello totale che i livelli per le singole bande di frequenza, saranno ritenute valide solo se il livello misurato è superiore di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato nello stesso punto.

L'attenuazione sonora in campo libero è calcolata, per ognuna delle bande d'ottava e per il valore globale ponderato A, con la formula:

$$\Delta L = L_{p0} - L_p$$

dove:

L_{p0} = livello di pressione sonora nella posizione di misura in assenza di barriera;

L_p = livello di pressione sonora nella posizione di misura in presenza di barriera.

L'attenuazione della barriera in corrispondenza dei punti di misura dovrà essere di almeno: 22 dB(A) a 3 m, 18 dB(A) a 10 m e di 16 dB (A) a 25 m, sia per il rumore bianco sia per quello rosa. Per tali valori di attenuazione è ammessa una tolleranza massima di 4 dB(A).

Ai fini della misura le letture saranno valide solo se superiori di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato in quel punto per ciascuna banda di frequenza. Inoltre, durante le misurazioni, dovrà essere garantita l'assenza di altre fonti di rumore significative che potrebbero incidere sul rumore di fondo stesso.

Nel caso in cui la sorgente sonora sia costituita da più altoparlanti, essi dovranno avere il loro asse alla stessa altezza e il diametro dell'altoparlante maggiore non dovrà essere superiore a 0.15 m. Le curve di direttività degli altoparlanti alle varie frequenze dovranno essere misurate in loco e riportate nel verbale di misura. La sorgente dovrà essere il più possibile omnidirezionale o avere almeno una simmetria rotazionale intorno al proprio asse orizzontale rivolto verso la barriera.

Tutta la strumentazione dovrà rispondere alle caratteristiche previste dalla IEC 804 per i fonometri integratori. I filtri di banda d'ottava dovranno essere in accordo con la IEC 225. Il microfono di misura dovrà avere il diametro non maggiore di ½ pollice ed essere del tipo per campo libero.

Il valore dell'attenuazione sonora dovrà essere presentato in forma tabellare e grafica, rappresentando l'andamento del livello sonoro in funzione della frequenza.

5.1.3 Prova di una barriera tipo secondo la norma AFNOR S 31-089

Questo metodo di prova consente di individuare in campo aperto i coefficienti di fonoisolamento e di valutare il coefficiente di fonoassorbimento della barriera in funzione della frequenza. Consente di valutare sia le caratteristiche dei materiali costituenti lo schermo che la qualità della posa in opera (guarnizioni, giunzioni, montanti).

Permette di determinare le seguenti proprietà fisiche dei pannelli:

- potere fonoisolante (espresso in dB): capacità di un materiale di “opporsi” alla propagazione del rumore attraverso di esso.

Potere fonoisolante (dB) = Livello suono diretto - Livello suono trasmesso

- potere fonoassorbente (espresso in %): capacità di un materiale di “dissipare” l'energia sonora incidente su di esso.

$$\text{Potere fonoassorbente (\%)} = \frac{\text{Energia acustica riflessa}}{\text{Energia acustica incidente}}$$

Oltre alla valutazione delle proprietà fonoassorbenti e fonoisolanti degli schermi acustici, questa norma può permettere di identificare l'origine delle principali variazioni delle caratteristiche acustiche dello schermo in prova (fessure ad es.).

Con questa tecnica non è possibile valutare l'attenuazione totale prodotta dalla barriera nei punti disturbati (“insertion loss”), in quanto essa è fortemente influenzata anche dall'altezza, lunghezza e posizione della schermatura.

Si prescrive che la perdita locale di energia acustica per trasmissione, T_{LT} nelle bande di ottava di 1000 e 2000 Hz, deve essere maggiore o uguale a 26 dB con una tolleranza di 5 dB.

5.2 SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA

L'opera dovrà essere realizzata utilizzando esclusivamente materiali che abbiano superato il processo di accettazione indicato in precedenza. Tale rispondenza, così come il corretto assemblaggio dei singoli componenti della struttura, sarà verificata durante la fase di messa in opera a cura della Direzione Lavori.

La costruzione della barriera deve risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, ecc.

Questa proprietà deve essere assicurata mediante un corretto montaggio, senza lasciare quindi fessure o giochi fra pannello e pannello, fra pannelli e montanti e fra pannelli ed elementi di supporto di base. L'esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.

La verifica acustica di corretta installazione si esegue secondo i criteri descritti nel capitolo 4.1.3 (prova con metodo impulsivo secondo la norma AFNOR S 31-089) sulla barriera dimensionata in fase di progetto.

La perdita locale di energia acustica per trasmissione, T_{LT} rilevata in opera nelle bande d'ottava di 1000 e 2000 Hz deve risultare maggiore o uguale ai valori riscontrati nella prova AFNOR S 31-089 eseguita per la fase di accettazione, detratti di una tolleranza di 5 dB.

Questa prova sarà a carico del fornitore/installatore ed eseguita da un istituto riconosciuto idoneo dalle parti.

Sarà condotta sotto la responsabilità del direttore dei lavori che provvederà a farla eseguire a spot in vari punti con particolare attenzione a quelle zone con pezzi speciali (porte di ispezione, posti telefonici, ecc.).

I risultati di questa prova saranno confrontati con quelli ottenuti nella fase di prequalifica della barriera per rilevare le eventuali contraddizioni e/o situazioni anomale.

6.0 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE BARRIERE ARTIFICIALI

6.1 Geometria delle barriere

La geometria degli schermi acustici sarà indicata negli elaborati grafici di progetto, redatti secondo gli schemi tipologici allegati, che dovranno essere sottoposti all'approvazione del Committente.

In caso di montaggio scalettato, la distanza da terra del bordo superiore dei pannelli deve essere ovunque non inferiore a quella ottimale prevista per l'attenuazione richiesta.

Le barriere saranno poste ad una distanza dal ciglio stradale così come indicato nei disegni tipologici e tale da consentire un agevole uso delle infrastrutture stradali e da ottimizzare l'abbattimento di energia sonora.

6.2 Particolarità costruttive delle barriere

I materiali costituenti le barriere devono essere forniti nei colori che saranno indicati dal progettista. Fra i montanti e i pannelli e tra pannello e pannello devono essere previste guarnizioni acusticamente ermetiche da descrivere negli elaborati di progetto mentre tra pannelli e fondazioni in calcestruzzo devono essere previsti elementi sigillanti.

Tutta la barriera deve essere costruita in modo da evitare in ogni punto il ristagno dell'acqua. In particolare per i pannelli composti l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli e non ristagnare sia fra pannello e pannello sia tra pannello inferiore della parete e superficie di appoggio.

Le soluzioni costruttive devono consentire la rimozione senza che occorra la demolizione della relativa fondazione. I getti di bloccaggio dovranno essere effettuati con idonee malte cementizie di tipo reoplastico.

Il materiale fonoassorbente deve essere assicurato in modo tale da evitarne spostamenti e piegature e deve essere protetto in modo che non possa impregnarsi d'acqua e non possa essere facilmente danneggiato.

Dovranno essere previsti dei dispositivi atti a impedire l'asportazione dei pannelli.

6.3 Barriere su rilevato e trincea

I vincoli obbligatori quali: interasse dei montanti, tipologia di fondazione, pannelli e parti speciali, saranno indicati sui disegni tipologici.

6.4 Protezione elettrica

I montanti metallici vanno ancorati al basamento di calcestruzzo proteggendone la parte immersa e, per almeno 10 cm, anche la parte che fuoriesce dal basamento mediante un opportuno mezzo isolante in modo da ostacolare il passaggio di correnti vaganti tra terra e barriera.

I singoli pannelli ed i montanti metallici devono essere collegati attraverso un cavo in rame di opportune dimensioni che corre lungo tutta la barriera.

Per le modalità di messa a terra e per il dimensionamento del suddetto cavo si dovrà fare riferimento alla Norma CEI 9.6 vigente.

Se la barriera viene posta in opera su un viadotto in c.a. la continuità metallica sia della barriera che del cavo in rame deve essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione delle travate del viadotto ed il cavo dovrà essere collegato elettricamente all'armatura metallica del cemento armato in un solo punto per ogni travata.

6.5 Caratteristiche di resistenza al fuoco

Tutte le barriere devono garantire il seguente grado di resistenza al fuoco secondo la circolare n° 91 del Ministero dell'Interno e il D.M. 30/11/83:

Esigenza minima: classe REI 30.

7.0 MANUTENZIONE

Le scelte costruttive devono consentire di minimizzare gli interventi di manutenzione.

E' inoltre richiesto di fornire una relazione sulle norme di manutenzione a cui l'opera dovrà essere assoggettata per un periodo di almeno 10 anni. Nel corso del primo anno di esercizio non deve essere necessario alcun lavoro manutenzione se non dovuto a cause accidentali.

Il ciclo di manutenzione previsto, così come l'eventuale sostituzione di pannelli danneggiati da incidenti o atti vandalici, devono poter essere effettuati con mezzi semplici senza pregiudicare la statica della struttura, il traffico stradale e senza causare danni a persone o cose.

Una relazione dovrà esporre in forma chiara e schematica le operazioni di manutenzione previste nonché le operazioni occorrenti per la sostituzione facile e rapida dei pannelli o di altri componenti della barriera.

L'Impresa potrà essere chiamata a fornire materiali di riserva per sostituire elementi danneggiati anche dopo il collaudo dei lavori eseguiti; pertanto l'Impresa stessa si impegna a fornire, per un congruo numero di anni, elementi del tutto uguali a quelli messi in opera.

SEZIONE 22/A

- ARMAMENTO FERROVIARIO -

INDICE

A - POSA IN OPERA DI ARMAMENTO 36 UNI POSATO SU TRAVERSE CEMENTIZIE DEL TIPO VAX U 10 I 36/50	10	E - POSA IN OPERA DI ARMAMENTO 36 UNI POSATO SU TRAVERSE CEMENTIZIE IN C.A.P. E C.A.V.	12
A1 - DEMOLIZIONE DI SCAMBI	23	F - REGOLAZIONE DELLE LUCI	12
Accelerazione non compensata	35	G - POSA IN OPERA DI ARMAMENTO SU NUOVA SEDE	12
Allegato 1	32	H - RILIEVO E STUDIO PRELIMINARE DEL TRACCIATO DELLE CURVE ...	13
Appendice	41	I - POSA IN OPERA DI PICCHETTI	14
APPENDICE	34	L - RILIEVO DEFINITIVO DEL TRACCIATO DELLE CURVE	15
ART. 1 REVISIONE GENERALE DELL ' ARMAMENTO	4	L'andamento altimetrico	35
ART. 2 RISANAMENTO DELLA MASSICCIATA	7	L'andamento planimetrico	34
ART. 3 RINNOVO ARMAMENTO IN LINEA	8	La velocità sugli scambi	39
ART. 4 LIVELLAMENTO SISTEMATICO DEL BINARIO	25	M - LIVELLAZIONE LONGITUDINALE DELLA LINEA	15
ART. 5 - OBBLIGHI ED ONERI DELL'APPALTATORE	26	N - REALIZZAZIONE RETE DI INQUADRAMENTO DEL BINARIO SU BASE ASSOLUTA CON TRACCIATO RIFERITO A PUNTI FISSI IN COORDINATE TOPOGRAFICHE	16
ART. 6 - PRESCRIZIONI E CAUTELE NEL MANEGGIO E NELLA	28	O - POSA IN OPERA DI SCAMBI SU LEGNAME	16
ART. 7 - MODALITA' RELATIVE ALLO SVOLGIMENTO DEI LAVORI	29	P - POSA IN OPERA DI SCAMBI SU TRAVERSONI DI CEMENTO	17
ART. 8 - ADDEBITI - INDENNIZI E TOLLERANZE	29	Pendenza di rampa	36
ART. 9 - VERBALI DI CONSTATAZIONI DI ACCERTAMENTO	30	Picchettazione	40
Attuazione	41	Q - SECONDA RINCALZATURA DEL BINARIO E DEGLI SCAMBI	17
AVVERTENZE GENERALI	31	R - SALDATURA ALLUMINOTERMICA DELLE ROTAIE	17
B - DESCRIZIONE DEI MATERIALI	11	Raccordi parabolici	39
B1 - REGOLAZIONE DELLE TENSIONI INTERNE DI L.R.S.	23	S - PIETRISCO	22
C - SERRAGGIO DEGLI ATTACCHI	11	Scartamento	39
C1 - TAGLIO DI ROTAIA	24	Sghembo	36
Consumi laterale rotaie	40	Simboli ed unità di misura	34
Contraccolpo	37	Sopraelevazione in curva	38
D - REGOLAZIONE DELLO SCARTAMENTO	11	Sopraelevazioni ridotte	39
D1 - FORATURA DI ROTAIE	24		

T - RICAMBIO O RILAVORAZIONE DI TRAVERSE ORDINARIE E ACCOPPIATE IN LEGNO 22

Tolleranze 34

U - TRASPORTO A PIE' D'OPERA DI TRAVERSE CEMENTIZIE 23

V - TRASPORTO A PIE D'OPERA DI COPPIONI CEMENTIZI 23

Velocità di rotazione (di rollio)..... 37

Velocità di tracciato (Vt) 38

Velocità limite in curva 37

Velocità massime d'orario 38

W - DEMOLIZIONE DEL VECCHIO BINARIO 23

Z - SISTEMAZIONE DEL PIETRISCO LUNGO LA LINEA 23

ART. 1 REVISIONE GENERALE DELL ' ARMAMENTO

La revisione generale dell'armamento da eseguirsi con mezzi meccanici o a mano dei binari di corsa, di linea e dei binari di stazione in retta ed in curva, poggiati su traverse in legno o cementizie, compreso i deviatori, nonché in corrispondenza di passaggi a livello e passatoie a raso, consiste nei seguenti lavori:

- a) Scorporatura del binario da eseguirsi fino al piano di posa delle traverse con eventuale estirpazione di erbe ed arbusti, nonché asportazione di materie di qualsiasi natura inquinante la massicciata. La stessa nei binari di corsa dovrà essere rimossa a partire dalle estremità della sagoma della massicciata, mentre nei binari delle stazioni la scopertura deve essere eseguita per l'intero cassettone, qualunque dovesse risultare la consistenza e l'entità delle materie da rimuovere.
- b) Ricambio o rilavorazione di traverse in legno e legnami speciali di scambio, che comprende la maggiore scopertura del binario necessaria per permettere il ricambio o lo spostamento e rilavorazione dei legnami speciali e delle traverse in legno; lo smontaggio con mezzi idonei degli organi di attacco esistenti; l'otturazione dei fori inutilizzabili delle traverse e legnami da reimpiegare, con cavicchi incatramati, battuti a martello e spianati con l'ascia, vietandosi di rompere la parte sporgente di essi a colpi di mazza; lo spianamento od intagliatura delle traverse e legnami nuovi od usati da reimpiegare in corrispondenza dell'appoggio delle piastre, da eseguire con l'ascia ed escluso l'uso della sega; la foratura delle traverse e legnami speciali nuovi od usati da reimpiegare, da eseguirsi in modo da attraversare i medesimi da parte a parte mediante verrina del diametro che verrà stabilito dagli agenti ferroviari, con l'avvertenza che per le traverse e i legnami usati da rilavorare, la nuova foratura deve distanziarsi di almeno 30 mm (trenta millimetri) dai fori già esistenti; la spalmatura con olio di catrame, fornito dall'appaltatore, delle parti rilavorate e dei fori delle traverse e legnami speciali nuovi od usati da reimpiegare prima della loro posa in opera; la posa in opera delle traverse e legnami nuovi od usati da reimpiegare; il montaggio con mezzi idonei degli organi di attacco; l'assodamento accurato, con mezzi ordinari e prima della rinalzatura sistematica delle traverse e legnami speciali ricambiati e/o rilavorati.
- c) Regolarizzazione dello scartamento sia in retta che in curva, secondo le misure regolamentari, con la condizione però che in qualsiasi tratto di binario revisionato, lo scartamento fra due successivi appoggi non dovrà presentare una variazione superiore ad (1 mm) un millimetro.
- d) Ispezione e ricambio di parti speciali di deviatore e dei materiali metallici minuti ordinari, rotti, eccessivamente logorati o comunque giudicati inefficienti dalla Direzione Lavori, escluso il ricambio delle rotaie, compresa la regolarizzazione o riduzione dello scartamento ai lavori che verranno prescritti dalla Direzione Lavori con la tolleranza di (1 mm) un millimetro in più o in meno.
- e) Smontaggio delle ganasce di giunzione, previa lubrificazione delle chiavarde da eseguirsi un giorno prima, raschiatura con spazzola metallica delle superfici interne delle ganasce stesse e delle rotaie su tutta la zona interessata alla giunzione, esame delle estremità delle rotaie per rilevare eventuali lesioni; spalmatura con olio grafitato e fornito dall'appaltatore, delle superfici ripulite, ricollocamento in opera delle ganasce, se ordinato dalla Direzione Lavori anche in posizione invertita.
- f) Stringimento accurato di tutti gli organi di attacco esistenti; previa lubrificazione anticipata di almeno un giorno, compresa la sostituzione od aggiunta di quelli che risultassero deteriorati o mancanti; stringimento accurato delle

chiavarde di serraggio nelle traverse accoppiate di giunzione; eliminazione mediante taglio con scalpello e successiva limatura delle sbavature o ritenimenti di metallo sulle testate delle rotaie.

g) Regolarizzazione sistematica delle luci di dilatazione delle rotaie, l'appaltatore, dovrà rispettare a seconda della lunghezza delle rotaie in opera, e per ciascuna temperatura del ferro, i valori delle luci indicati nella tabella allegata, fra le nuove luci regolarizzate e quelle della tabella di posa non si devono riscontrare differenze superiori ad (1 mm) un millimetro in meno e (2 mm) due millimetri in più per tutti i tipi e lunghezze delle rotaie, per la suddetta correzione dovranno essere eseguiti le seguenti operazioni:

1) allentamento di tutti gli organi di attacco e delle chiavarde delle ganasce;

2) sollevamento delle rotaie con paletti per eliminare l'attrito tra suola e piastra onde facilitare la distensione;

3) scorrimento delle rotaie per la regolarizzazione esatta delle luci di dilatazione secondo la tabella allegata ed in base alla temperatura che le rotaie hanno in quel momento, da eseguirsi con attrezzi idonei, restando vietato l'uso di qualsiasi mezzo che agisca rapidamente mediante urto diretto sulle testate delle rotaie o sugli organi di giunzione o che comunque possa deformare i fori in corrispondenza delle rotaie stesse;

4) stringimento massimo di tutti gli organi di attacco e moderato delle chiavarde delle ganasce;

Le operazioni predette dovranno essere effettuate per tratti di binario non troppo lunghi, in modo che nell'intervallo di tempo richiesto per le operazioni stesse, la temperatura subisca variazioni trascurabili.

h) La correzione delle luci di dilatazione dovrà essere eseguita quando la temperatura misurata sulle rotaie risulta inferiore a quella per la quale, nella tabella allegata, è prevista la luce zero e la loro ulteriore regolazione dovrà essere effettuata nel giorno successivo a quello in cui il binario è stato rinalzato o livellato.

Il controllo delle luci di dilatazione delle rotaie per il binario sotto esercizio, con dilatazione vincolata dal serraggio degli organi di attacco e dalla aderenza delle traverse bene rinalzate, va eseguito rilevando le luci stesse sia a temperatura crescente che a temperatura decrescente. I due valori ricavati per ciascuna luce di dilatazione vanno confrontati con quelli reali o teorici delle tabelle di posa per le corrispondenti temperature e le differenze andranno mediate fra loro.

I rilievi suddetti vanno eseguiti nei periodi di escursione della temperatura prossimi alla chiusura e alla massima apertura delle luci consentita degli organi di giunzione, ovvero di poco antecedenti all'inversione delle temperature di rotaia (massima alle prime ore del pomeriggio e minima al levar del sole) quando l'escursione diurna della temperatura pur essendo regolare non raggiunge le temperature corrispondenti alla chiusura o massima apertura delle luci. Quindi l'appaltatore dovrà provvedere rispettando le modalità di esecuzione sopra descritte con l'aggiunta che tutte le traverse dovranno essere regolarizzate con una tolleranza del 10% (dieci per cento) rispetto all'interasse che verrà prescritto dalla Direzione Lavori.

i) Regolarizzazione della posa delle traverse che si trovano in fuori squadro o a distanza di interasse irregolare, ammettendo una tolleranza del 10% (dieci per cento) rispetto agli interassi prescritti per il tipo di posa in opera.

l) Ricambio traverse in calcestruzzo armato del tipo biblocco o monoblocco e dei coppioni cementizi, nonché di tutti i materiali minuti necessari per gli attacchi come indicati dalle disposizioni in vigore alle ferrovie.

m) Regolarizzazione planimetrica con l'occorrente spostamento trasversale del binario fino a (cm 5) centimetri cinque, sia in retta che in curva, da eseguire prima della rinalzata sistemica degli appoggi, secondo le picchettazioni di riferimento, o secondo la rete di inquadramento del binario in coordinate assolute, dove già installata, in mancanza dei riferimenti planoaltimetrici, secondo le istruzioni della Direzione Lavori.

n) Primo livellamento sistemico longitudinale e trasversale del binario, in retta o in curva, alzando all'occorrenza, prima della rinalzata degli appoggi, il piano del ferro fino a cm 3 (centimetri tre).

n1) Secondo livellamento sistemico dal binario da eseguirsi con mezzi meccanici dopo 30 gg (trenta giorni) dalla scadenza di ciascun periodo lavorativo relativa al primo livellamento. L'impresa dovrà, mantenere la manutenzione del binario, dopo la seconda rinalzata per 60 gg (sessanta giorni).

o) Assodamento, con rinalzata meccanica e a mano, secondo gli obblighi contrattuali, di tutti gli appoggi (traverse e pezzi speciali), in modo che il binario assuma un regolare livello longitudinale e trasversale, e con particolare cura alle coppie di giunzione, per le quali dovrà eseguirsi prima della rinalzata sistemica degli appoggi un assodamento con mezzi ordinari o vibranti idonei, in modo da ottenere per tutta la larghezza della coppie e per una lunghezza di cm 40 per parte rispetto all'asse di ciascuna rotaia, un compatto e omogeneo nucleo di pietrisco sotto il piano di posa delle traverse.

p) Spicconatura e forconatura della parte marginale della unghiatra per una lunghezza di cm. 20, misurati dal piede dell'unghiatra stessa.

q) Estirpazione e trasporto presso i piazzali di stazione limitrofe al cantiere delle erbe, radici ed arbusti esistenti nella massicciata e sulla banchina, fino al ciglio del rilevato od alla cunetta delle trincee.

r) Ripresa forconi della massicciata comunque rimossa.

s) Riguarnitura del binario e profilatura della massicciata secondo la sagoma prescritta, impiegando, all'occorrenza, pietrisco di nuova fornitura.

t) Lo spurgo e pulizia delle esistenti cunette sia in galleria che allo scoperto, da eseguire mediante estirpamento di erbe ed arbusti, nonché asportazioni di materie di qualsiasi natura che ostruiscono il necessario convogliamento delle acque.

u) Esecuzione di manto con conglomerato bituminoso in corrispondenza dei P. L. (interbinari e raccordi stradali). Carico, trasporto e scarico dei materiali da impiegare; carico, trasporto, scarico e sistemazione dei materiali metallici e legnosi di recupero la cui sistemazione dovrà essere eseguita nei piazzali delle stazioni limitrofe o comprese nelle tratte di lavoro.

v) Rimozione e ripristino di passatoie esistenti; carico, trasporto e scarico di tutti i materiali di risulta che dovrà essere eseguita su aree che saranno indicate dalla Direzione Lavori nell'ambito della tratta di lavoro.

ART. 2 RISANAMENTO DELLA MASSICCIATA

Il risanamento della massicciata di binario di qualsiasi tipo, in linea, nelle stazioni, in corrispondenza di passaggi a livello e di opere d'arte, comprende:

a) La sguarnitura, il dissodamento e la rimozione delle materie esistenti, di qualsiasi natura e consistenza, estesi fino al piano di piattaforma quando necessario; ed almeno fino a cm 20 sotto il piano di posa delle traverse. In larghezza lo scavo dovrà essere esteso a tutto il corpo della massicciata compreso l'unghiatura e fino ai piedritti e alle cunette in muratura se in galleria. Il graduale abbassamento provvisorio del binario sul piano raggiunto con la rimozione della massicciata, raccordando il tratto abbassato con l'adiacente tratto già rialzato e con quello da abbassare mediante raccordo a piano inclinato avente una pendenza non superiore a (20 ‰) venti per mille con regolare livello longitudinale e trasversale, per evitare la formazione di sghebi pericolosi, oppure, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sostenendo provvisoriamente il binario con tacchi di legno, ricavati a cura dell'appaltatore, da traverse fuori uso fornite dalle ferrovie.

b) La vagliatura della massicciata rimossa per separarla dalle materie terrose, e in modo da ricavare pietrisco di pezzatura da cm 3 a cm 6, da eseguirsi con mezzi meccanici del tipo riconosciuto idoneo dalla Direzione Lavori e che presentino caratteristiche costruttive e funzionali e che non rechino pregiudizio alla sicurezza e regolarità dell'esercizio ferroviario.

c) Pulizia e spurgo delle esistenti cunette sia in galleria che allo scoperto da eseguire mediante estirpamento di erbe, radici ed arbusti, nonché esportazione di materie di qualsiasi natura che ostruiscono il necessario convogliamento delle acque.

d) Pulizia e spurgo dei cunicoli in galleria, compreso la rimozione delle lastre di copertura nella quantità necessaria per l'esecuzione dei lavori di spurgo e pulizia succitati, ricollocamento in opera delle lastre rimosse compreso l'onere delle eventuali opere murarie necessarie.

e) L'allontanamento delle materie provenienti dalla vagliatura della massicciata o comunque rimossa nel corso dei lavori, dallo spurgo e pulizia delle cunette e dei cunicoli in terra o in muratura, dallo spurgo di tombini e acquedotti e dalla eventuale regolarizzazione delle banchine su aree che saranno indicate dalla Direzione Lavori nell'ambito della tratta di lavoro o presso i piazzali di stazione limitrofi al cantiere.

f) La formazione della massicciata deve essere eseguita a strati non superiori a cm 10, ricalzando per ogni strato tutti gli appoggi in modo da assicurare il livello longitudinale e trasversale del binario per garantire il regolare transito dei treni; nella formazione suddetta l'appaltatore dovrà impiegare il pietrisco proveniente dalla vagliatura o di nuova fornitura avente pezzatura regolamentare.

g) La formazione di rampe di raccordo definitive tra i tratti di binario rialzati e quelli che conservano la quota altimetrica esistente (ponti in ferro, P.L., binari di stazione).

h) Il primo livellamento sistematico del binario con rinalzata di tutti gli appoggi da eseguire con mezzi meccanici, previe le accorrenti rettifiche per far assumere al binario un perfetto livello longitudinale e trasversale.

i) La manutenzione del tratto di binario con massiciata risanata, per tutto il tempo intercorrente tra l'ultimazione del primo livellamento e l'inizio del secondo livellamento; durante tale intervallo l'appaltatore è obbligato ad assicurare l'efficienza del binario nei riguardi dell'esercizio.

l) Il secondo livellamento sistematico del binario con rinalzata di tutti gli appoggi per la definitiva sistemazione del livello longitudinale e trasversale del binario, da eseguire con mezzi meccanici dopo trascorsi almeno trenta giorni dalla data di scadenza di ciascun periodo lavorativo, durante il quale è stato eseguito il primo livellamento. L'impresa dovrà curare la manutenzione del binario, dopo la seconda rinalzata, per ulteriori (60 gg) sessanta giorni.

m) Regolarizzazione planimetrica del binario con l'occorrente spostamento trasversale del binario stesso, sia in retta che in curva, da eseguire anteriormente al primo livellamento, secondo le picchettazioni di riferimento, o secondo i parametri della rete di inquadramento del binario in coordinate assolute dove già installato, oppure, in mancanza di esse, secondo le istruzioni della Direzione Lavori.

n) Riguanitura del binario e profilatura della massiciata secondo la sagoma prescritta, impiegando, all'occorrenza, pietrisco di nuova fornitura.

o) Carico, trasporto e scarico dei materiali da impiegare.

p) Carico, trasporto e scarico di tutti i materiali di risulta che dovrà, essere eseguita su aree che saranno indicate dalla Direzione Lavori, nell'ambito delle tratte di lavoro.

ART. 3 RINNOVO ARMAMENTO IN LINEA

Il rinnovo dell'armamento esistente con armamento tipo 36 o 50 UNI costituito da rotaie da 36 o 50 Kg/ml di m 36 di lunghezza e con:

- ✓ giunzioni appoggiate, sfalsate di m. 12;
- ✓ impiego di n. 46 traverse ordinarie e n. 2 traverse accoppiate per campata con modulo cm 75 (6/8 di metro - tipo di armamento con attacco diretto)
- ✓ impiego di n. 52 traverse ordinarie e n. 2 traverse accoppiate per campata con modulo cm 66,7 (6/9 di metro - tipo di armamento con attacco indiretto su 1/3 degli appoggi o su 1/2 degli appoggi in curva o in rettilineo);
- ✓ mezzi meccanici dell'Impresa;

- ✓ contemporaneo rinnovo e risanamento della massicciata in base al profilo del nuovo armamento con pietrisco fornito dall'Impresa;
- ✓ attacchi diretti, indiretti e misti, secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori;

consiste essenzialmente nei seguenti lavori:

- a) estirpazione e trasporto su aree indicate dalla DL delle erbe, radici ed arbusti della sede ferroviaria, limitatamente alla sua larghezza;
- b) sguarnitura, dissodamento e rimozione della massicciata fino alla profondità necessaria per far luogo ad uno strato di nuova massicciata di almeno cm 20 sotto il piano delle traverse, compreso l'eventuale splatemento della piattaforma fino al piano inferiore della nuova massicciata ove questo piano dovesse risultare a quota inferiore al piano di regolamento attuale;
- c) cernita, con appositi crivelli, della vecchia massicciata per separarla dalle materie terrose e per l'eventuale reimpiego;
- d) spurgo e pulizia delle esistenti cunette, sia in galleria che allo scoperto, da eseguire mediante estirpamento di erbe ed arbusti, nonché asportazione di materie di qualsiasi natura che ostruiscano il necessario convogliamento delle acque;
- e) spurgo e pulizia, sia in galleria che in trincea, di cunicoli laterali adiacenti al binario in lavorazione, il cui piano di copertura non risulti a quota inferiore al piano di posa delle traverse, da eseguire mediante asportazione di materie di qualsiasi natura esistenti sulle lastre di copertura, rimozione delle lastre dei cunicoli stessi nella quantità necessaria per l'esecuzione dei lavori di spurgo e pulizia succitati, ricollocamento in opera delle lastre stesse con l'onere delle eventuali opere murarie occorrenti;
- f) demolizione e ricostruzione della massicciata stradale compreso l'eventuale sovrastante manto di asfaltato, in corrispondenza dei passaggi a livello;
- g) demolizione dell'attuale binario;
- h) carico, trasporto con mezzi dell'Impresa, scarico, nonché accatastamento e classificazione dei materiali di armamento provenienti dalla suddetta demolizione (rotaie, materiali minuti e traverse) nelle stazioni limitrofe al cantiere di lavoro;
- i) carico sui piazzali della stazione limitrofa al cantiere di lavoro, trasporto con mezzi dell'Impresa e scarico delle traverse e dei materiali minuti nuovi, nonché delle rotaie occorrenti;
- l) costruzione del binario con rotaie tipo 36 UNI o 50 UNI e materiali minuti di detto tipo, con traverse di nuova fornitura e reimpiego di traverse riutilizzabili provenienti dalla smontaggio dell'attuale armamento, su uno strato di pietrisco di almeno cm 20;

- m) rialzamento del binario, per la formazione della massicciata secondo la nuova sagoma, e regolarizzazione altimetrica secondo il nuovo profilo;
- n) spalmatura con piombaggine delle ganasce e dei piani di steccatura, in corrispondenza delle giunzioni;
- o) formazione e regolarizzazione dello scartamento sia in rettilineo che in curva, secondo le misure regolamentari e le istruzioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori;
- p) regolarizzazione altimetrica e necessario spostamento del binario, da eseguirsi prima della rinalzatura sistematica degli appoggi, secondo la picchettazione tipo " HALLADE " con scostamenti limite +/- 5 mm già predisposta o secondo le indicazioni della Direzione Lavori, o dove installata, secondo i parametri della rete di inquadramento del binario in coordinate assolute;
- q) sistemazione del livello longitudinale e trasversale del binario rinnovato, al fine di consentire il regolare transito dei treni;
- r) prima rinalzatura degli appoggi, da eseguirsi con mezzi meccanici, tale da fare assumere al binario il regolare livello longitudinale e trasversale su uno strato di pietrisco, al di sotto del piano di posa delle traverse, di almeno cm 20;
- s) seconda rinalzatura sistematica degli appoggi, da eseguirsi con mezzi meccanici non prima di gg. 30 e non oltre gg. 45 dalla prima rinalzatura;
- t) manutenzione del binario rinnovato, consistente nella eliminazione di qualsiasi difetto di livellamento che si dovesse comunque verificare, per il periodo intercorrente tra la prima e la seconda rinalzatura e per (60 gg) sessanta giorni dopo la 2^a rinalzatura;
- u) formazione, profilatura e sagomatura della massicciata, secondo la sagoma stabilita e alle prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori;
- v) applicazione e rimozione di serraglie provvisorie necessarie a raccordare il tipo di armamento esistente con quello nuovo, allo scopo di garantire la continuità della circolazione dei treni; tali serraglie saranno realizzate dall'Impresa con spezzoni di rotaie dello stesso tipo di quelle in opera.

A - POSA IN OPERA DI ARMAMENTO 36 UNI POSATO SU TRAVERSE CEMENTIZIE DEL TIPO VAX U 10 I 36/50

La posa in opera del binario su traverse cementizie è realizzata con modulo cm. 66,7 (6/9 di metro) con l'impiego di 52 traverse per ogni campata di ml. 36. Le giunzioni, sfalsate di ml. 12 sono appoggiate su coppioni cementizi ed è consentita la saldatura delle rotaie in lunga barra saldata in rettilineo e in curva fino a un raggio di m 145, ed in galleria.

La sagoma della massicciata deve rispettare quella riportata nel ***"Capitolato prestazionale per traverse in c.a.v. e c.a.p. per armamento 36 e 50 UNI a scartamento ridotto"***.

B - DESCRIZIONE DEI MATERIALI

Le traverse cementizie sono costituite da due blocchi di cemento armato vibrato, uniti da un distanziatore costituito da un profilato a U 60x30x6 dello stesso tipo di acciaio delle rotaie Fe70.

I blocchi presentano una doppia armatura in tondino di acciaio ad aderenza migliorata, mentre il distanziatore, per la parte annegata nel blocco, è avvolto da una spirale anch'essa in acciaio.

Il sistema di attacco elastico, tipo NABLA, è costituito dai seguenti materiali:

- a) bullone tirafondo in acciaio zincato del diametro di 23 mm, completo di dado in acciaio zincato e rondella metallica piatta avvitato in una spirale metallica annegata nel calcestruzzo in fase di produzione, e sigillato a mezzo di resina sintetica;
- b) piastrino isolante di scartamento in materiale plastico;
- c) piastrina di stringimento in acciaio a doppia curvatura;
- d) suola sottorotaia scanalata in gomma e spirale metallica.

La lama metallica del piastrino di stringimento, di spessore di 4,5 mm, ha forma trapezoidale e presenta due assi di elasticità, l'uno perpendicolare e l'altro parallelo alla rotaia (bombatura). La lama appoggiata su un elemento in materia plastica chiamato piastrino isolante di scartamento, anch'esso di forma grosso modo trapezoidale; tale piastrino è caratterizzato da un tallone in rilievo sulla sua superficie inferiore che da un lato contrasta con la suola della rotaia e dell'altro con l'apposita spalletta realizzata sulla traversa.

Il tallone, che viene fornito in differenti larghezze, permette di regolare lo scartamento del binario, con le modalità specificate in seguito.

La suola scanalata in gomma, posta tra la rotaia e la traversa ha lo scopo di completare l'insieme elastico dell'attacco, di contribuire a impedire lo slittamento della rotaia.

C - SERRAGGIO DEGLI ATTACCHI

Il serraggio è effettuato per avvitamento del dado del bullone tirafondo ancorato nella traversa, e può essere effettuato sia manualmente con una chiave per caviglie (a testa esagonale), sia mediante incavigliatrice meccanica, con limitatore di coppia regolato tra 15 e 20 Kgm.

D - REGOLAZIONE DELLO SCARTAMENTO

La misura dello scartamento è determinata dagli appositi piastrini isolanti descritti in precedenza. La larghezza del tallone inferiore di tali piastrini è variabile secondo un passo di 2,5 mm; a ciascun valore corrisponde un numero di riferimento stampato sulla faccia superiore del piastrino. Le varie combinazioni per ottenere i valori degli scartamenti sono riportate nella tabella seguente:

Esterno	Interno	Scartamento	Interno	Esterno
9	5	950,5	5	9
9	5	952	6	8
8	6	955,5	6	8
8	6	957	7	7
7	7	960,5	7	7
7	7	962	8	6
6	8	965,5	8	6
6	8	967	9	5
5	9	970	9	5

L'incremento di scartamento in ragione di 1 m/m per ogni metro lineare di binario si ottiene posizionando i piastrini necessari per un determinato valore dello scartamento di cui alla tabella, su quattro appoggi consecutivi, per poi passare allo scaglione di scartamento successivo per altri quattro appoggi. Il gioco esistente tra i vari organi dell'attacco consente la realizzazione dell'incremento di cui sopra.

E - POSA IN OPERA DI ARMAMENTO 36 UNI POSATO SU TRAVERSE CEMENTIZIE IN C.A.P. E C.A.V.

La fornitura di traverse cementizie in c.a.p. o c.a.v. dovrà osservare quanto riportato nel ***“Capitolato prestazionale per traverse in c.a.v. e c.a.p. per armamento 36 e 50 UNI a scartamento ridotto”***

La posa in opera del binario su traverse cementizie è realizzata con modulo cm. 66,7 (6/9 di metro) con l'impiego di 52 traverse per ogni campata di ml 36. Le giunzioni, sfalsate di ml. 12 sono appoggiate su coppioni cementizi ed è consentita la saldatura delle rotaie in lunga barra saldata in rettilineo e in curva fino a un raggio di m 145, ed in galleria, .

La sagoma della massicciata deve rispettare quella riportata nel ***“Capitolato prestazionale per traverse in c.a.v. e c.a.p. per armamento 36 e 50 UNI a scartamento ridotto”***.

F - REGOLAZIONE DELLE LUCI

La regolazione delle luci di posa va effettuata come descritta nei lavori di Revisione Generale dell'Armamento, art.1 lett. g e punto 1 – 2 – 3 – 4 , relativa ai binari armati con attacchi indiretti o elastici.

G - POSA IN OPERA DI ARMAMENTO SU NUOVA SEDE

Comprende le seguenti operazioni:

- a) estirpazione e trasporto a rifiuto delle erbe, radici ed arbusti dalla sede della ferrovia, limitatamente alla larghezza di questa;

- b) pulizia delle cunette e spurgo dei cunicoli, nonché carico, trasporto con mezzi dell'impresa e scarico delle materie terrose riveniente dalla pulizia e spurgo, su aree che saranno indicate dalla Direzione Lavori nell'ambito delle singole tratte di lavoro, previa eventuale regolarizzazione delle banchine;
- c) carico sul piazzale della stazione limitrofa al cantiere di lavoro o in luoghi compresi nella tratta dei lavori, trasporto con mezzi dell'impresa e scarico dei materiali minuti e delle rotaie necessarie;
- d) costruzione del binario con rotaie tipo 36 e/o 50 UNI e materiali minuti per detto tipo, con traverse cementizie, secondo le istruzioni e il piano di posa che sarà indicato dalla Direzione Lavori, su uno strato di pietrisco precedentemente steso di almeno 20 cm;
- e) spalmatura con piombaggine delle ganasce e dei piani di steccatura, in corrispondenza delle giunzioni;
- f) formazione e regolarizzazione dello scartamento sia in rettilineo che in curva, secondo le misure regolamentari e le istruzioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori;
- g) regolarizzazione altimetrica e spostamento del binario da eseguirsi prima della rinalzatura degli appoggi, secondo la picchettatura già predisposta o secondo la rete di inquadramento del binario in coordinate assolute nelle tratte predisposte - tolleranza ammissibile ± 5 mm;
- h) sistemazione del livello longitudinale e trasversale del binario posto in opera;
- i) prima rinalzatura degli appoggi, da eseguirsi con mezzi meccanici, tale da fare assumere al binario il regolare livello longitudinale e trasversale su uno strato di pietrisco, al di sotto del piano di posa delle traverse di almeno 20 cm;
- l) formazione, profilatura e sagomatura della massicciata secondo la sagoma stabilita e le prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori.

H - RILIEVO E STUDIO PRELIMINARE DEL TRACCIATO DELLE CURVE

Comprende le seguenti operazioni:

- a) decimetro provvisorio dell'asse delle curve (adoperando decimetri a nastro d'acciaio), compresi alcuni tratti in rettilineo occorrenti allo studio di correzioni ed indicazione dei punti con picchetti di legno;
- b) numerazione progressiva dei picchetti di legno a partire dal numero zero;
- c) rilievo delle frecce dell'asse in corrispondenza dei punti decimetrati con apposito filo di acciaio armonico;
- d) rilievo planimetrico della sede stradale e degli impianti fissi esistenti (opere d'arte, cunette murate, ciglio rilevato, parapetti, ponti e viadotti, piedritti gallerie, tombini, manufatti e qualsiasi altro ostacolo interessante lo

spostamento del binario) sia in corrispondenza dei punti della decametrazione che nei punti intermedi ove ricadono gli ostacoli;

e) compilazione del grafico delle frecce, rilevate sull'asse, in apposita scala al fine di studiare la curva da correggere (linea nera);

f) compilazione dello studio preliminare di correzione, in base alle frecce rilevate sull'asse, con l'introduzione dei raccordi parabolici e relativi calcoli di correzione tenendo presenti tutti gli ostacoli e lo spostamento massimo del binario che permette la sede;

g) montaggio grafico delle frecce della curva calcolata (linea rossa) sovrapposto al grafico delle frecce rilevate;

h) compilazione del prospetto di posa dei picchetti definitivi in relazione agli elaborati di calcolo. Voce da applicarsi ai metri lineari di curve interessati dallo studio, sia ricadenti all'aperto che in galleria.

I - POSA IN OPERA DI PICCHETTI

Comprende le seguenti operazioni:

a) rimozione di eventuale massicciata;

b) scavo di fondazione in materie di qualsiasi natura e consistenza esclusa la roccia da mina;

c) costruzione, con fornitura del materiale necessario, di blocco in calcestruzzo delle dimensioni minime di mt. 0,60x0,60x0,60 della classe 200 con Rbk 20 N/mm²;

d) taglio di rotaie fuori uso, fornite dalle FdC, per formazione degli spezzoni occorrenti alla picchettazione. L'estremità sulla quale saranno effettuate le punzonature dovrà essere ricavata mediante taglio con sega;

e) posa in opera dello spezzone di rotaia nel blocco in calcestruzzo all'atto della costruzione del blocco stesso;

f) verniciatura con mano di minio di piombo ed una di vernice di colore bianco (i picchetti ricadenti nell'ambito delle stazioni e nelle gallerie devono essere verniciati con vernice di colore bianco);

g) ripristino della sagoma della massicciata rimossa ed allontanamento a qualsiasi distanza delle materie provenienti dallo scavo;

In tutti i casi in cui, per la presenza di ostacoli fissi quali marciapiedi, strutture di opere d'arte o altro non fosse possibile porre in opera i picchetti costituiti da spezzoni di rotaia come sopra descritti, si procederà alla posa in opera di piastrine in acciaio, in pietra da taglio o altro materiale idoneo a giudizio della Direzione Lavori, saldamente ancorate alle strutture sia su pareti verticali che su piani orizzontali, sulle quali saranno incisi i riferimenti come per i picchetti di rotaia;

h) posa in opera di picchetti per l'allineamento dei rettifili (esclusi quelli esterni relativi alle curve) compresi tutti gli oneri di cui ai punti precedenti), nonché le operazioni topografiche a mezzo di appositi strumenti per la determinazione dell'allineamento e le punzonature di riferimento.

L - RILIEVO DEFINITIVO DEL TRACCIATO DELLE CURVE

Comprende le seguenti operazioni:

- a) allineamento con strumento topografico, collimatore od altro sistema, della mezzeria dei primi due picchetti posti in opera ricadenti nel rettifilo e punzonatura con taglio di scalpello;
- b) apposizione dei punti di riferimento provvisori nella mezzeria dei picchetti intermedi;
- c) rilievo delle frecce (sempre con apposito filo di acciaio armonico) in corrispondenza dei punti provvisori anzidetti;
- d) studio definitivo sui punti provvisori in base ai dati dello studio preliminare;
- e) compilazione del prospetto degli spostamenti risultanti dallo studio definitivo;
- f) controllo di tutte le frecce che dovranno risultare identiche a quelle indicate nello studio definitivo, salvo le tolleranze ammesse ± 3 mm;
- g) esecuzione delle tacche con scalpello sulla testata dei picchetti (qualora alcune frecce non risultino entro i limiti della tolleranza dovranno essere eseguite tutte le necessarie correzioni);
- h) punzonatura del numero progressivo di ciascun picchetto;
- i) compilazione del prospetto riassuntivo degli elementi di ciascuna curva o serie di curve collegate, ad uso del personale di linea ove devono essere riportati tutti gli elementi: numerazione dei picchetti, distanze, valori delle frecce, valore della sopraelevazione, pendenza, scartamento e progressive dello scartamento e della sopraelevazione riferite alla numerazione dei picchetti.

M - LIVELLAZIONE LONGITUDINALE DELLA LINEA

Operazioni topografiche di livellazione della linea ferroviaria e della sede con battute ogni 10 mt per le curve e ogni 50 mt per i tratti in rettifilo, in andata e ritorno con errore massimo di chiusura di mm 5 (millimetri cinque), comprendenti le seguenti operazioni:

- a) tre letture strumentali di cui la prima sulla rotaia (quella interna per i tratti di curva), la seconda sulla testa dei picchetti di riferimento (Hallade) e la terza sulla banchina;
- b) calcolo delle quote dei vari punti rilevati, riferiti ai capisaldi indicati dalla Direzione Lavori;

c) stesura del profilo longitudinale del piano ferro secondo le indicazioni della Direzione Lavori;

d) esecuzione del profilo scritta riportante le differenze di quota tra la testa dei picchetti di riferimento e la livelletta di profilo.

Sono inoltre comprese tutte le operazioni necessarie per dare gli elaborati completi di ogni loro parte su carta riproducibile più tre copie, nonché copia dei file XLS su CD o DVD.

Tutti gli elaborati dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Prezzo a metro lineare di binario sottoposto a livellazione:

- 1) per binario in rettilineo
- 2) per binario in curva
- 3) sovrapprezzo ai prezzi di cui ai punti 1 e 2 per binario in galleria

N - REALIZZAZIONE RETE DI INQUADRAMENTO DEL BINARIO SU BASE ASSOLUTA CON TRACCIATO RIFERITO A PUNTI FISSI IN COORDINATE TOPOGRAFICHE

Per la realizzazione della rete di inquadramento del binario con tracciato riferito a punti fissi in coordinate topografiche dovranno essere osservate le *“Linee guida per la realizzazione e manutenzione dei binari su base assoluta con tracciato riferito a punti fissi in coordinate topografiche”*.

O - POSA IN OPERA DI SCAMBI SU LEGNAME

Comprende le seguenti operazioni:

- a) carico su piazzale della stazione limitrofa al cantiere di lavoro o in luoghi compresi nella tratta dei lavori, trasporto con mezzi dell'impresa e scarico a pie d'opera di tutti i materiali costituenti lo scambio, compreso le traverse ed i legnami speciali;
- b) montaggio in opera di scambio semplice con posa destra, sinistra o simmetrica tipo UNI tg. 0,12 o CL;
- c) sistemazione della massicciata atta a consentire una regolare posa delle traverse e dei legnami, compreso l'eventuale abbassamento del piano superiore della massicciata stessa per quanto necessario alla regolare posa dello scambio che a lavori ultimati dovrà risultare perfettamente livellato con i tratti di binario contigui compresi eventuali scavi per formazione di casseri;
- d) lavorazione delle traverse e legnami, per adattarli al modello e tangente dello scambio;
- e) predisposizione in opera di tutti i legnami e traverse alle distanze previste;
- f) montaggio sugli appoggi dei materiali metallici tutti, compresi i meccanismi secondo gli scartamenti e le misure indicate nel piano di posa dello scambio;

g) pulizia e raschiatura con spazzole metalliche delle superfici di steccatura delle rotaie e delle ganasce, e lubrificazione delle superfici stesse;

h) applicazione delle serraglie definitive, comprese i tagli e le forature delle rotaie e degli spezzoni di rotaia occorrenti per le formazioni delle serraglie stesse;

i) allineamento e livellazione accurata dello scambio;

l) primo livellamento sistematico con mezzi meccanici di tutti gli appoggi per ottenere un perfetto assodamento di tutte le traverse ed i legnami, e per dare allo scambio una regolare e definitiva posizione planimetrica;

m) riguaritura della massiciata secondo la sagoma prescritta e profilatura della sede stradale;

n) esecuzione di tutti i lavori accessori per garantire il perfetto funzionamento dello scambio.

Qualora non fosse possibile montare lo scambio direttamente nella posizione definitiva per esigenze di esercizio ferroviario, si procederà al montaggio fuori opera dello stesso e successivo varo in opera, secondo le prescrizioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori.

P - POSA IN OPERA DI SCAMBI SU TRAVERSONI DI CEMENTO

Sono comprese tutte le operazioni e le precisazioni riportate nel precedente lettera O, con l'avvertenza che tutto ciò che in tale articolo si riferisce alle traverse ed ai legnami, viene trasferito alle traverse e traversoni in cemento, con esclusione ovviamente di ogni lavorazione sugli stessi per adattarli al modello e tangente dello scambio.

Q - SECONDA RINCALZATURA DEL BINARIO E DEGLI SCAMBI

Seconda rincalzatura sistematica degli appoggi, da eseguirsi con mezzi meccanici, compreso la rettifica del livello longitudinale e trasversale lungo tutto il binario con particolare riguardo agli appoggi di giunzione, nonché la manutenzione per 30 giorni successivi alla rincalzatura. La seconda rincalzatura non potrà eseguirsi prima che siano trascorsi almeno 30 giorni con transito di treni.

R - SALDATURA ALLUMINOTERMICA DELLE ROTAIE

1) Materiali da impiegare e modalità esecutive.

L'impresa, nell'esecuzione delle saldature alluminotermiche con procedimento rapido, dovrà rispettare gli obblighi di seguito specificati:

a) Le saldature dovranno essere eseguite da personale specializzato abilitato all'esecuzione di saldature alluminotermiche da ente preposto;

b) dovranno essere impiegate forme del tipo prefabbricato, fornite da ditte specializzate, ed essere del tipo corrispondente alle rotaie da saldare; le forme, all'atto dell'impiego, dovranno essere esenti da lesioni a rotture che possano compromettere la buona riuscita della saldatura;

c) prima della posa in opera delle forme, allo scopo di evitare cretti orizzontali sul gambo dovuti al ritiro di raffreddamento, gli eventuali fori sul gambo in prossimità della zona interessata alla saldatura, dovranno essere otturati con mastice termoconduttore e con dischetti di acciaio dolce; tali dischetti devono essere di spessore pari al gambo delle rotaie da saldare e di diametro tale da consentire l'otturazione dei fori mediante l'introduzione a freddo ed a forza dei dischetti; quest'ultimi potranno essere recuperati a saldatura completamente finita;

d) il preriscaldamento sulle testate delle rotaie da saldare, dovrà essere a temperatura idonea per la perfetta riuscita della saldatura; l'afflusso del gas deve essere inizialmente regolata in modo da evitare fessurazioni della terra di stuccatura della forma;

e) la distanza fra le testate da saldare non dovrà essere in nessun caso inferiore a mm. 20 (venti) né maggiore a mm 22 (ventidue);

f) il crogiuolo dovrà essere essiccato prima dell'impiego;

g) la bustina dei correttivi dovrà essere disposta orizzontalmente ad una altezza di 2/3 (due terzi) dal fondo del crogiuolo; nel caso fosse necessario, a giudizio della Direzione Lavori, saldare con luci superiori al massimo prescritto, dovranno essere impiegate apposite porzioni aggiuntive;

h) sull'imballaggio delle porzioni saldati dovrà risultare chiaramente il tipo di rotaie per le quali è stata preparata;

i) la sformatura delle rotaie dovrà avvenire a distanza di 3 o 4 minuti dalla colatura; in tale lasso di tempo viene tolta la parte alta della forma e viene lavorato il fungo, ancora rosso a mano o mediante tranciatrice idraulica. Il resto della forma, che contiene le materozze, rimane montato fino a raffreddamento completo della saldatura;

j) qualora per l'esecuzione della saldatura sia necessario asportare una fetta di rotaie di una delle testate, il taglio dovrà essere particolarmente accurato in modo che la luce risultante sia compresa nei limiti sopra indicati e le facce parallele tra loro, si dovranno pulire inoltre con spazzola metallica le testate in modo da eliminare tutte le scorie formatesi durante il taglio.

2) Accettazione delle saldature, verifiche e prove.

a) Verifiche in opera.

Le saldature eseguite dovranno risultare, per una zona di sei centimetri per parte della linea mediana della saldatura, esenti da qualsiasi difetto di fusione quali soffiature, crinature, rotture, bruciature, colature di metallo.

Qualora si dovesse riscontrare uno dei difetti su indicati, la saldatura non sarà accettata e l'impresa provvederà a ripristinarla alle condizioni precisate al successivo punto 3.

Le rotaie saldate dovranno risultare perfettamente allineate sia sul piano orizzontale che su quello verticale.

Le verifiche atte ad accertare i difetti di allineamento verranno eseguite mediante una riga della lunghezza di un metro da disporre a cavallo della saldatura.

La sgrossatura delle saldature e le successive rifiniture dovranno essere convenientemente eseguite, con tale operazione dovrà essere ripristinata la continuità del profilo delle rotaie nella zona interessata alla saldatura.

Nel corso delle verifiche non si dovranno rilevare nella zona esaminata, avvallamenti o cuspidi aventi frecce superiori a quelle esistenti nel rimanente capo della rotaia.

Le saldature che a giudizio della Direzione Lavori dovessero presentare difetti di allineamento o rifinitura che non possano essere eliminati con ulteriore lavorazione a cura e spese dell'impresa, saranno considerate difettose e quindi da ripristinare alle condizioni previste al successivo punto 3.

b) Prove sulle saldature.

Prima dell'inizio delle operazioni di saldatura, la Direzione Lavori potrà richiedere a cura e spese dell'impresa, due saldature di prova su spezzoni di rotaie fornite dall'Amministrazione. Inoltre, durante l'esecuzione delle saldature, la Direzione Lavori potrà procedere al prelievo di due campioni ricavati dalle rotaie saldate in opera. In entrambi i casi l'impresa provvederà a proprie cura e spese a ripristinare le rotaie dalle quali saranno prelevati i campioni oppure ad eseguire le saldature sugli spezzoni forniti. I campioni dovranno essere costituiti ciascuno da un pezzo di rotaia saldata della lunghezza di mt 1,50 con la saldatura al centro e saranno inviati ad Istituto specializzato, che sarà prescelto dalle FdC, per essere sottoposti a prove di flessione e di durezza.

La prova di flessione consisterà nel sottoporre, mediante pressa ed in corrispondenza della saldatura, il campione ad una pressione di Kg. 30.000, verificando che non vi siano rotture o inizio di incrinature.

Dopo tale prova lo spezzone non deve rompersi né lesionarsi sia nella zona di saldatura che in quelle vicine. I valori di durezza nella zona della saldatura ed in quella termicamente alterata dei campioni sottoposti alle prove, dovranno essere compresi tra un minimo di 210 HBS e un massimo di 280 HBS.

Qualora la durezza del materiale di base, anche di uno solo dei due spezzoni di rotaia costituenti il campione, risultasse inferiore al predetto limite minimo di 210 HBS, i valori di accettabilità della durezza minima in corrispondenza della zona fusa ed in quella termicamente alterata, dovrà essere pari al più basso valore di durezza riscontrata sul materiale base suddetto, mentre il valore della durezza massima dovrà essere abbassato di una quantità di numeri Brinell pari alla differenza esistente tra la durezza Brinell minima ammessa (210 HBS) e la più bassa durezza riscontrata sul materiale base.

Qualora una delle prove di laboratorio (prova di flessione statica, prova di durezza Brinell) dia esito negativo, si procederà come segue:

a1) Prova di flessione statica.

Nel caso che la prova risulti negativa anche in un solo dei due campioni esaminati, si procederà alla ripetizione della stessa prova su un numero di campioni doppia di quelli che la hanno superata, (pertanto su due o su quattro nuovi campioni) prelevandoli dalle rotaie in opera a cura e spese dell'impresa.

In caso di esito positivo di tutte le riprove, tutte le saldature saranno accettate ai fini della flessione statica; contrariamente verrà applicato un deprezzamento sull'intero importo netto afferente le saldature da valutarsi nella misura percentuale indicata al punto 3.

b1) Prova di durezza.

Nel caso che la prova risulti negativa anche per uno solo dei campioni esaminati, si applicherà un deprezzamento sull'intero importo netto afferente le saldature da computarsi nella misura indicata nel successivo punto 3; oppure, qualora l'impresa lo richieda, si effettuerà una riprova su un numero di campioni, prelevati dalle rotaie in opera, pari al doppio dei campioni sui quali la prova ha avuto esito negativo (pertanto su due o su quattro nuovi campioni).

Se questa seconda serie di accertamenti si concludesse positivamente, tutte le altre saldature saranno accettate ai fini della durezza; contrariamente verrà applicato il deprezzamento sopra indicato.

L'amministrazione si riserva inoltre il diritto di eseguire ogni altra prova di laboratorio od indagine intesa ad accertare l'idoneità delle saldature.

Le spese relative alle analisi, prove e trasporto saranno a carico dell'impresa.

3) Obblighi dell'impresa, penalità e detrazioni.

Ai fini del ripristino della continuità della rotaia a seguito del prelievo dei campioni in opera o delle saldature rotte o difettose riscontrate tali durante il corso dei lavori, ovvero entro il periodo di garanzia di cui al successivo punto, si procederà nel seguente modo:

Nessuna penalità è da applicarsi quando:

- l'impresa provvede a propria cura e spese al ripristino della continuità della rotaia a seguito di prelievo dei campioni in opera;
- l'impresa provvede a ripristinare la saldatura difettosa senza l'inserzione di spezzoni ma facendo scorrere le rotaie.

Qualora invece al ripristino della saldatura l'impresa provvede inserendo uno spezzone, dovrà effettuare a propria cura e spese i tagli necessari per l'inserimento dello spezzone stesso e le due saldature per il ripristino della continuità della rotaia, e sarà assoggettata alle penalità di seguito indicate, fermo restando che saranno ad intero suo carico anche le operazioni di ripristino del regime delle tensioni interne, qualora la saldatura difettosa ricada nel corpo di lunghe rotaie saldate già regolate:

a) Penalità uguale al doppio del prezzo netto della saldatura esposto in tariffa per ogni saldatura riscontrata difettosa;

b) Nel caso di esito negativo della prova, di flessione statica, verrà operata, sulla situazione finale dei lavori, una detrazione percentuale calcolata con la formula appresso indicata da riferire all'ammontare netto contabilizzato dei lavori inerenti le saldature alluminotermiche:

$$D1 = 1,5 \times Nn/Nt \times 100 (\%)$$

Dove:

D1 = detrazione percentuale;

Nn = numero complessivo dei campioni che hanno dato esito negativo sia nella prova che nella riprova di flessione statica;

Nt = numero totale dei campioni sottoposti a prova e riprova di flessione statica.

Nel caso di esito negativo della prova di durezza, verrà operata sulla situazione finale dei lavori, una detrazione percentuale calcolata con la formula appresso indicata da riferire all'ammontare netto contabilizzato dei lavori di saldatura alluminotermica:

$$D2 = 1,43/Nt \times (St \text{ HBSi} + St \text{ HBSs})$$

Dove:

D2 = deprezzamento percentuale;

Nt = numero totale di campioni sottoposti a prova di durezza (prova ed eventuale riprova);

St HBSi = sommatoria delle differenze in valore assoluto tra il limite minimo ammesso (di cui al precedente punto b/2) e i rispettivi valori delle durezza dei campioni presentati valori inferiori al minimo suddetto;

St HBSs = sommatoria delle differenze in valore assoluta tra il limite massimo ammesso (di cui al precedente punto b/2) e i rispettivi valori delle durezza sui campioni presentati valori superiori al massimo suddetto.

Qualora uno stesso campione presenti valori di durezza che vanno sia oltre il limite inferiore che superiore ammesso, nella formula per il calcolo della detrazione percentuale dovrà essere inserita la maggiore delle due differenze in valore assoluto. Nel caso di esito negativo sia nella prova di flessione che di quella di durezza, la detrazione percentuale da operare tra D1 e D2 sarà la maggiore delle due detrazioni stesse.

Nel caso che l'impresa non provveda, nei termini prescritti dalla Direzione Lavori, a ripristinare direttamente le saldature difettose, vi provvederà l'Amministrazione addebitando all'impresa la somma uguale al triplo del prezzo netto delle saldature per ogni saldatura che si è resa necessaria eseguire ai fini del ripristino della continuità della rotaia, oppure la somma uguale a cinque volte il suddetto prezzo qualora la saldatura da ripristinare ricada nel corpo di lunghe rotaie saldate già regolate, fermo restando, in entrambi i casi, l'applicazione della penalità prevista al precedente punto C/1.

4) Garanzia.

Le saldature eseguite avranno un periodo di garanzia pari a 24 (ventiquattro) mesi consecutivi a decorrere dalla data dell'ultima saldatura eseguita, che risulterà da apposito verbale di ultimazione lavori, redatto e controfirmato dalle parti.

Durante detto periodo l'impresa s'impegna al rispetto degli obblighi innanzi precisati nel presente articolo ed al risarcimento di eventuali danni all'esercizio ferroviario, sempre che i difetti emersi risultino imputabili a deficienze di esecuzione delle saldature.

S - PIETRISCO

Il pietrisco, idoneo per massicciata ferroviaria, dovrà essere fornito dall'impresa. Esso dovrà pervenire dalla frantumazione della pietra viva di appropriata durezza estratta da strati di roccia composta da elementi compatti (cioè non cariati, non fratturati, non porosi, non gelivi, non marnosi e comunque non alterati od in corso di alterazione), bene assortiti ed aventi dimensioni, in ogni direzione, comprese tra cm. 3 e cm. 6, scevri di polvere, terra vegetale ed altro, materiale estraneo, opportunamente vagliato e pienamente rispondente alle prescrizioni stabilite secondo le norme UNI 2333.

La forma di ogni singolo elemento costituente la fornitura dovrà essere pugniforme, cioè in ogni elemento nessuna dimensione dovrà essere prevalente rispetto alle altre in modo che vi sia assenza di elementi scagliosi, fusiforme ed a piastrella.

Gli elementi dovranno essere assortiti fra le dimensioni estreme prescritte in modo che non manchino quelle delle misure intermedie.

Le Ferrovie della Calabria, in proposito, si riservano la facoltà di procedere, presso l'Istituto Sperimentale delle F.S. o istituto certificato ed a spese dell'impresa, alle necessarie prove sperimentali per la determinazione della idoneità del pietrisco per massicciata ferroviaria.

T - RICAMBIO O RILAVORAZIONE DI TRAVERSE ORDINARIE E ACCOPPIATE IN LEGNO

Il ricambio o la rilavorazione di traverse in legno essenzialmente comprende:

- a) la maggiore scopertura del binario necessaria per permettere il ricambio o lo spostamento e rilavorazione delle traverse in legno;
- b) la smontaggio con mezzi idonei degli organi d'attacco esistenti;
- c) l'otturazione dei fori inutilizzabili delle traverse da reimpiegare, con cavicchi incatramati, battuti a martello e spianati con l'ascia vietandosi di rompere la parte sporgente di essi a colpi di mazza;
- d) eventuale spianamento od intagliatura delle traverse speciali nuove ed usate da reimpiegare in corrispondenza dell'appoggio delle piastre, da eseguirsi con l'ascia ed escluso l'uso della sega;
- e) la foratura delle traverse nuove od usate da reimpiegare, da eseguirsi in modo da attraversare i medesimi di parte a parte mediante verrina del diametro che verrà stabilito dalla Direzione Lavori a seconda dell'essenza delle traverse con l'avvertenza che per le traverse da rilavorare, la nuova foratura deve distanziarsi di almeno 30 mm (trenta millimetri) dai fori già esistenti;
- f) la spalmatura con olio di catrame fornito dall'Impresa, delle parti rilavorate e dei fori delle traverse nuove od usate da reimpiegare, il montaggio con mezzi idonei degli organi di attacco;
- g) l'assodamento accurato, con mezzi ordinari e prima della rinalzatura sistematica, delle traverse ricambiate e rilavorate.

U - TRASPORTO A PIE' D'OPERA DI TRAVERSE CEMENTIZIE

Carico delle traverse cementizie dai luoghi di deposito compresi nella tratta interessata, trasporto a mezzo di idonei carrelli e scarico sul luogo d'impiego. La movimentazione delle traverse dovrà essere effettuata con adeguate attrezzature tali da evitare qualsiasi danno alle stesse.

V - TRASPORTO A PIE D'OPERA DI COPPIONI CEMENTIZI

Idem c.s. per movimentazione e trasporto di coppioni cementizi.

Z - SISTEMAZIONE DEL PIETRISCO LUNGO LA LINEA

Carico del pietrisco, depositato in cumuli nei luoghi compresi nella tratta dei lavori, su appositi carrelli; trasporto, scarico e sistemazione lungo linea.

W - DEMOLIZIONE DEL VECCHIO BINARIO

Demolizione del binario da sostituire, carico, trasporto con mezzi dell'impresa, scarico, nonché accatastamento e classificazione dei materiali d'armamento provenienti dalla suddetta demolizione (rotaie, materiali minuti e traverse) sui piazzali delle stazioni limitrofe al cantiere di lavoro.

A1 - DEMOLIZIONE DI SCAMBI

Demolizione di scambi semplici del tipo CL tg. 0,135 oppure 36 UNI tg. 0,12 compreso il carico, trasporto con mezzi dell'impresa, scarico, nonché accatastamento e classificazione dei materiali tutti provenienti dalla demolizione nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori.

B1 - REGOLAZIONE DELLE TENSIONI INTERNE DI L.R.S.

La regolazione delle tensioni interne di lunghe rotaie saldate va eseguita nel rispetto delle vigenti disposizioni in uso presso le F.S., ed in particolare delle seguenti operazioni:

- 1) smontaggio degli esistenti organi di giunzione provvisori;
- 2) allentamento degli organi d'attacco mediante mezzo meccanico adatto, partendo dal punto che verrà indicato dalla Direzione Lavori e procedendo nel senso indicato dalla medesima;
- 3) introduzione tra rotaia e piastra di appositi rulli di scorrimento, forniti dall'impresa, su ciascuna fila di rotaia, alla distanza stabilita dalla Direzione Lavori, previa rimozione delle tavolette esistenti limitatamente agli appoggi interessati dai rulli in parola;

- 4) battitura delle rotaie mediante mazze idonee fornite dall'impresa e scuotimento delle rotaie stesse con paletti ad unghia fessa, anch'essi forniti dall'impresa, onde accertare che le rotaie siano effettivamente libere da ogni vincolo;
- 5) misura della temperatura delle rotaie e calcolo dell'allungamento corrispondente al salto termico fra detta temperatura e quella di regolazione che si vuole realizzare;
- 6) apposizione sulla suola delle rotaie, dei segni di misura dell'allungamento calcolato in corrispondenza dei punti di riferimento ubicati a 1/4, 2/4, 3/4, 4/4 di ciascuna delle sezioni da regolare;
- 7) asportazione mediante tagli con cannello, fornito dall'impresa, da eseguire in corrispondenza delle testate, di fettine di rotaie per permettere la libera dilatazione delle rotaie stesse poste su rulli in modo da creare lo spazio necessario per l'esecuzione delle saldature;
- 8) tiro delle rotaie mediante appositi apparecchi tendi rotaie fino a raggiungere l'allungamento in precedenza calcolato;
- 9) rimozione dei rulli di scorrimento e ricollocamento in opera delle tavolette rimosse, procedendo, nel senso e con la successione che verrà indicata dalla Direzione Lavori, al riserraggio degli organi d'attacco non appena le rotaie avranno raggiunto le condizioni di tensione interna prescritte dalla Direzione Lavori stessa.

Spetta all'impresa segnare col bulino sulla faccia esterna del fungo di ciascuna rotaia in opera, punti di riferimento non appena ultimata la regolazione di ogni singola sezione.

L'ubicazione dei punti di riferimento sarà indicata dalla Direzione Lavori e verranno utilizzate opere fisse oppure mettendo in opera appositi picchetti.

L'impresa dovrà provvedere, inoltre, a contrassegnare con un rigo orizzontale di vernice azzurra il fianco dei picchetti o delle opere fisse preesistenti, prescelti come punti di riferimento per i traguardi costituiti sulle rotaie, nonché a tracciare un rigo verticale con la stessa vernice, in corrispondenza dei punti di controllo segnati col bulino sulle rotaie. Inoltre, sulla suola delle rotaie, ad un metro dalla saldatura di regolazione, l'impresa dovrà indicare con vernice bianca la lunghezza di ciascuna semisezione regolata a temperatura, nonché il numero progressivo della saldatura eseguita.

Unità di misura: metro lineare di binario regolato.

C1 - TAGLIO DI ROTAIA

Taglio di rotaie 36 UNI in opera eseguito con sega, necessario per la formazione della lunga rotaia saldata.

D1 - FORATURA DI ROTAIE

Foratura del gambo delle rotaie eseguita con trapano, necessaria per la realizzazione della lunga rotaia saldata.

ART. 4 LIVELLAMENTO SISTEMATICO DEL BINARIO

Il livellamento sistematico da eseguirsi con mezzi meccanici o macchina stabilizzatrice di massicciata nei binari di corsa in linea e nei binari di stazione, in retta ed in curva, poggiati su traverse di legno o in cemento, compreso i deviatori in essi inseriti, nonché in corrispondenza di passaggi a livello e passatoie a raso, consiste nei seguenti lavori:

- a) estirpazione e trasporto su aree indicate dalla D.L. delle erbe, delle radici e degli arbusti dalla massicciata e dalle banchine fino al ciglio del rilevato od alla cunetta delle trincee;
- b) stringimento accurato di tutti gli organi di attacco e delle ganasce di giunzione, compresa la sostituzione o aggiunta di quelli che risultassero mancanti o deteriorati;
- c) stringimento accurato delle chiavarde di serraggio delle traverse accoppiate;
- d) regolarizzazione planimetrica compreso l'occorrente spostamento trasversale del binario fino a cm 5 (cinque) sia in retta che in curva, da eseguirsi prima della rincalzatura degli appoggi secondo la picchettazione di riferimento o secondo la rete di inquadramento del binario in coordinate assolute nelle tratte già provviste, i valori finali possono discostarsi rispetto a quelli riportati nelle tabelle di riferimento entro il limite di ± 3 mm (più o meno tre millimetri);
- e) sistemazione del livello longitudinale e trasversale del binario sia in retta che in curva alzando all'occorrenza, prima della rincalzatura degli appoggi, il piano del ferro fino a cm 3 (centimetri tre);
- f) rincalzatura meccanica o a mano di tutti gli appoggi in modo che il binario assuma un regolare livello longitudinale e trasversale con particolare cura per le traverse accoppiate;
- g) ripresa con forconi della massicciata rimossa, riguaritura e profilatura della sagoma prescritta;
- h) sistemazione a rinfiato della banchina stradale delle materie di risulta provenienti dalla foronatura della massicciata.

Ove è necessario per la perfetta regolarizzazione planimetrica del binario, e limitatamente ai tratti indispensabili, bisogna eseguire la regolarizzazione sistematica delle luci di dilatazione delle rotaie, l'appaltatore, dovrà rispettare a seconda della lunghezza delle rotaie in opera, e per ciascuna temperatura del ferro, valori delle luci indicate nella tabella allegata; fra le nuove luci regolarizzate e quelle della tabella di posa non si devono riscontrare differenze superiori ad (1 mm) un millimetro in meno e (2 mm) due millimetri in più per tutti i tipi e lunghezze delle rotaie; per la suddetta correzione dovranno essere eseguite le seguenti operazioni:

- 1) allentamento di tutti gli organi di attacco e delle chiavarde delle ganasce;
- 2) sollevamento delle rotaie con paletti per eliminare l'attrito tra suola e piastra onde facilitare la distensione;
- 3) scorrimento delle rotaie per la regolarizzazione esatta delle luci di dilatazione secondo la tabella allegata ed in base alla temperatura che le rotaie hanno in quel momento, da eseguirsi con attrezzi idonei, restando vietato l'uso di qualsiasi mezzo che agisca rapidamente mediante urto diretto sulle testate delle rotaie o su gli organi di giunzione o che comunque possa deformare i toni in corrispondenza delle rotaie stesse;
- 4) stringimento massimo di tutti gli organi di attacco e moderato delle chiavarde delle ganasce.

Le operazioni predette dovranno essere effettuate per tratti di binario non troppo lunghi in modo che nell'intervallo di tempo richiesto per le operazioni stesse, la temperatura subisca variazioni trascurabili.

La correzione delle luci di dilatazione dovrà essere eseguita quando la temperatura misurata sulle rotaie risulta inferiore a quella per la quale, nella tabella allegata, è prevista la luce zero.

La loro ulteriore regolazione dovrà essere effettuata nel giorno successivo a quello in cui il binario è stato rinalzato o livellato.

Il controllo delle luci di dilatazione delle rotaie per il binario sotto esercizio, con dilatazione vincolata dal serraggio degli organi di attacco e dalla aderenza delle traverse ben rinalzate, va eseguito rilevando le luci stesse sia a temperatura crescente che a temperatura decrescente.

I due valori ricavati per ciascuna luce di dilatazione vanno raffrontati con quelli reali o teorici della tabella di posa fra le corrispondenti temperature e le differenze andranno mediate fra loro.

I rilievi suddetti vanno eseguiti nei periodi di escursione della temperatura prossimi alla chiusura e alla massima apertura delle luci consentita degli organi di giunzione, ovvero di poco antecedenti all'inversione delle temperature di rotaia (massima alle prime ore del pomeriggio e minima al levar del sole) quando l'escursione diurna della temperatura pur essendo regolare non raggiunge le temperature corrispondenti alla chiusura o massima apertura delle luci.

Quindi l'appaltatore dovrà provvedere rispettando le modalità di esecuzione sopradescritte con l'aggiunta che tutte le traverse dovranno essere regolarizzate con una tolleranza del 5% (cinque per cento) rispetto all'interasse che verrà prescritto dalla Direzione Lavori. La regolarizzazione della posa delle traverse che si trovano in fuori squadra o a distanza di interasse irregolare, ammettendo una tolleranza del 10% (dieci per cento) rispetto agli interassi prescritti per il tipo di posa in opera.

ART. 5 - OBBLIGHI ED ONERI DELL'APPALTATORE

I prezzi della tariffa contrattuale comprendono e compensano tutte le spese necessarie ad assicurare l'incolumità degli agenti ferroviari, degli operai, e dei terzi, nonché della proprietà ferroviaria e sue pertinenze.

Compensano e comprendono altresì:

- l'illuminazione e la vigilanza continua e sistematica a mezzo di apposito personale per le 24 ore, dei cantieri, nonché dei materiali, e di qualsiasi mezzo affidati all'appaltatore dalle Ferrovie, restando comunque egli è responsabile fino al loro impiego od alla riconsegna;

- tutte le soggezioni abituali nei lavori d'armamento qualunque sia la stagione durante la quale essi verranno eseguiti e qualsiasi onere connesso alla presenza dell'esercizio ferroviario e comunque attinente alla necessità:

a) di condurre i cantieri in modo da permettere sempre il passaggio dei treni in corrispondenza della zona di lavoro e di garantire in ogni tempo la regolarità e la sicurezza della circolazione dei treni stessi;

b) di assoggettarsi alle perdite di tempo derivanti dal passaggio dei treni ordinari e straordinari e dai ritardi nella loro marcia e da qualsiasi altra causa, non escluse le modificazioni degli orari e l'aumento del numero dei treni;

c) di sopportare il disagio che può derivare dall'esistenza di ponti metallici, dalla larghezza ridotta esistente in certi punti della linea fra il binario e cigli delle scarpate, della esistenza di cunette murate o non, di opere d'arte, muri di sostegno, fabbricati, marciapiedi di stazione, trasmissioni rigide e flessibili, apparati centrali di manovra, del blocco automatico e di qualsiasi altro apparecchio della linea, delle palificazioni, e dalle necessità di sostituire o comunque modificare, in conseguenza dei lavori, gli apparecchi od impianti;

d) di provvedere, anche nei giorni piovosi, allo scarico in linea dei treni materiali già programmati e che non sia stato possibile disdire tempestivamente. Qualora l'appaltatore non vi provvedesse gli verranno addebitate le spese relative alla mancata utilizzazione del treno materiale ovvero quello che le Ferrovie avessero incontrato per provvedervi d'Ufficio;

e) di sopportare il disagio che può derivare dalla irregolarità dell'arrivo dei treni materiali o della sospensione di uno o più di tali treni;

f) di evitare nel modo più assoluto che le materie di risulta da scavi o rimozioni o sistemazione qualsiasi, vengano depositate, neppure temporaneamente, sulle scarpate dei tratti di linea in trincea.

L'appaltatore non avrà titolo ad indennità o compensi, comunque abbiano ad essere influenzati i lavori dai vincoli e dalle soggezioni sopra richiamate.

Le Ferrovie, per contro, non assumeranno responsabilità alcuna per danni che potessero derivare all'appaltatore dell'esercizio ferroviario, ne corrisponderanno alcun compenso od indennità per la mancata tempestiva fornitura di materiali occorrenti per l'esecuzione del lavoro, o per ritardata prestazione di carri ferroviari o di treni materiali, restando stabilito che l'appaltatore medesimo ha tenuto conto nella contrattazione dell'appalto delle condizioni avverse sopra riportate, connesse con i lavori assunti.

Nel caso però di interruzioni di lavoro, causate da eccezionali esigenze dell'esercizio ferroviario, oppure da ritardate ordinazioni o forniture dovute a sospensioni ordinate dalla Direzione Lavori o comunque causate dalle Ferrovie e non imputabili all'appaltatore, questi potrà chiedere che gli sia prorogato il termine di esecuzione dei lavori di altrettanti giorni quanti, ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori possano corrispondere al ritardo verificatosi per tali cause e circostanze.

Durante tutto il corso dei lavori, e quindi anche nei periodi di sospensione ordinati dalla Direzione Lavori, l'appaltatore è obbligato a mantenere reperibile nelle adiacenze della zona di appalto un congruo numero di operai, onde eliminare immediatamente difetti di livello o di allineamento che possano compromettere la regolarità della marcia dei treni.

ART. 6 - PRESCRIZIONI E CAUTELE NEL MANEGGIO E NELLA
LAVORAZIONE DEI MATERIALI - ATTREZZI - CARRELLI

Tutti i materiali dovranno essere maneggiati dal personale dell'appaltatore con le dovute precauzioni, cosicché non abbiano a subire danni. I materiali da impiegarsi e quelli riutilizzabili dovranno essere depositati e custoditi in appositi recinti sotto l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore. Nel corso dei lavori, per ogni giorno lavorativo, potranno essere depositati nelle adiacenze della linea, in modo però che non siano di ostacolo al personale ferroviario ed alla circolazione dei treni, come pure dovrà essere mantenuta la viabilità fra i marciapiedi delle stazioni ed in ogni caso l'appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni che verranno impartite in proposito dalla Direzione Lavori.

Nelle stazioni, sui margini dei marciapiedi dovrà essere lasciata libera da qualsiasi ostacolo una zona di larghezza sufficiente per permettere ai viaggiatori di prendere posto sui treni delimitando le zone che indispensabilmente dovessero rimanere ingombre, in modo da evitare inciampi al percorso dei viaggiatori stessi e del personale ferroviario.

La distribuzione dei materiali d'armamento occorrenti per il lavoro ed il ritiro di quelli di risulta dovranno essere fatti nella medesima giornata lavorativa, in modo che alla sera di ogni giornata non rimangano materiali di sorta lungo la linea all'infuori che nei siti di deposito.

Non potendo soddisfare per qualsiasi motivo a tale obbligo l'appaltatore dovrà provvedere alla custodia dei materiali stessi a mezzo di apposito personale, per tutto il periodo intercedente fra il termine e la successiva ripresa del lavoro.

Nessun lavoro che implichi rettifiche di allineamento e di livello trasversale del binario, dovrà essere eseguito senza averne dato preventiva comunicazione al personale ferroviario tecnico competente e senza il suo intervento.

E' vietato far scorrere e spostare le traverse in qualsiasi senso, conficcando in esse la punta del piccone: ci si dovrà invece servire delle leve di ferro, quando non sia possibile far scorrere le traverse stesse a mano. In nessun caso e per nessun motivo si lasceranno cadere le rotaie sia pure da piccole altezze, dovendo invece queste essere adagate a terra lentamente tramite piano inclinati o tramite piccole gru.

Le caviglie a vite mordente quando venissero avvitate a mano mediante le ordinarie chiavi a T, debbano essere serrate senza aggiungere alcun allungamento al braccio di leva e senza prolungare eccessivamente l'avvitamento per non danneggiare le fibre di legno.

I dadi delle chiavarde dovranno stringersi moderatamente con le chiavi normali per dadi, senza allungamento del braccio di leva. Gli attrezzi, gli utensili, calibri occorrenti per l'esecuzione dei lavori, da fornirsi dall'appaltatore, dovranno essere di tipo accetto alle Ferrovie.

L'appaltatore medesimo dovrà in ogni tempo, dietro richiesta, dimostrare di essere sufficientemente provvisto di tutti i mezzi suddetti, nonché di termometri di rotaia.

Per mantenere il gioco nelle giunzioni delle rotaie, verranno adoperate piastrine di spessore, di proprietà dell'appaltatore, verificate preventivamente dagli agenti delle Ferrovie.

Per il trasporto dei materiali occorrenti per il lavoro e di quelli ricavati sarà concesso la scorta di un cantoniere per il carrello d'armamento di proprietà dell'appaltatore che provvederà a sua cura e spese al carico e scarico dei materiali ed al personale sufficiente, secondo il giudizio delle Ferrovie, per la spinta dei carrelli stessi, spinta che potrà essere fatta anche a mezzo di carrelli a motore di proprietà dell'appaltatore, purché riconosciuti dalla Dirigenza idonei a circolare sui binari ed il cui uso sarà subordinato alle esigenze dell'esercizio ferroviario.

ART. 7 - MODALITA' RELATIVE ALLO SVOLGIMENTO DEI LAVORI

Tutti i lavori formanti oggetto delle presenti norme dovranno essere eseguiti a buona regola d'arte ed in conformità alle prescrizioni che, per la sicurezza e la regolarità dell'esercizio ferroviario, verranno date dagli agenti delle Ferrovie preposti alla Dirigenza e sorveglianza dei lavori. Per quanto riguarda l'assodamento degli appoggi, sia se fatta con rincalzatura meccanica che a mano, si prescrive, che le traverse debbano risultare efficacemente assodate con un compatto nucleo di pietrisco per tutta la loro larghezza e per una lunghezza di centimetri quaranta per parte rispetto all'asse di ciascuna rotaia.

Sarà stabilito, d'accordo con la Direzione Lavori la lunghezza di binario per cui potrà cominciare il giorno avanti la preventiva scoperta del binario, sempre però disponendo le cose in modo da non compromettere per nessun motivo la sicurezza e la regolarità della circolazione dei treni e da esser certi che il tratto di binario rincalzato ogni giorno, sia regolarizzato per l'allineamento e livellamento e sia ricoperto nel giorno medesimo, uniformandosi a tutte le indicazioni ed istruzioni che verranno date dagli agenti delle Ferrovie.

Non ottemperando l'appaltatore alle disposizioni di cui sopra, sarà facoltà della Direzione Lavori di limitare la lunghezza dei cantieri di lavoro, senza che ciò possa costituire titolo per richieste da parte dell'appaltatore di compensi, né di prolungamenti del termine di tempo stabilito per l'ultimazione dei lavori. I lavori di revisione generale e di livellamento sistematico che debbono effettuarsi con mezzi meccanici, potranno essere eseguiti a mano in casi eccezionali e soltanto per brevi periodi per guasto ai macchinari, purché autorizzati dalla Direzione Lavori.

I lavori stessi saranno eseguiti anche a mano in quelle gallerie naturali od artificiali ovvero viadotti, ove le circostanze locali non consentano il ricovero del macchinario elettromeccanico. Per l'esecuzione dei lavori di cui alle presenti norme, ad eccezione dei risanamenti, non verranno istituite dalle Ferrovie limitazioni di velocità ai treni. A proprio giudizio insindacabile la Direzione Lavori stabilirà i casi speciali per cui la limitazione di velocità si renda indispensabile per la sicurezza dell'esercizio, fissandone la relativa durata con l'obbligo per l'appaltatore di adempiervi.

Per le dette limitazioni di velocità nessuna detrazione verrà fatta all'appaltatore, né alcuna riduzione verrà apportata ai prezzi della tariffa contrattuale.

ART. 8 - ADDEBITI - INDENNIZI E TOLLERANZE

L'appaltatore è responsabile dei danni prodotti, siano essi arrecati al corpo stradale, alla picchettazione delle curve, ai manufatti, ai viaggiatori, alle merci, al materiale dei treni, come tutti gli oggetti di pertinenza delle FdC. La stessa Impresa dovrà ristorare, dietro presentazione di dettagliata lista, le spese per riparazioni o sostituzioni dei manufatti, impianti, cose ed oggetti eventualmente danneggiati. Viene sin d'ora stabilito che per ogni picchetto o picchetto di riferimento rotto o

reso inservibile per colpa dell'appaltatore, egli dovrà provvedere a sue spese la ricollocazione in loco del picchetto e dove occorre il nuovo studio del tracciato delle curve.

Per i materiali nuovi consegnati all'appaltatore e per quelli di ricavo sono ammesse le seguenti tolleranze percentuali:

- a) per caviglie e chiavarde nuove eventualmente perse e rotte, 1% (uno per cento);
- b) per chiavarde di ricavo eventualmente perse e rotte, 5% (cinque per cento);
- c) per caviglie, piastrini isolante, piastrini di stringimento in acciaio, eventualmente persi e rotti, 2% (due per cento).

Non viene ammessa alcuna tolleranza per rottura o perdita di piastre, ganasce e piastrine sia nuove che di ricavo, nonché perdita di traverse e traversoni.

Le piastre, ganasce e piastrine di ricavo, riscontrate incrinare o rotte per eccessivo logorio od uso, dovranno essere riconsegnate.

Il quantitativo dei materiali nuovi perduti e rotti, in eccedenza alle percentuali di tolleranza ammesse, sarà addebitato all'appaltatore, valutandolo i prezzi praticati dai fornitori alle Ferrovie alla data della loro consegna all'Impresa esecutrice dei lavori, al netto delle spese generali.

Il quantitativo dei materiali di ricavo perduti e rotti, in eccedenza alle percentuali di tolleranza ammesse, sarà addebitato all'appaltatore valutandolo ai prezzi di cessione a terzi.

Il quantitativo dei materiali di ricavo riconsegnati rotti, ad eccezione delle piastre, delle ganasce e delle piastrine, sarà addebitato all'appaltatore valutandolo ai prezzi di vendita a terzi, all'epoca della riconsegna, per materiali fuori uso.

Gli eventuali addebiti, saranno aumentati del 20% (venti per cento) per spese generali.

ART. 9 - VERBALI DI CONSTATAZIONI DI ACCERTAMENTO E VERIFICA DELLE TOLLERANZE

La Direzione Lavori in contraddittorio con l'appaltatore e con il Direttore di Cantiere, provvederà a redigere un verbale di constatazione nel rispetto delle tolleranze previste nelle presenti norme, entro cinque giorni dall'esecuzione del secondo livellamento sistematico di tutti gli appoggi per i lavori descritti negli Art. 1 – 2 – 3, mentre, per i lavori descritti nell'Art. 4 tale verbale dovrà essere eseguito entro trenta giorni.

I rilievi dovranno confrontarsi con i dati approvati dalla Direzione Lavori e con quelli descritti nelle presenti norme tecniche, per cui sul verbale si faranno risultare i difetti riscontrati. L'appaltatore dovrà provvedere ad eliminare gli eventuali difetti riscontrati nei limiti di tempo che saranno fissati dalla Direzione Lavori.

AVVERTENZE GENERALI

Tutti i lavori descritti dalle presenti norme, dovranno essere effettuati negli intervalli di tempo diurni o notturni risultanti dall'orario dei treni in vigore, intendendosi compresa nei prezzi concordati ogni maggiorazione per quei lavori che eventualmente dovessero essere eseguiti di notte.

Allegato 1
TABELLA – LUCI DI POSA

I	Lunghezza della rotaia						II	
	48	36	30	24	18	12		9
Temp eratur a								Temp eratur a
-10	26	19	16	13	9	6	5	-10
	25	19	16	13	9	6	5	-9
	25	19	15	12	9	6	5	-8
	24	18	15	12	9	6	5	-7
	24	18	15	2	9	6	4	-6
	23	17	14	11	9	6	4	-5
	23	17	14	11	8	6	4	-4
	22	16	14	11	8	5	4	-3
	21	16	13	11	8	5	4	-2
	21	16	13	10	8	5	4	-1
-4	20	15	13	10	8	5	4	0
-3	20	15	12	10	7	5	4	1
-2	19	14	12	9	7	5	4	2
-1	18	14	11	9	7	5	3	3
0	18	13	11	9	7	4	3	4
1	17	13	11	9	6	4	3	5
2	17	12	10	8	6	4	3	6
3	16	12	10	8	6	4	3	7
4	16	12	10	8	6	4	3	8
5	15	11	9	7	6	4	3	9
6	14	11	9	7	5	4	3	10
7	14	10	9	7	5	3	2	11
8	13	10	8	7	5	3	2	12
9	13	9	8	6	5	3	2	13
10	12	9	8	6	5	3	2	14
11	11	9	7	6	4	3	2	15
12	11	8	7	5	4	3	2	16
13	10	8	6	5	4	3	2	17
14	10	7	6	5	4	2	2	18
15	9	7	6	5	3	2	2	19
16	9	6	5	4	3	2	2	20
17	8	6	5	4	3	2	2	21
18	7	6	5	4	3	2	1	22
19	7	5	4	3	3	2	1	23
20	6	5	4	3	3	2	1	24
21	6	4	4	3	2	1	1	25
22	5	4	3	3	2	1	1	26
23	5	3	3	2	2	1	1	27
24	4	3	2	2	2	1	1	28
25	3	3	2	2	2	1	1	29
26	3	2	2	1	1	1	1	30
27	2	2	1	1	1	1	0	31
28	2	1	1	1	1	0	0	32
29	1	1	1	1	1	0	0	33
30	0	0	0	0	0	0	0	34
31	0	0	0	0	0	0	0	35
32	-1	0	0	0	0	0	0	36
33	-1	-1	-1	-1	0	0	0	37
34	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	38
35	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	39
36	-3	-2	-2	-1	-1	-1	-1	40
37	-4	-3	-2	-2	-1	-1	-1	41
38	-4	-3	-3	-2	-2	-1	-1	42
39	-5	-4	-3	-2	-2	-1	-1	43
40	-5	-4	-3	-3	-2	-1	-1	44
41	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-1	45
42	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-1	46

MODALITA' D'IMPIEGO: per binari armati con attacchi indiretti o elastici in numero uguale o superiore al 30% con massicciata normale di pietrisco, le temperature vanno lette nella colonna I; per binari armati con attacchi diretti o indiretti od elastici in numero inferiore al 30% o con massicciata ghiaiosa, le temperature vanno lette nella colonna II.

APPENDICE

La presente appendice è volta a regolare in modo organico gli aspetti salienti dell'accoppiamento ruota-rotaia delle FERROVIE DELLA CALABRIA a scartamento ridotto pari a 950 mm.

Gli eventuali aumenti di velocità conseguenti all'applicazione della presente norma dovranno avvenire in modo graduale ed a seguito di apposite verifiche alle opere d'arte e alla sede. Si dovrà altresì tenere conto dei condizionamenti dovuti ad attraversamenti ed a quant'altro possa determinare vincoli alla velocità raggiungibile.

La presente norma vale per velocità d'esercizio ≤ 80 Km/h.

Simboli ed unità di misura

Nelle presenti norme sono utilizzati i seguenti simboli e relative unità di misura:

t: tempo sec
V: velocità Km/h
g: accelerazione di gravità 9.81 m/sec^2
anc: accelerazione non compensata m/sec^2
h: sopraelevazione mm
R: raggio di curvatura m
L: lunghezza del raccordo parabolico m
S: distanza di appoggio delle ruote 1000 mm
 Ψ : contraccollo m/sec^3
 ω : velocità di rotazione rad/sec
P: pendenza di rampa dei raccordi ‰
 γ : sghembo del binario ‰

Tolleranze

Le tolleranze sono gli scostamenti accettabili in eccesso ed in difetto di una misura su un valore di una certa grandezza tecnica.

Presso le reti ferroviarie vengono così definite solamente

- **le tolleranze di costruzione** come quegli scostamenti dal valore teorico accettabili nelle pose a nuovo
- **le tolleranze di manutenzione** come quegli scostamenti accettabili a seguito di un intervento manutentivo
- **le tolleranze di esercizio** come quegli scostamenti che mantengono livelli stabiliti di qualità della circolazione
- **le tolleranze di sicurezza** come quegli scostamenti superati i quali si entra nel campo della pericolosità

L'andamento planimetrico

Planimetricamente il tracciato è costituito da:

- rettilinei
- curve circolari
- curve di transizione

L'elemento condizionante la velocità massima ammissibile su di una linea è il raggio di curvatura delle curve circolari.

Il raggio minimo di curvatura adottato è di mt 100 (tranne la curva ubicata nella galleria di Madonna del Pozzo della linea Cosenza – Catanzaro Lido) sia lungo la linea ferroviaria che nei piazzali.

La successione di due o più curve aventi il centro dalla stessa parte del tracciato - curve concordi – costituiscono una **policentrica**, mentre la successione di due curve circolari con centro dalle due parti opposte del tracciato – curve discordi – costituiscono un **flesso**.

L'andamento altimetrico

Sul piano verticale il tracciato è costituito da rette – **livellette** - caratterizzate dalla lunghezza e dalla pendenza e da curve circolari che le raccordano – **raccordi cilindrici**.

La lunghezza minima delle livellette è fissata in 70 m.

La pendenza max della nostra linea è del 60 ‰ dove di conseguenza si adotta la limitazione di velocità a 40 Km/h

I raggi dei raccordi cilindrici che uniscono due livellette consecutive hanno un raggio non inferiore a 1500 m.

E' consigliabile scegliere il valore del raggio usando la formula $R=V^2/2$ e verificando che non si superi una a_v max 0.5 m/s² con seguente formula

$$a_v = V^2 / (12.96 R)$$

Gli scambi e le comunicazioni non devono ricadere nei raccordi altimetrici

Accelerazione non compensata

E' la differenza tra l'accelerazione centrifuga

$$a_t = \frac{V^2}{3,96^2 R}$$

e la componente centripeta dell'accelerazione di gravità g/S dovuta alla sopraelevazione del binario.

Si fa notare che:

- il sistema di unità di misura adottato non è omogeneo; infatti, per consuetudine e comodità, la velocità è misurata in km/h anziché in m/s; alcune lunghezze sono misurate in metri (R,L) ed altre in mm (h); infine le pendenze sono misurate in millesimi anziché essere espresse con un numero decimale. Ciò spiega il coefficiente $3,6^2=12,96$ che figura nelle formule riportate.
- l'inclinazione trasversale del binario, anche con la massima sopraelevazione ammessa (100 mm), è sufficientemente piccola da rendere trascurabili le differenze tra l'angolo, il suo seno e la sua tangente.
- Sui raccordi parabolici il valore di R è quello "locale" del punto dove si trova il veicolo. In ogni caso R è ricavabile dalla misura della freccia f relativa ad una corda arbitraria C, con la formula

$$R = \frac{C^2}{8 f}$$

assumendo per S e g i valori già indicati, cioè 1000 mm e 9,81 m/sec², si ottiene:

$$a_{nc} = \frac{V^2}{12.96 R} - \frac{h}{102}$$

Pendenza di rampa

Si definisce pendenza di rampa P dei raccordi parabolici tra rettilo e curva, il rapporto tra la sopraelevazione della curva e la lunghezza del raccordo:

$$P = \frac{h}{L}$$

Analogamente nei raccordi parabolici tra curve consecutive di raggio diverso (policentriche) aventi sopraelevazione pari rispettivamente a h_1 e h_2 sarà:

$$P = \frac{h_1 - h_2}{L}$$

Le pendenze max, che si possono realizzare, anche in funzione della velocità sono quelle riportate in tabella

Pendenze normali	Pendenze eccezionali
2,5 ‰ per $V < 50 \text{ Km/h}$	3,0 ‰ per $V < 50 \text{ Km/h}$
2,0 ‰ per $V < 75 \text{ Km/h}$	2,5 ‰ per $V > 50 \text{ Km/h}$ e $< 75 \text{ Km/h}$
Solo in casi eccezionali, dietro apposita autorizzazione del settore infrastrutture si possono utilizzare le pendenze eccezionali sopra riportate, a condizione che le stesse non comportino un supero delle grandezze cinematiche rotazione e contraccollo.	

Sghembo

Si definisce sghembo su base b il rapporto tra la variazione di sopraelevazione su due sezioni di binario distanti b e b stesso:

$$\gamma = \frac{h_1 - h_2}{b}$$

E' evidente che la pendenza della rampa e lo sghembo sono geometricamente la stessa cosa; tuttavia conviene mantenere distinte le due dizioni, intendendosi con la prima una caratteristica "fisiologica" del binario e con la seconda la somma algebrica della pendenza (ove esistente) più quella dovuta alle difettosità del binario.

Si definiscono i seguenti valori limiti:

- come tolleranze di costruzione nessuna ($\gamma = p$);
- come tolleranze di manutenzione $(1+p) \text{ ‰}$ da non superare il 3 ‰;
- come tolleranze di esercizio;
- a seguito dei lavori di rinnovo, risanamento e revisione il valore limite su base 3 m è del 5 ‰ con rallentamento in atto;
- in tutti gli altri per $b=3 \text{ m}$ il valore limite deve essere $< 6,5 \text{ ‰}$, è opportuno non superare il 5 ‰;
- come tolleranza di sicurezza $\gamma = 8,5 \text{ ‰}$ per un passo di 3 m. Tale valore è da intendersi, quindi, come limite di responsabilità e non come tolleranza.

Velocità di rotazione (di rollio)

E' la velocità angolare con cui un veicolo, considerato rigido e di lunghezza trascurabile, ruota, nel piano perpendicolare alla direzione del moto, attorno al punto di appoggio sulla rotaia bassa, per effetto del progressivo innalzamento (o abbassamento) della rotaia esterna del raccordo parabolico. Si ha:

$$\omega = \frac{h}{V} = \frac{P}{V} \quad 3.6 \frac{S}{L} \quad 3600$$

ovvero, nei raccordi tra curva con sopraelevazione h1 e curva con sopraelevazione h2 (policentriche)

$$\omega = \frac{(h_1 - h_2)}{V} = \frac{P}{V} \quad 3.6 \frac{S}{L} \quad 3600$$

Contraccollo

Si definisce contraccollo (o scossa) il rapporto tra la variazione dell'accelerazione non compensata ed il tempo in cui essa avviene.

In un raccordo parabolico di lunghezza L, percorso alla velocità costante V, l'accelerazione non compensata cresce linearmente dal valore zero al valore massimo Anc nel tempo (3,6 L/V) che il veicolo impiega a percorrere il raccordo stesso.

Pertanto risulta:

$$\Psi = V \Delta Anc \quad 3.6 \frac{L}{V}$$

Analogamente, nel caso di raccordo parabolico tra due curve di raggio diverso, indicate con ΔAnc la differenza tra le accelerazioni non compensate che competono alle due curve, si avrà

$$\Psi = V \Delta Anc \quad 3.6 \frac{L}{V}$$

Nel caso in cui due curve consecutive di raggio leggermente diverso, non raccordate. In tal caso il contraccollo (teoricamente infinito) si calcola convenzionalmente come se esistesse un raccordo di 10 m.

Il valore così calcolato non si discosta sensibilmente da quello che si ottiene con misure strumentali, poiché vari fenomeni (effetto combinato dei due carrelli, giochi, molleggi, etc) contribuiscono ad attenuare i contraccolpi di breve durata.

Velocità limite in curva

Si definisce velocità limite in curva quella velocità che determina un'accelerazione non compensata di 0,6 m/sec² con una sopraelevazione (reale o ipotizzata) di 100 mm.

$$\text{Dalla formula} \quad a_{nc} = \frac{V^2}{12.96 R} - \frac{h}{102}$$

ponendo h=100 mm ed Anc=0,6 m/sec²

si ricava VL=4,666 VR

Velocità di tracciato (Vt)

Su una predeterminata tratta si definisce velocità di tracciato la velocità limite della curva di raggio minore.

Se nella tratta considerata non esistono curve la velocità di tracciato è teoricamente infinita.

Dalla definizione consegue che la velocità di tracciato in un punto della linea non è univocamente determinata, ma dipende dalla tratta in cui il punto stesso è considerato appartenente.

In effetti è importante una oculata suddivisione della linea in tratte, operazione per la quale non possono darsi regole fisse, ma occorre esperienza e buon senso, dovendosi contemperare le contrastanti esigenze di ottenere la massima velocità media di tracciato e di evitare un eccessivo frazionamento delle velocità stesse, frazionamento penalizzato dalle fasi di accelerazione e decelerazione, particolarmente sulle linee percorse da treni con basso rapporto potenza/peso.

Vanno comunque rispettate le seguenti norme:

- La lunghezza minima della tratta non può essere inferiore a 500 m;
- Lungo le linee è necessario che i punti di variazione di velocità capitino in corrispondenza di impianti facilmente individuabili dal personale di macchina (FV, CC, portale galleria, ponte, cippo chilometrico, scambio estremo, segnale, palo in c.a., etc.).

Velocità massime d'orario

Le velocità massime d'orario, possono essere ridotte:

- a) Per il tipo e le condizioni dell'armamento.
- b) Per lo stato del corpo stradale: rilevati cedevoli, massicciate inquinate, etc.
- c) Per la mancanza o imprecisione (soprattutto quelli di vecchia data posti alla distanza di 1 m) dei picchetti di riferimento delle curve (di norma non ammessa) e della conseguente maggiore difficoltà a mantenere la corretta geometria del binario;
- d) Per la idoneità delle opere d'arte sotto binario a sopportare elevate azioni dinamiche;
- e) Per il rispetto di norme regolamentari (segnalamento di 2^a categoria, distanze tra segnali di avviso e di 1^a categoria, presenza di P.L. semaforizzati o aperti e incustoditi, mancanza dei dispositivi di ripetizione in macchina dei segnali, etc.);
- f) Eccezionalmente, per la presenza di ostacoli fissi e ineliminabili che eccederebbero il profilo minimo degli ostacoli;

Le velocità che risultano dopo le suddette eventuali riduzioni sono le "VELOCITA' MASSIME D'ORARIO", comunemente chiamate "velocità di fiancata, essendo quelle indicate (o da indicare) sulle fiancate degli orari di servizio.

Sopraelevazione in curva

Si calcola, con riferimento alle velocità di fiancata, con la formula

$$h = \frac{5.05 V_o^2}{R}$$

Assumendo per V_o il valore della velocità corrispondente al raggio di curvatura

La formula deriva dall'aver fissato, per ciascuna curva, Anc ed h pari ad una medesima percentuale dei rispettivi valori massimi (0.6 m/sec² e 100 mm).

Il valore h così ottenuto si arrotonda ai 5 mm più vicini.

Sopraelevazioni ridotte

Per esigenze particolari (inserimento di deviatoi in curva, ostacoli interferenti con la sagoma di transito, necessità di limitare i dossi sul piano stradale dei P.L., contenimento del valore di ω etc.).

La velocità sugli scambi

Sulle ferrovie italiane il convoglio che percorre un deviatoio non subisce alcuna limitazione alla sua velocità diversa da quella legate alle caratteristiche del tratto di linea nel quale il deviatoio medesimo è inserito, pertanto si può affermare che in corrispondenza del deviatoio, percorso in corretto tracciato, non sussistono soggezioni rispetto alla velocità della linea.

Per le FdC la limitazione è a 40 Km/h sul retto tracciato.

Per quanto riguarda la velocità sul ramo deviato la velocità max consentita è di 30Km/h

Raccordi parabolici

Per le attuali caratteristiche di tracciato della rete capiterà frequentemente che il raccordo parabolico, e non la curva circolare, costituiranno l'elemento limitativo ad un aumento di velocità.

L'entità di tale correzione può essere calcolata con la formula

$$Y = \frac{L2^2 - L1^2}{24 R}$$

che dà lo spostamento Y del binario verso l'interno curva in conseguenza di un aumento della lunghezza del raccordo parabolico da L1 a L2.

Ove possibile, al fine di ridurre lo spostamento precedente, si può intervenire sul raggio di curvatura, realizzando una curva policentrica che meglio si adatti alle esigenze del tracciato.

Scartamento

La funzione di guida che il binario esercita sul veicolo, tale da permettergli di percorrere il tracciato senza interventi correttivi del macchinista, si realizza tramite il contatto fra il bordino della ruota ed il fianco interno del fungo della rotaia. Lo scartamento è definito come la distanza fra i bordi interni dei funghi delle due rotaie costituenti il binario, misurata normalmente all'asse del binario, alla quota di 14 mm al di sotto del piano di rotolamento.

Lo scartamento è pari a 950 mm nei rettili e nelle curve con raggio superiore a 450 m secondo la presente tabella.

Raggio della curva		Scartamento mm
da metri	a metri	
∞	450	950
449	300	960
299	150	965
al di sotto di	150	970

Poiché è necessario conservare l'andamento planimetrico della rotaia esterna per la sua funzione di guida del bordino, l'allargamento va ottenuto modificando la posizione planimetrica della rotaia interna di 1 mm/m.

Lo scartamento subisce degli aumenti nelle curve di raggio stretto fino a raggiungere il valore max di +20 mm. Nelle tratte armate con traverse e coppioni in cemento, per raggiungere i valori prescritti, si dovrà utilizzare appositi piastrini di

scartamento. Qualora non si riuscisse ad ottenere lo scartamento prescritto, si dovrà comunque realizzare uno scartamento uniforme e su detti tratti non si applicano le tolleranze sullo scartamento specificate in seguito.

Al valore teorico dello scartamento del binario corrente vengono attribuite gli stessi valori sia per le traverse in cemento che per le traverse in legno stabilendo:

☐ tolleranze di costruzione -2 mm,+2 mm

☐ tolleranze di manutenzione +5 mm, -2 mm

☐ tolleranze di esercizio +7 mm,-3 mm eccetto per i tratti a scartamento nominale di 970 mm ove detta tolleranza è di +5 mm, -2 mm allo scopo di non superare il massimo di 975 mm

con l'ulteriore vincolo di una differenza, fra una traversa e la successiva, non maggiore di 1 mm.

Per quanto riguarda le tolleranze degli apparecchi di binario (scambi) si rimanda alla specifica istruzione che verrà emanata in seguito.

Nei PP.LL. si può far riferimento alla seguente tabella:

CARATTERISTICHE DI TRACCIATO	Distanza controrotaia in mm
Rettifili e curve con $R > m 450$	55
Curve con R da m 450 a m 391	60
Curve con R da m 390 a m 331	65
Curve con R da m 330 a m 271	70
Curve con R da m 270 a m 211	75
Curve con R da m 210 a m 151	80
Curve con R da m 150 a m 100	85

Consumi laterale rotaie

In alcune linee a tracciato molto accidentale si verifica di frequente il fenomeno del consumo del bordo interne del fungo delle rotaie situate sulla fila esterna delle curve di raggio più ristretto.

Si ritiene quindi che in presenza degli anomali consumi di cui sopra si proceda, quando ritenuto opportuno, alla verifica del profilo di un certo numero di rotaie per decidere se possano rimanere ancora in opera nella posizione in cui si trovano.

Allo scopo di avere un criterio di orientamento si ritiene di consigliare la sostituzione delle rotaie in questione quando i logorii, misurati sulla retta passante nel mezzo dell'arrotondamento del fungo ed inclinata di 45° rispetto all'asse delle rotaie superino:

A) mm 15 nel caso di rotaie aventi larghezza del fungo a nuovo non minore di mm 65

B) mm 12 nel caso di rotaie aventi la larghezza del fungo a nuovo minore di mm 65

E' superfluo accennare che la sostituzione delle rotaie deve essere eseguita in modo continuativo per non creare discontinuità nella circolazione degli assi e che, in mancanza di scorte, le rotaie logorate nel bordo interno possono essere sostituite con quelle in migliori condizioni situate nei rettifili e riutilizzate al posto di queste ponendole in opera con lo smusso dal lato esterno rispetto all'asse del binario.

Picchettazione

I picchetti di riferimento, lungo linea ferrovia, sia in prossimità delle curve che dei tratti in retto, devono essere posti ad una distanza di almeno 1,50 m dal bordo interno della più vicina rotaia e devono distare tra loro 10 m. Nelle curve a raggio stretto si può valutare la possibilità di posare i picchetti a una distanza inferiore, pari a m 5.

Periodicamente, max ogni 2 anni, si dovrà effettuare una verifica periodica del mantenimento di posizione tra rotaia e picchetti. Nei tratti più soggetti a cedimenti della sede, o quando siano intervenute cause esterne, è necessario effettuare quanto prima un controllo della posizione originaria.

Il controllo deve svolgersi secondo le seguenti fasi:

- 1) allineamento dei rettifili di entrata delle curve, con strumento topografico (teodolite o tacheometro)
- 2) frecciatura sui picchetti
- 3) calcolo curva corretta
- 4) riposizionamento tacca sul picchetto e/o indicazione sui libretti la nuova distanza
- 5) sistemazioni picchetti che non possano essere ripristinati
- 6) correzione dei nuovi dati sul *'libretto curve'*

Attuazione

Le norme del presente documento abrogano tutte le disposizioni incompatibili.

SEZIONE 22/B

- SPECIFICA INQUADRAM. BINARIO IN COORDINATE ASSOLUTE -

INDICE

PARTE 1	3
I.1 SCOPO	3
I.2 CAMPO DI APPLICAZIONE	4
I.3 DOCUMENTAZIONE CORRELATA	4
I.4 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI	4
DEFINIZIONI	4
ABBREVIAZIONI	5
PARTE II	5
II.1 MATERIALIZZAZIONE DEI VERTICI, DEI CAPOSALDI E DEI PUNTI FISSI	5
II.1.1 MATERIALIZZAZIONE DEI VERTICI E DEI CAPOSALDI	5
II.1.2 MATERIALIZZAZIONE DEI PUNTI FISSI SU PALI TE. O SULLE OPERE D'ARTE	6
II.2. OPERAZIONI DI RILIEVO TOPOGRAFICO	7
II.2.1. OPERAZIONI PRELIMINARI DI CAMPAGNA E CARATTERISTICHE STRUMENTALI	7
II.2.2 RETE DI INQUADRAMENTO	10
II.2.3. POLIGONALE A LATI LUNGHI E RETE GPS	12
II.2.4 POLIGONALE PLANIMETRICA A LATI CORTI	17
II.2.5 LIVELLAZIONE DI PRECISIONE	18
II.2.6 RILIEVO TOPOGRAFICO DEI PUNTI FISSI APPOGGIATI ALLA POLIGONALE A LATI CORTI	20
II.2.7 RILIEVO PLANOALTIMETRICO DEL BINARIO RIFERITO A PUNTI FISSI PER IL PROGETTO DEL TRACCIATO	21
II.2.8 RILIEVO DEGLI OSTACOLI LUNGO LINEA PER TRANSITABILITÀ ' DELLE SAGOME	24
II.3 PROGETTAZIONE PLANOALTIMETRICA DI UN TRACCIATO NUOVO O ESISTENTE	26
II.4. CONTROLLO DELLA POSIZIONE DEL BINARIO, RIPOSIZIONAMENTO SU TRACCIATO DI PROGETTO E VERIFICA FINALE	34
II.4.1 CONTROLLO MANUALE DELLA POSIZIONE DEL BINARIO IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI FISSI E DEI PUNTI DI PENTAMETRAZIONE	36
II.4.2 CONTROLLO DELLA POSIZIONE DEL BINARIO MEDIANTE RILIEVI "OFF TRACK" O "ON TRACK" CON PASSO 5 METRI	37
II.4.3 VERIFICA FINALE DELLA POSIZIONE DEL BINARIO	39
ALLEGATO 1 - PUNTO FISSO	42
ALLEGATO 2 – Calcolatore di bordo tipo WIN ALC DELLA DITTA PLASSER	43

PARTE I

1.1. SCOPO

Le presenti Linee Guida hanno lo scopo di mettere a punto una nuova metodologia che consente di progettare mediante programmi informatici che individuano il tracciato del binario con elevata precisione, sia planimetricamente (riferito al suo asse) che altimetricamente (riferito alla rotaia bassa) in retta e in curva, facendo riferimento a punti fissi in coordinate assolute; di posizionare il binario sul tracciato di progetto mediante macchine operatrici (rincalzatrici) di tipo "intelligente" (dotate di computer di bordo); di controllarne gli eventuali spostamenti nel tempo con sistemi informatizzati e attrezzature automatizzate.

L'obiettivo di tale metodologia è quello di:

- Migliorare la marcia dei treni e il comfort di viaggio.
- Ridurre il degrado della geometria del binario, con conseguente riduzione dei costi e della frequenza della manutenzione.
- Tenere sotto controllo le tolleranze di posizione del binario e i margini tra la sagoma del treno e gli ostacoli presenti lungo linea (specialmente nelle gallerie dove sono ridotti), mediante l'uso di attrezzature automatizzate montate anche su macchine operatrici (rincalzatrici), e di programmi informatici che riducono tempi di rilievo e di elaborazione dati.

Questa nuova metodologia consente, in conclusione, un notevole miglioramento della qualità del sistema treno-infrastruttura a livello di circolabilità rispetto al sistema tradizionale di picchettazione; quest'ultimo prevede controlli a terra mediante spezzoni di rotaia in curva (interasse 10 mt) e in rettilineo (interasse 50 mt) esclusivamente con metodi manuali, che sono meno precisi e più onerosi sia in termini di impiego di risorse umane sia per il tempo necessario alla verifica sia perché comporta anche soggezioni all'esercizio ferroviario.

Infatti sperimentazioni condotte hanno dimostrato che le picchettazioni di tipo tradizionale, causano dopo diverso tempo: errori di posizionamento del binario con riduzione di comfort sui treni viaggiatori, degrado del tracciato di progetto, riduzione dei franchi tra le sagome e gli ostacoli, difficoltà nei controlli e nel riposizionare il binario sul tracciato di progetto.

Le presenti Linee Guida hanno inoltre lo scopo di descrivere le metodologie esecutive di tutte le operazioni necessarie per il rilievo e il controllo planoaltimetrico del binario, in coordinate cartesiane riferito ai punti fissi, cioè georeferenziati.

Le metodologie adottate sono:

- Operazioni di rilievo topografico, consistente nella progettazione, materializzazione ed esecuzione di poligoni o trilaterazione GPS a lati lunghi, della poligonale a lati corti e della livellazione di precisione al fine di ottenere la posizione topografica in coordinate cartesiane del binario riferito a punti fissi.
- Progettazione del tracciato di nuove linee in costruzione, o riprogettazione del tracciato, per le linee esistenti, minimizzando gli spostamenti, rispetto a quello esistente, tenendo conto dei vincoli posti dagli ostacoli presenti lungo linea e delle regole per la corretta progettazione dei tracciati ferroviari.
- Controllo della posizione del binario mediante attrezzature automatizzate dotate di sistemi informatizzati per consentire una rapida lettura degli spostamenti, che il binario ha subito rispetto al tracciato di progetto, gestibile da macchine operatrici (rincalzatrici) di tipo "intelligente". Ciò al fine di ridurre al minimo sia le soggezioni all'esercizio ferroviario sia l'impiego di personale addetto alla manutenzione.

- Riposizionamento del binario sul tracciato di progetto mediante l'uso di macchine operatrici (rincalzatrici) di tipo "intelligenti", cioè dotate di computer (allegato 2) di bordo e di idoneo software capaci di ricevere per via informatica i dati degli spostamenti da fornire al binario.
- Verifica che il binario è stato posizionato correttamente entro le tolleranze richieste.

1.2. CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti Linee Guida si applicano ai binari esistenti secondo una pianificazione a livello centrale preferibilmente in occasione di lavori di revisione generale, risanamento e rinnovamento.

1.3. DOCUMENTAZIONE CORRELATA

Il presente documento si correla con:

Elenco prezzi armamento – FC

Norme Tecniche ed amministrative per l'esecuzione e la gestione dei lavori all'armamento

1.4. DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

1.4.1 DEFINIZIONI

Si definisce "piano del ferro" (PF) il piano di rotolamento passante per i due punti di tangenza ai funghi del binario, individuati nella sezione ortogonale all'asse del binario, e per la generatrice passante per il suddetto punto di tangenza del fungo della rotaia bassa così come rilevato dal calibro.

Si definisce "quota del piano del ferro" (quota PF) la quota del piano orizzontale passante per la generatrice superiore del fungo della rotaia bassa: essa coincide con il piano di rotolamento delle due rotaie quando la sopraelevazione è nulla.

Si definisce "scartamento" del binario la distanza, tra i due funghi interni della rotaia, misurata 14 mm sotto il "piano del ferro".

Si definisce "sopraelevazione" in una determinata sezione ortogonale all'asse del binario la differenza di quota rilevata dal calibro sul piano del ferro, nella sezione considerata, tra due punti aventi una distanza convenzionale di 1000 mm.

Si definisce "asse planimetrico del tracciato" la proiezione dell'asse del binario sul piano orizzontale.

Si definisce "progressiva del tracciato del binario" quella riferita all'asse del binario preso in considerazione.

Convenzionalmente livelletta e profilo altimetrico del binario sono quelle riferite alla rotaia bassa.

Si definisce "quota **del** PF" o della livelletta o del profilo altimetrico del binario, la quota della rotaia bassa riferita al livello del mare (o ad altra quota di riferimento concordata con FC) e rappresenta la quota di riferimento del tracciato.

Si definisce "quota **dal** PF" la distanza verticale di un generico punto riferita alla rotaia bassa presa positiva verso l'alto.

Si definisce "P.M.O. della sagoma" il profilo degli ostacoli calcolato partendo dalla sagoma presa in considerazione che non deve interferire con il "P.M.O. della linea".

Si definisce "P.M.O. della linea" l'involuppo degli ostacoli più vicini al binario nel tratto di linea considerato.

1.4.2 ABBREVIAZIONI

FC – Ferrovie della Calabria S.r.l. LG – Linee Guida

PF - Piano del ferro

"P" - Punto Fisso

IGM - Istituto Geografico Militare di Firenze

SIT - Sistema Italiano di Taratura

GPS - Global Position System

PARTE II

II.1 MATERIALIZZAZIONE DEI VERTICI, DEI CAPOSALDI E DEI PUNTI FISSI

II.1.1 MATERIALIZZAZIONE DEI VERTICI E DEI CAPOSALDI.

La materializzazione dei vertici della poligonale a lati lunghi o della trilaterazione con sistema GPS, delle poligonali a lati corti e dei caposaldi delle livellazioni verrà realizzata mediante:

- centrini metallici a testa sferica murati su manufatti esistenti o su roccia con numerazione incisa sulla parte metallica;
- pilastri in calcestruzzo eseguiti in opera di sezione di centimetri 40x40 fondati direttamente nel terreno a profondità non inferiore a centimetri 80 dal piano di campagna, completi di centrini metallici a testa sferica murati e con numerazione incisa sulla parte metallica;

E' obbligatorio l'uso dei pilastri in calcestruzzo quando i vertici da materializzare non possono essere installati su manufatti stabili cioè non soggetti a cedimenti nel tempo, inoltre gli stessi devono essere posti in zone stabili.

In particolare tutti i vertici e i caposaldi dovranno essere realizzati di norma all'interno della sede ferroviaria sia all'aperto sia in galleria e potranno essere materializzati con centrini posti sulla sede ferroviaria o su opere murarie purché stabili e non soggetti a cedimento nel tempo.

Potranno essere realizzati fuori della sede ferroviaria vertici e caposaldi esclusivamente su esplicita autorizzazione di FC.

I caposaldi e i vertici dovranno di norma essere posizionati in modo che da ciascuno di essi sia visibile sia il precedente che il successivo.

I caposaldi e i vertici, quando sono in prossimità del binario, dovranno essere posizionati dalla più vicina rotaia ad una distanza tale da non interessare la massicciata e comunque ad una distanza tale da consentire lo stazionamento

dello strumento, anche durante la marcia dei treni, in conformità alle normative sull'antinfortunistica di cui alla legge 191/74, D.P.R. 469/79 e leggi 626/94, 242/96, 494/96 e successive integrazioni e o modificazioni; particolari accorgimenti saranno adottati nei tratti in galleria o in corrispondenza di opere d'arte a distanza ridotta dalla sede ferroviaria sempre in conformità a dette normative.

I pilastri devono essere realizzati con la faccia superiore convessa e lisciata in conglomerato cementizio della classe di resistenza caratteristica R_{ck} 30 N/mm² opportunamente additivato al fine di evitare fessurazioni.

I centrini metallici dovranno essere realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo e porteranno incisi sulla base la scritta: "FERROVIE DELLA CALABRIA" e l'anno di apposizione.

I centrini metallici devono essere posti in opera al momento del getto di calcestruzzo. Possono essere anche murati su manufatti esistenti con malta di cemento, opportunamente additate per evitare fessurazioni.

II.1.2. MATERIALIZZAZIONE DEI PUNTI FISSI SULLE OPERE D'ARTE

La materializzazione dei punti fissi "P" di riferimento, per la realizzazione del tracciato, su base assoluta (e successivamente per il controllo e l'eventuale correzione), andrà eseguita con un passo compreso tra i 5 e i 30 m.

Detti punti fissi saranno materializzati mediante posa in opera di appositi perni. A tal fine verrà eseguita una foratura che sarà successivamente ritoccata con idoneo materiale per garantire la continuità della zincatura.

Sono accettate anche soluzioni alternative per l'ancoraggio del punto fisso su eventuali pali metallici e/o in cls, purché venga garantita la continuità della zincatura del palo stesso, la corretta applicazione del perno e la sua stabilità nel tempo e solo dietro approvazione delle FC.

Sulle linee a semplice binario i punti fissi andranno in genere posizionati sempre dallo stesso lato della sede salvo che non vi siano degli effettivi impedimenti.

In particolare sulle linee a doppio binario all'aperto i punti fissi saranno posizionati affacciati verso il binario.

Ove i suddetti pali siano mancanti, per la presenza lungo linea di una galleria o di altro manufatto di lunghezza superiore al passo della sospensione, i Punti Fissi andranno fissati, sulla sezione trasversale al binario, sui piedritti o sulla muratura dell'opera d'arte, sempre affacciati se la linea è a doppio binario.

Il perno del punto fisso, deve essere fissato stabilmente nella muratura con idoneo tassello, oppure su piastra porta perno in acciaio inox 18/10 (che dovrà essere preventivamente sottoposta all'approvazione delle FC). Nel caso si adottasse la piastra porta perno, si avrebbe il vantaggio di poter mettere in opera il perno solo in occasione del rilievo, in tal caso l'alloggiamento del perno ricavato sulla piastra dovrà essere protetto mediante idoneo tappo in plastica ricoperto di pellicola catarifrangente bianca.

Il punto fisso è caratterizzato da un perno cilindrico in acciaio inossidabile 18/10 rettificato, del diametro di 12 mm con tolleranze secondo UNI 7218/73 le cui dimensioni, a seconda che si tratti di posizionarlo su palo o su muratura, sono riportate in allegato (1.1).

perni dei punti fissi dovranno essere provvisti di un adeguato manicotto di protezione asportabile di materiale in gomma morbida di spessore adeguato, ricoperto all'estremità sia lateralmente che sulla testa con pellicola catarifrangente bianca (tipo 3M High Intersity Grade) della larghezza di almeno un centimetro per consentirne una facile individuazione.

Il perno andrà posizionato perfettamente orizzontale (altrimenti andrà riposizionato), ad una quota non inferiore a 20

cm (preferibilmente compresa tra 30 e 60 cm) al di sopra della rotaia più vicina.

Il posizionamento verso la quota più bassa è all'aperto, mentre quello verso la quota più alta è previsto in galleria in relazione alla quota del sentiero (che in genere è più alta).

I punti fissi andranno posizionati in modo da non costituire intralcio durante il transito del personale.

Ogni punto fisso andrà individuato mediante apposita numerazione da apporre su targhetta in acciaio inox 18/10 adeguatamente ancorata o su apposita rondella, anch'essa in acciaio inox 18/10, montata sul perno del punto fisso posti sul palo o sul manufatto. Tale numerazione andrà eseguita secondo il senso delle progressive crescenti indicando il numero progressivo, del punto fisso interessante tale tratto di linea.

Sul perno andrà posizionato il portaprisma che dovrà essere fornito di una sede di accoppiamento del diametro di 12 mm con tolleranze secondo UNI 7218/73 di dimensioni compatibili con il perno del punto fisso (vedi All. 1.1).

Il portaprisma dovrà avere caratteristiche che consentano la visibilità e la manovrabilità del prisma ottico riflettente in modo da consentire il corretto puntamento degli strumenti topografici lungo linea (all'aperto e in galleria).

Inoltre poiché la qualità del riferimento (in termini di misura delle coordinate del punto fisso) dipende dalla stabilità del perno e dalla sua posizione orizzontale, le operazioni di posa in opera devono essere realizzate con molta accuratezza, in particolare andrà posizionato su una muratura che si presenti in buone condizioni statiche, altrimenti il perno deve essere riposizionato; all'uopo la parete dovrà essere esaminata accuratamente.

Nel caso che il perno venga posizionato su muratura, la parete dovrà avere preferibilmente una superficie piana verticale, per un'area circolare non inferiore a 200 cm^2 , in modo da garantire una facile manovrabilità del supporto del prisma ottico e la posa del perno orizzontalmente.

II.2. OPERAZIONI DI RILIEVO TOPOGRAFICO

II.2.1. OPERAZIONI PRELIMINARI DI CAMPAGNA E CARATTERISTICHE STRUMENTALI

Prima che inizino le operazioni topografiche di campagna dovranno essere vidimati da FC un adeguato numero di libretti che dovranno essere usati dagli addetti alle operazioni di rilievo topografico in maniera progressiva con le osservazioni scritte a penna, senza lasciare pagine bianche e senza cancellare alcun numero in modo da renderlo invisibile. I libretti vidimati che a fine lavori risultassero inutilizzabili, dovranno essere restituiti.

Poiché viene richiesta una elevata precisione di misura, devono essere utilizzate strumentazioni automatizzate (elettronici e/o infrarossi) o ricevitori di tipo GPS.

Al termine dei rilievi di campagna dovranno essere consegnati a FC le stampe ed i files di tutti i dati di misura oggetto della elaborazione con la data del rilevamento ed il programma di trattamento dei dati stessi per renderli leggibili e interpretabili, nonché i libretti su cui devono essere riportati le modalità adottate, le problematiche emerse durante le misure e quanto altro ritenuto utile per una corretta interpretazione delle misure effettuate.

Lo stato di rettifica semestrale di tutte le apparecchiature impiegate dovrà essere certificato da laboratori autorizzati dalla casa costruttrice ed essere controllato prima dell'inizio effettivo dei lavori. Le FC si riserveranno la facoltà di richiedere tale verifica delle apparecchiature anche in corso d'opera e delle operazioni topografiche di campagna qualora lo ritenga opportuno.

Il posizionamento di tutti gli strumenti lungo linea dovrà comunque sempre rispettare le distanze di sicurezza dal bordo interno della rotaia, dei caposaldi, delle poligonali e delle livellazioni", anche quando lo strumento viene

posizionato a stazione libera per il rilievo e la verifica della posizione del binario di cui al paragrafo "Rilievo planoaltimetrico del binario riferito ai punti fissi...".

II.2.1.1 STRUMENTI PER IL RILIEVO DEI VERTICI E DEI CAPOSALDI.

Gli strumenti utilizzati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

1. gli strumenti che utilizzano la tecnica di rilevamento satellitare GPS, dovranno avere una precisione orizzontale almeno di $\pm (5 \text{ mm} + 1 \text{ p.p.m.})$ e saranno utilizzati solo per determinare i valori planimetrici, mentre per determinare le quote non si farà riferimento al rilievo GPS, ma alla livellazione di precisione;
2. il teodolite elettronico dovrà essere di elevata precisione e tale da garantire una precisione angolare almeno di $\pm 3''$ conforme a norma DIN;
3. il distanziometro elettronico dovrà avere una precisione almeno di $\pm (1 \text{ mm} + 1 \text{ p.p.m.})$;
4. le stazioni totali topografiche aventi funzione di teodolite di precisione e di distanziometro elettronico dovranno avere la precisione degli strumenti sopradescritti;
5. il livello di tipo automatico con micrometro oppure quello elettronico, corredato di stadia invar dovrà consentire una lettura della linea visuale di 0,1 mm e una precisione verticale di $\pm 0,9 \text{ mm}$ per un chilometro di livellazione doppia.

II.2.1.2 STRUMENTI PER IL RILIEVO DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO

Per consentire la lettura della posizione del binario si dovrà utilizzare lo strumento topografico a stazione totale con le precisioni strumentali sopra descritte, da utilizzare fuori binario, corredato di relativo carrellino, o di idoneo supporto, che riguardano le due rotaie e sono dotati di prisma ottico, o di due prismi ottici posti opportunamente a diretto contatto sul piano delle due rotaie atti ad individuare l'asse del binario. Tali prismi dovranno essere letti agevolmente dalla stazione totale. Per quanto riguarda le modalità di rilievo si rimanda all'apposito paragrafo.

Il sistema di rilevamento della posizione del binario potrà essere:

- del tipo "manuale" potrà realizzarsi con due prismi ottici posti a diretto contatto sul piano delle due rotaie o con un solo prisma in asse al binario su un supporto che riguarda le due rotaie,
- del tipo con carrellino "automatizzato" come appresso specificato che richiede minor tempo di rilevamento.

Il carrellino o il supporto del prisma, dovranno essere adeguatamente isolati elettricamente in corrispondenza delle mote e sufficientemente leggeri per essere facilmente deragliagli; di ciò se ne dovrà tenere debitamente conto nel predisporre i piani di sicurezza del personale e per garantire la regolarità e la sicurezza dell'esercizio ferroviario.

II.2.1.2.1 SISTEMA DI RILEVAMENTO DEL BINARIO A STAZIONE TOTALE DI TIPO MANUALE

Quando si esegue il rilievo del binario con il sistema di tipo "manuale" il prisma ottico può non essere posto sull'asse del binario, pertanto, il punto rilevato andrà ricondotto sul piano del ferro in asse al binario mediante calcolo.

Poiché in base agli standard delle FC la quota del P.F, o della livelletta (profilo altimetrico) è riferita alla rotaia bassa,

mentre il rilievo del binario come detto è ricondotto al suo asse, si dovrà tener conto nel calcolo della quota dell'asse, della metà della sopraelevazione, oltre che della metà del fattore correttivo riportato in allegato 2, dovuto alla differenza tra la misura verticale tra le quote delle generatrici superiori delle due rotaie e la sopraelevazione. Tale differenza è dovuta sostanzialmente alla forma geometrica delle due rotaie.

Si dovrà procedere in modo analogo per determinare la quota della rotaia alta: alla quota della rotaia bassa andrà pertanto sommata la sopraelevazione e l'intero fattore correttivo indicato nell'allegato 2.

Lo scartamento e la sopraelevazione andranno misurate a parte, le precisioni degli strumenti utilizzati dovranno essere contenute nel mezzo millimetro.

All'uopo si utilizzeranno strumentazioni in uso presso le FC, o altre che eseguano misure di uguale precisione, preventivamente approvate dalle FC e certificate presso l'Istituto S.I.T. (Sistema Italiano Taratura).

II.2.1.2.2 SISTEMA DI RILEVAMENTO DEL BINARIO A STAZIONE TOTALE CON CARRELLINO DEL TIPO AUTOMATIZZATO

Per rendere più rapida la lettura dei punti fissi e la posizione del binario, il rilevamento potrà essere effettuato con la "stazione totale" anche corredata di idonea strumentazione come elencato nei successivi punti a) e b) oltre a quanto altro necessario per il posizionamento del sistema.

a) La strumentazione della stazione totale topografica dovrà avere le precisioni precedentemente indicate e dovrà essere del tipo elettronico robotizzato; inoltre dovrà avere almeno le seguenti principali caratteristiche:

1. movimenti servoassistiti;
2. sistema di autoaggancio al prisma ottico, da misurare o controllare, con errore di puntamento automatico di ± 1 mm come deviazione standard su 200 m;
3. comunicazione radio per la stazione totale;

Relativamente al punto 2 è possibile ridurre la precisione fino a ± 2 mm come deviazione standard su 200 m a condizione che si riduca la distanza del campo operativo al fine di garantire le tolleranze prescritte nei rilievi da eseguire.

b) Il sistema carrellino "automatizzato", assieme all'Unità di Controllo computerizzata, dovrà eseguire misure riconducibili a quelle indicate nel paragrafo del carrellino di tipo manuale (mediante elaborazioni informatiche); dovrà essere completo di tutti i dispositivi di misura, di controllo e comunicazione, ed essere in grado di operare in condizioni atmosferiche avverse anche eccezionali di temperatura (al di sotto di 0° centigradi o di elevate temperature), di umidità e di pioggia, o come espressamente specificato da FC. Il sistema, carrellino e unità di controllo, dovrà garantire la bontà delle misurazioni sia in termini di stabilità che di ripetibilità, in quanto è da considerare l'elemento di interfaccia per il rilevamento dei parametri necessari alla definizione della geometria del binario.

b.l) In particolare il carrellino dovrà essere completo di:

1. - certificazione della casa costruttrice
2. - sistema di ricezione con prisma riflettente
3. - dispositivo per la misura della sopraelevazione, realizzato con i stessi principi del calibro, con la precisione dell'ordine del mezzo millimetro, approvato da FC previa certificazione di taratura presso l'Istituto S.I.T. (Sistema

Italiano di Taratura)

4. - dispositivo per la misura e controllo del valore dello scartamento, realizzato con gli stessi principi del calibro in uso presso le FC, con la precisione dell'ordine dei mezzo millimetro, approvato da FC previa certificazione di taratura presso l'Istituto S.I.T. (Sistema Italiano di Taratura)

5. - alimentazione generale di tutto il sistema che garantisca la continuità del rilievo

6. - sistema di rilievo automatizzato degli ostacoli lungo linea, montato su carrellino, con le modalità di cui al relativo paragrafo

b.2) L'Unità di Controllo dovrà essere completa di:

1.- sistema di comunicazione con il carrello e con la stazione per la gestione dei movimenti automatici quali l'autoricerca, la ricezione, e la gestione dei dati di posizione

2. - sistema di alimentazione portatile

3. - computer portatile completo di software in ambiente Windows per l'acquisizione, elaborazione e memorizzazione del rilievo della geometria del binario e dell'eventuale rilievo degli ostacoli, nonché per il controllo della posizione del binario esistente rispetto al tracciato di progetto determinandone gli spostamenti

4. - comando per controllo a distanza dell'orientamento e della posizione della stazione dopo il passaggio di un convoglio.

Qualora si intenda utilizzare elementi aggiuntivi a corredo della stazione totale o strumentazioni diversi da quelli descritti, questi dovranno essere preventivamente approvati da FC.

II.2.1.3 STRUMENTI PER IL RILIEVO PUNTUALE DEL BINARIO IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI FISSI

Il rilievo puntuale della geometria del binario in corrispondenza dei punti fissi deve essere fatto con strumenti tali da consentire le misure indicate nel paragrafo "Controllo della posizione del binario" con la precisione di ± 1 mm per quanto riguarda:

- la distanza orizzontale dal punto fisso al bordo interno della rotaia più vicina;
- la distanza verticale dal punto fisso alla quota della rotaia più vicina o della rotaia bassa;
- la distanza orizzontale dei due punti fissi affacciati qualora la linea sia a doppio binario, (eventualmente completo di angolo fra la direzione dei due punti fissi e l'ortogonale all'asse del binario).

Gli strumenti per il rilievo della sopraelevazione e dello scartamento dovranno invece consentire la precisione del mezzo mm, approvati da FC previa certificazione di taratura presso l'Istituto S.I.T. (Sistema Italiano di Taratura).

II.2.2 RETE DI INQUADRAMENTO

Qualora sia ritenuto necessario l'inquadrimento della rete geodetica, si dovrà redigere un grafico in scala 1:25000 della rete planoaltimetrica dove dovranno essere riportati i punti trigonometrici IGM ed i caposaldi delle linee di livellazione IGM esistenti ed utilizzabili, dopo aver provveduto a reperire i relativi elementi geodetici presso l'Istituto Geografico Militare di Firenze in numero non inferiore a 5.

Sono ammessi anche altri punti trigonometrici purché siano nelle medesime tolleranze dei vertici IGM (planimetricamente) o dei caposaldi IGM (altimetricamente).

Dall'esame dei vertici di inquadramento reperiti e ripristinati si dovrà valutare se sono distribuiti in maniera sufficiente per il proseguo delle operazioni topografiche, se così non fosse dovranno essere istituiti dei nuovi punti per raggiungere una corretta densità preferibilmente utilizzando strumentazione GPS con i criteri e le modalità riportate nel paragrafo "Trilaterazione con sistema GPS".

Si deve tener conto che i risultati in termini di coordinate dovranno essere ottenuti su due rappresentazioni "Gauss-Boaga" e "Rettilinee".

Per quanto riguarda quest'ultima rappresentazione volendo adottare la proiezione conforme di Gauss i calcoli dovranno essere condotti con lo scopo di ottenere una minima deformazione totale data dalla combinazione di quella derivante dalla riduzione alla superficie di riferimento per effetto della quota e da quella lineare della rappresentazione; la massima deformazione tollerabile è di 10 mm al Km.

Per limitare queste deformazioni una ovvia soluzione è quella di suddividere la rete di inquadramento in blocchi baricentrici con limitata estensione in longitudine e la scelta di un piano medio che garantisca che non venga superato il valore sopra menzionato.

La rete di inquadramento dovrà essere progettata in maniera tale che le linee di base formino dei poligoni chiusi e la ridondanza delle misure sia superiore a due ed uniformemente distribuita.

Si deve tener presente che è necessario avere fra due blocchi consecutivi una zona di sovrapposizione ove siano presenti almeno due vertici interscambiabili fra loro per eventuali chiusure di poligoni, inoltre al fine di evitare errori è preferibile che la zona di sovrapposizione dei due blocchi sia realizzata dove la linea ferroviaria è in rettilineo e mai nelle zone in presenza di raccordi e curve.

Eventuali deroghe dovranno essere giustificate e preventivamente approvate dalle FC, fermo restando la massima deformazione tollerabile sopra indicata.

Gli elaborati di consegna sono quelli indicati al paragrafo "Trilaterazione con sistema GPS", con esclusione del grafico della rete planoaltimetrico, che deve essere redatto in scala 1:25.000 con base cartografica.

La quota altimetrica dei punti di nuova determinazione verrà ricavata con la livellazione di precisione come specificato nell'apposito paragrafo.

I calcoli di compensazione della rete così formata saranno condotti con metodi matematici rigorosi e tenendo conto della teoria degli errori.

Di seguito vengono riportati sistemi di rilievi del binario, possono essere prese in considerazione altri sistemi migliorativi, purché preventivamente approvati dalle FC.

II.2.2.1. INQUADRAMENTO DEL TRACCIATO FERROVIARIO

Per l'inquadramento, della poligonale a lati lunghi o della rete con rilevamento GPS in cui ricade il tracciato del binario è sufficiente allacciarsi ai punti trigonometrici IGM, o a quelli appositamente individuati, mentre per la livellazione si utilizzeranno i caposaldi di livellazione IGM interessanti il tratto di linea della rete di inquadramento, dopo aver provveduto a reperire i relativi elementi geodetici presso l'IGM di Firenze.

Per l'inquadramento del tracciato del binario si procederà secondo il criterio di seguito individuato:

- realizzazione di una poligonale a lati lunghi o una rete rilevata con sistema GPS;
- realizzazione di una poligonale a lati corti;
- realizzazione di una livellazione di precisione;
- individuazione delle coordinate dei punti fissi su cui si appoggerà il tracciato stesso.

II.2.3. POLIGONALE A LATI LUNGHIE E RETE GPS

Dopo la realizzazione della rete di inquadramento, si procederà all'inquadramento del tracciato del binario di cui sopra partendo dalla poligonale a lati lunghi o preferibilmente dalla trilaterazione con rilevamento satellitare GPS.

Queste ultime dovranno essere eseguite su estese che interessino circa 15-20 Km di linea ferroviaria e devono sovrapporsi in modo adeguato, ai blocchi precedenti di poligoni a lati lunghi o trilaterazioni G.P.S, in modo che:

- almeno due vertici intervisibili siano presenti su entrambi i blocchi contigui;
- il tracciato del binario nella zona di sovrapposizione di due blocchi contigui sia obbligatoriamente in rettilineo.

La poligonale o la rete si appoggeranno almeno a quattro vertici della rete di inquadramento, posti a distanza di circa 15-20 km tra di loro compresa la zona di sovrapposizione, i cui elementi geodetici siano stati reperiti presso l'IGM di Firenze.

II.2.3.1. POLIGONALE DI PRECISIONE A LATI LUNGHIE

I lati della poligonale devono avere possibilmente lunghezza costante (di norma non devono superare la lunghezza di 1 km) e i vertici costituenti i loro punti d'incontro devono essere ubicati su manufatti stabili nel tempo e tali da consentire la più ampia visuale possibile.

Durante il rilievo, le misure angolari e di distanza saranno effettuate con il metodo delle osservazioni a strati, eseguendo da ogni stazione almeno quattro strati di letture in dritto e capovolto.

I vari strati forniranno i valori degli angoli che, per essere mediabili, non dovranno presentare uno scarto superiore a 10cc rispetto alla media. Le osservazioni che superano tale valore andranno ripetute.

L'orientamento verrà determinato collimando, ove possibile, più punti trigonometrici della rete IGM o secondo altri metodi che dovranno essere preventivamente approvati dalle FC.

Le tolleranze planimetriche di chiusura sui vertici della rete IGM verranno stabilite prima di procedere alle eventuali compensazioni, compresi i vertici di sovrapposizione dei blocchi contigui, come segue:

$$\Delta\alpha = \pm 0^{\circ},001\sqrt{n} \qquad r_l = \sqrt{(\Delta^2_E + \Delta^2_N) / \Sigma l} \leq 1/A$$

dove:

$\Delta\alpha$ = errore di chiusura angolare espresso in gradi centesimali

r_l = rapporto di accuratezza lineare

n = numero dei vertici della poligonale

Δ_N e Δ_E = differenze espresse in metri fra le coordinate NORD e EST calcolate con la poligonale e le rispettive coordinate del punto trigonometrico desunte dalla monografia

Σl = somma dei lati della poligonale espressa in metri

$A = 100.000$

Le misure che non soddisfano la suddetta relazione andranno ripetute.

Di norma i vertici della poligonale devono essere materializzati a livello di campagna, stradale o piattaforma ferroviaria, preferibilmente su opere murarie purché stabili nel tempo e non soggetti a cedimento nel tempo. Dovrà essere redatto il grafico della rete pianoaltimetrica dei punti trigonometrici IGM, reperiti i relativi dati geodetici.

Dovrà inoltre essere effettuato il controllo con misure dirette, o secondo altri metodi che dovranno essere preventivamente approvati dalle FC per determinare la distanza orizzontale tra il primo vertice della poligonale e il più vicino punto trigonometrico I.G.M. cui verrà collegata detta rete nonché tra l'ultimo vertice e il più vicino punto trigonometrico I.G.M.5. su cui verrà chiusa.

La posizione altimetrica dei vertici della poligonale dovrà essere ottenuta mediante livellazione di precisione appoggiata ai caposaldi I.G.M.

Una volta ultimate le operazioni della poligonale di precisione a lati lunghi dovranno essere compilati i seguenti elaborati:

1. libretti di campagna nella redazione originale o quanto altro indicato nel paragrafo "Operazioni preliminari di campagna..";
2. monografie dei vertici della poligonale che dovranno contenere, per ciascun vertice coordinate rettilinee e Gauss Boaga; schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti caratteristici stabili facilmente individuabili nel terreno; schizzo prospettico o fotografia; quota dei vertici, breve descrizione dell'ubicazione con l'esplicita indicazione del Comune, frazione, località e via dove ricade il vertice e la data di materializzazione. Per i vertici ricadenti sulla sede ferroviaria dovrà essere indicata anche la quota del piano del ferro o della rotaia bassa antistante.
3. monografie dei punti trigonometrici IGM cui è stata riferita la poligonale e sui quali sono state eseguite le previste chiusure di controllo;
4. calcoli della poligonale per la determinazione delle coordinate rettilinee e Gauss Boaga;
5. calcoli relativi alle chiusure di controllo;
6. grafico della poligonale in scala 1:25.000, con l'indicazione dei collegamenti con i trigonometrici IGM, dei caposaldi posti in opera, dei limiti e dei numeri delle tavolette entro le quali si sviluppa la poligonale;
7. prospetto contenente gli elementi della poligonale (distanze, angoli al vertice, angoli di direzione, coordinate e quote con l'indicazione, per i vertici ubicati sulla sede ferroviaria, della quota del piano ferro o della rotaia bassa in corrispondenza dei medesimi;

8. relazione sui criteri adottati per l'esecuzione dei rilievi, sui criteri usati per i calcoli e per le chiusure di controllo, nonché sulle eventuali difficoltà incontrate e sulle disposizioni impartite per eliminarle o superarle. Detta relazione conterrà anche considerazioni sui risultati raggiunti in modo particolare per quanto riguarda la precisione ottenuta.

Tutti gli elaborati andranno consegnati sia su supporto cartaceo in originale che informatico. Per i disegni dovrà essere preparato anche un supporto trasparente, i files (supporto informatico), se non diversamente concordato con FC dovranno essere in formato DWG o DXF per rilievi, profili e planimetrie; mentre dovranno essere in formato doc o xls per le relazioni e per i tabulati, in formato JPG per elaborati fotografici.

La parte cartacea delle monografie, i calcoli ed il prospetto saranno rilegati a libretto di formato non superiore al formato A4, mentre la parte informatica dovrà essere costituita da schede in formato Data-Base ACCESS.

II.2.3.2. TRILATERAZIONI RILEVATE CON SISTEMA SATELLITARE GPS

I lati della trilaterazione del sistema GPS non devono di norma superare la lunghezza di un km e si devono sviluppare sulla sede ferroviaria salvo diverso avviso delle FC.

Qualora il sistema GPS si utilizzi anche per realizzare la rete di inquadramento la lunghezza delle "base line" saranno adeguate a tale necessità.

Qualora difficoltà di materializzare sul terreno dei caposaldi comportino di adottare soluzioni alternative, queste dovranno essere preventivamente concordate con le FC.

La trilaterazione con sistema GPS sarà rilevata esclusivamente con minimo 2 (due) ricevitori GPS a doppia frequenza, in assetto statico, rispettando le seguenti prescrizioni:

- 1 - I vertici della trilaterazione a lati lunghi saranno materializzati con pilastrini o centrini posati su manufatti esistenti.
- 2 - Tali vertici dovranno essere situati sulla proprietà ferroviaria salvo diverso avviso delle FC.
- 3 - Occorrerà garantire la visibilità tra il vertice della trilaterazione (GPS) ed i due più vicini vertici della poligonale a lati corti ad esso contigui.
- 4 - Dovrà essere evitata l'ubicazione dei vertici in zone ove siano presenti forti campi elettromagnetici o superfici riflettenti che potrebbero causare disturbi nella ricezione del segnale e fenomeni di "percorsi multipli".
- 5 - Nel punto di stazione dovrà essere garantita l'assenza di ostacoli alla ricezione del segnale a partire da una elevazione minima di 15°.
- 6 - I ricevitori dovranno acquisire contemporaneamente dati di codice e di fase provenienti da almeno 5 (cinque) satelliti (costellazione minimale) per un tempo non inferiore a 30 minuti per basi lunghe fino a 5 Km, a 60 minuti per basi lunghe fino a 10 Km, a 90 minuti per basi di lunghezza superiore a 10 Km il segnale potrà essere acquisito quando il satellite avrà raggiunto un angolo d'elevazione non inferiore a 15 gradi sessagesimali e con una velocità di registrazione di 15 secondi, le sessioni statiche devono essere effettuate con l'impiego di Antenna Choke-Ring o equivalente. La scelta delle costellazioni da utilizzare dovrà comunque essere ottimizzata anche

in relazione agli ostacoli alla ricezione presenti nel sito. Tale finestra di osservazione dovrà essere preventivamente studiata in modo tale da evitare di eseguire la registrazione dei dati:

- durante il passaggio di convogli ferroviari (se i vertici fossero situati sulla piattaforma ferroviaria);

- mentre ci sono satelliti che entrano ed escono nel cielo della stazione GPS;
- se il GDOP ha un valore superiore a 5 (cinque), valore che potrà essere superato solo in finestre temporali limitate nella sessione di misura, ma mai oltre 8 (otto);
- se il rapporto segnale/rumore è inferiore a 40.

Deve essere compilato un idoneo libretto di campagna dove saranno annotati: Nome dell'Operatore, nome del punto, numero della sessione, ora di inizio e fine della misura, satelliti osservati, valori del GDOP e del segnale/rumore di ciascun satellite ogni volta che tali valori si modificano e tutte le problematiche emerse durante le misure.

Tutte le osservazioni che non rispetteranno dette prescrizioni andranno ripetute.

Il primo e l'ultimo vertice della trilaterazione a lati lunghi GPS dovranno essere collegati ai 2 (due) punti trigonometrici della rete IGM più vicini. Le osservazioni di questi vertici principali dovranno essere eseguite sempre con le prescrizioni anzidette, ma con uno stazionamento più prolungato al fine di garantire la migliore precisione possibile avranno invece una durata inferiore alle 2 (due) ore.

I dati rilevati da ciascun vertice saranno archiviati su floppy-disk o altro supporto magnetico in apposite directory denominate NNNNGGGS dove NNNN rappresenta il numero del vertice, GGG è il giorno ed S è il numero della sessione della misura.

Ad esempio: il rilievo eseguito dal vertice 21 del giorno 20 giugno '08 nella 4^A sessione avrà come directory 0021204.

Al termine di ogni giorno lavorativo dovranno essere effettuate le operazioni di archiviazione sopra descritte ed un'accurata verifica che i dati acquisiti rispettino le prescrizioni anzidette.

Tutte le osservazioni che non soddisfino tali requisiti andranno ripetute.

Al termine delle operazioni di campagna le linee di base andranno calcolate in maniera definitiva con i parametri di default del software di elaborazione dati della stessa casa costruttrice degli strumenti GPS utilizzati per il rilievo o con appropriato software universalmente conosciuto che dovrà evidenziare il valore di quei parametri che la casa costruttrice dei ricevitori pone come vincolo per l'accettabilità della misura e questi dovranno essere evidenziati in maniera esaustiva nella relazione allegata alla consegna.

A FC dovrà essere consegnato in uso il software per le necessarie verifiche del lavoro.

Ciascuna linea di base, calcolata utilizzando come vertice di riferimento un punto IGM (o punto precedentemente calcolato da questo) e come vertice mobile il punto di cui si debbono determinare le coordinate, sarà salvata solo se il calcolo delle ambiguità ha avuto successo con uno scarto quadratico medio dell'errore non superiore a 1 mm planimetricamente:

file testo nel formato RRRRMMMM.TXT dove RRRR rappresenta il numero del vertice di riferimento ed MMMM è il numero del vertice mobile di cui sono state calcolate le coordinate. Tale file deve contenere oltre ai parametri utilizzati per il calcolo anche tutte le informazioni utili per desumere il buon andamento del calcolo. In genere i programmi di elaborazione dati GPS consentono l'uscita di detto file come "logfile MI";

- file ASCII nel formato RRRRMMMM.ASC dove RRRR rappresenta il numero del vertice di riferimento ed MMMM è il numero del vertice mobile di cui sono state calcolate le coordinate. Tale file deve contenere oltre al vettore della linea di base anche la matrice di varianza covarianza;

- risultato del calcolo nella banca dati del software di elaborazione.

Terminati i calcoli di tutte le linee di base sarà eseguita una compensazione ai minimi quadrati vincolando la trilaterazione a lati lunghi sui vertici IGM. Da tale compensazione dovrà risultare che:

- A. Le ellissi d'errore orizzontale per ciascun vertice, abbiano il semiasse maggiore non superiore a 6 mm altrimenti la misura andrà ripetuta.
- B. Per l'errore di quota valgono le disposizioni impartite con la livellazione di precisione, per cui il rilevamento satellitare GPS dovrà essere sostituito con la livellazione di precisione essendo eccessivo l'errore determinato con detto sistema GPS.

La trasformazione dovrà avvenire esclusivamente con la rototraslazione classica a 7 parametri (formule di Molodensky o di Helnart) per il passaggio del sistema WGS84 a Gauss, mentre sarà utilizzata la procedura "interpolare" per il sistema topografico locale.

Il successivo calcolo in coordinate "rettilinee" dovrà tener presenti le indicazioni sopra descritte.

Per quanto non esplicitamente riportato nel presente paragrafo valgono le prescrizioni riportate nel paragrafo poligonale di precisione a lati lunghi.

Al termine dei lavori di campagna dovranno essere compilati i seguenti elaborati.

1. Gli elaborati indicati per la poligonale a lati lunghi con le relative specifiche di consegna qualora non in contrasto con le presenti specifiche;
2. Una relazione che descriva l'andamento delle operazioni di campagna, i problemi avuti durante l'elaborazione dei dati e le scelte seguite. La relazione dovrà essere accompagnata da uno schizzo planimetrico, in scala opportuna, che mostri l'andamento della trilaterazione ed i collegamenti eseguiti ai vertici IGM e quant'altro necessario per una corretta interpretazione degli elaborati forniti;
3. Originale del libretto di campagna con le annotazioni dei satelliti osservati, GDOP, rapporto segnale/rumore, ecc;
4. CD-Rom o Floppy disk con i dati grezzi registrati in campagna i formato originale e interscambio;
5. Originale e 3 copie delle monografie dei vertici della trilaterazione rilevata con sistema GPS redatte secondo le prescrizioni previste e dei vertici della rete IGM utilizzati sia per l'inquadramento della trilaterazione con sistema GPS sia per i calcoli di trasformazione delle coordinate;
6. Calcoli delle linee di base (base lines) della trilaterazione GPS su files sia in formato TXT che ASCII;
7. I calcoli sulla rappresentazione Gauss-Boaga;
8. Calcoli sulla rappresentazione "rettilinea";
9. grafico in scala idonea concertata con la FC con base cartografica della trilaterazione con sistema GPS;

Tutti gli elaborati andranno consegnati sia su supporto cartaceo in originale che informatico. Per i disegni dovrà essere preparato anche un supporto trasparente. I files (supporto informatico) se non diversamente

concordato con le FC dovranno essere in formato DWG o DXF per rilievi, profili e planimetrie; mentre dovranno essere in formato doc o xls per le relazioni e per i tabulati, in formato JPG per elaborati fotografici.

Come già detto poiché le linee guida riguardano un sistema di rilievo e controllo del binario di tipo innovativo, possono essere prese in considerazione proposte migliorative nelle successive revisioni migliorative che devono essere preventivamente approvate da FC.

II.2.4. POLIGONALE PLANIMETRICA A LATI CORTI

Per la poligonale planimetrica a lati corti, si prescrive che i vertici, (che potranno anche far parte della poligonale a lati lunghi o della trilaterazione GPS), siano sempre ubicati sulla banchina della linea ferroviaria esistente salvo diverso avviso di FC. La distanza tra i vertici di detta poligonale dovrà essere contenuta entro 250 metri in relazione alla necessità di stabilire la visuale di ogni singolo vertice da quelli contigui e la misurazione dei punti fissi nelle tolleranze stabilite.

Il rilievo angolare e delle distanze della poligonale dovrà essere eseguito con il metodo delle osservazioni a strati e si consiglia di eseguire da ogni stazione almeno 4 strati di lettura in dritto e capovolto.

I vari strati forniranno degli angoli che, per essere mediabili, non dovranno presentare uno scarto superiore a $10''$.

Le osservazioni che superino tale valore andranno ripetute.

La poligonale dovrà essere eseguita con equipaggiamento di poligonazione forzata, sia per la stazione indietro che per quella avanti.

Le tolleranze di chiusura di ciascuna poligonale a lati corti sui rispettivi vertici della rete GPS o poligonale a lati lunghi, devono essere contenute nei seguenti valori, prima di procedere alla eventuale compensazione:

$$\Delta\alpha = \pm 0'',001\sqrt{n} \quad \Delta l = 0,00015 \sqrt{\sum l} + 0,0025$$

Dove n è il numero dei vertice, $\Delta\alpha$ è espresso in gradi centesimali e l è la lunghezza dei lati espressa in metri.

Tutti i vertici della poligonale devono essere materializzati sulla piattaforma ferroviaria.

Come per quanto stabilito nel paragrafo II.2.3. della poligonale a lati lunghi e rete GPS, dovrà essere redatto il grafico della poligonale a lati corti vincolata sui rispettivi vertici della rete GPS o della poligonale a lati lunghi.

Le coordinate dei vertici dovranno quindi essere fornite nel doppio sistema: Gauss-Boaga e locale.

Dai vertici della poligonale saranno determinati, per intersezione in avanti, su richiesta di FC alcuni particolari punti caratteristici all'intorno della linea ferroviaria di cui sarà redatta la relativa monografia.

Ogni tratto di poligonale a lati corti dovrà essere realizzato sempre tra 2 (due) vertici contigui della poligonale a lati lunghi o del rilevamento satellitare GPS, tale poligonale a lati corti dovrà essere compensata in appoggio a detti vertici previa verifica che gli errori di chiusura rientrino nei limiti delle tolleranze ammesse.

La quota dei vertici invece come già detto dovrà essere determinata mediante livellazione di precisione, partendo dai caposaldi IGM di livellazione.

Una volta ultimate le operazioni della poligonale di precisione planoaltimetrica a lati corti dovranno essere compilati i

seguenti elaborati:

1. libretti di campagna nella redazione originale e quanto altro indicato nel paragrafo "Operazioni preliminari di campagna..";
2. monografie dei vertici della poligonale che, dovranno contenere, per ciascun vertice coordinate rettilinee e Gauss Boaga; schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti caratteristici stabili facilmente individuabili nel terreno; schizzo prospettico o fotografia; quota dei vertici rilevati con livellazione di precisione, breve descrizione dell'ubicazione con l'esplicita indicazione del Comune, frazione, località e via dove ricade il vertice e la data di materializzazione. Per i vertici ricadenti sulla banchina ferroviaria dovrà essere indicata anche la distanza orizzontale dal vertice al bordo interno del fungo della più vicina rotaia nonché la quota del piano ferro. Nelle stazioni dovranno essere riportate anche le distanze tra il vertice e il bordo interno del fungo della più vicina rotaia dei binari di corsa;
3. monografie dei punti trigonometrici IGM cui è stata riferita la poligonale e sui quali sono state eseguite le previste chiusure di controllo;
4. calcoli della poligonale per la determinazione delle coordinate rettilinee e Gauss Boaga;
5. calcoli relativi alle chiusure di controllo;
6. grafico della poligonale in scala 1:2000 o definita con la RPI, con l'indicazione dei collegamenti con i trigonometrici IGM, dei caposaldi posti in opera, dei limiti e dei numeri delle tavolette entro le quali si sviluppa la poligonale;
7. prospetto contenente gli elementi della poligonale (distanze, angoli al vertice, angoli di direzione, coordinate e quote con l'indicazione, per i vertici ubicati sulla sede ferroviaria, della quota del piano ferro in corrispondenza dei medesimi);
8. relazione sui criteri adottati per l'esecuzione dei rilievi, sui criteri usati per i calcoli e per le chiusure di controllo, nonché sulle eventuali difficoltà incontrate e sulle disposizioni impartite per eliminarle o superarle. Detta relazione conterrà anche considerazioni sui risultati raggiunti in modo particolare per quanto riguarda la precisione ottenuta.

Tutti gli elaborati andranno consegnati sia su supporto cartaceo in originale che informatico. Per i disegni dovrà essere preparato anche un supporto trasparente. I files (supporto informatico) se non diversamente concordato con le FC dovranno essere in formato DWG o DXF per rilievi, profili e planimetrie; mentre dovranno essere in formato doc o xls per le relazioni e per i tabulati, in formato JPG per elaborati fotografici.

La parte cartacea delle monografie, i calcoli ed il prospetto saranno rilegati a libretto' di formato non superiore al formato A4, mentre la parte informatica dovrà essere costituita da schede in formato ACCESS.

II.2.5. LIVELLAZIONE DI PRECISIONE

La livellazione di precisione andrà effettuata partendo dai caposaldi di livellazione IGM i cui elementi geodetici siano stati reperiti dall'I.G.M. di Firenze e previa verifica di affidabilità degli stessi.

Essa sarà realizzata nella poligonale a lati lunghi o sulla rete GPS e sulla poligonale a lati corti (che come detto ha lati contenuti entro 250 m), utilizzandone i vertici che diventeranno caposaldi della livellazione stessa.

Lungo i tratti dell'esistente linea ferroviaria dovranno essere rilevate e riportate sugli elaborati le quote del piano

ferro del binario di corsa in corrispondenza dei vertici della poligonale, dei pali della trazione elettrica, nonché in corrispondenza delle opere d'arte (sul piano ferro), dei passaggi a livello, dei fabbricati viaggiatori, delle case cantoniere e dei cambi di livelletta, in modo da poter ricostruire il reale andamento altimetrico della linea.

Anche la quota dei Punti Fissi dovrà essere determinata mediante livellazione di precisione con collegamento ai caposaldi di livellazione, allo scopo sarà adottata una stadia adeguata per il rilievo di detti punti, per i quali è ammesso un errore di tolleranza massimo verticale di ± 1 mm su un campo di misura contenuto in 250 m interessante due caposaldi contigui.

La livellazione di precisione, sarà condotta con il metodo della livellazione geometrica con battute dal mezzo. In ogni stazione il livello dovrà trovarsi ad uguale distanza dalle due stadiie, con approssimazione non superiore al metro, e la distanza tra lo strumento e la stadia non dovrà superare i 50 metri.

La misura del dislivello da caposaldo iniziale a caposaldo finale dovrà essere eseguita in andata e ritorno in ore e giorni diversi. In ogni caso bisognerà evitare le ore calde o di foschia e le visuali radenti.

La discordanza tra il dislivello misurato in andata e quello di ritorno, tra un caposaldo iniziale e finale, non dovrà superare la tolleranza di $\text{mm} \pm 3\sqrt{D}$, dove D è la distanza espressa in km.

Nel caso che detta discordanza risultasse superiore si dovrà ripetere la livellazione.

Qualora lungo il percorso della livellazione si trovassero più caposaldi IGM, la livellazione si svilupperà tra ciascuna coppia di caposaldi.

Comunque, la tolleranza tra caposaldo iniziale e finale di tutta la livellazione, dovrà essere contenuta nel limite anzidetto.

Quando la linea di livellazione si chiude a formare un poligono di D chilometri, l'errore di chiusura (ovvero il risultato che si ottiene sommando le medie tra andata e ritorno dei dislivelli misurati sui tratti successivi della linea) deve essere non superiore a $\text{mm} \pm 1,75\sqrt{D}$, dove D è il percorso totale espresso in km.

Prima di collegare la livellazione con un caposaldo dell'IGM è fatto obbligo di assicurarsi che la quota dei caposaldi sia rimasta invariata nel tempo.

I risultati di detti controlli saranno esposti in una breve relazione che verrà inviata a FC appena terminato il lavoro di campagna.

La livellazione geometrica di precisione può essere eseguita sia per la realizzazione di nuove Linee di livellazione sia per la rideterminazione di linee esistenti.

Una volta ultimate le operazioni della livellazione di precisione dovranno essere compilati i seguenti elaborati:

1. relazione esplicativa sui criteri adottati e la precisione raggiunta;
2. schema su carta topografica in scala 1:25.000 con l'ubicazione dei caposaldi IGM di attacco e del percorso della linea di livellazione (in due copie) e in scala 1:1000/1:2000 qualora richiesto da FC per avere elementi di dettaglio;
3. monografie dei caposaldi IGM ai quali è stata riferita la livellazione nonché di tutti gli altri ricadenti nel tratto interessato dai rilievi;

4. monografie dei caposaldi di livellazione e di eventuali caposaldi messi in opera lungo il percorso tra caposaldo IGM caposaldo da collegare, eseguite accuratamente come previsto per i vertici della poligonale;
5. libretti di campagna nella redazione originale;
6. riepilogo di ogni linea di livellazione eseguita, con i dislivelli di campagna (andata, ritorno e media) e le distanze di ogni singola battuta;
7. calcoli di compensazione per la determinazione della quote;
8. prospetto con le quote e le coordinate dei vertici della poligonale e dei caposaldi di livellazione nonché compresi i relativi calcoli.

Tutti gli elaborati andranno consegnati sia su supporto cartaceo in originale che informatico. Per i disegni dovrà essere preparato anche un supporto trasparente. I files (supporto informatico) se non diversamente concordato con le FC dovranno essere in formato DWG o DXF per rilievi, profili e planimetrie; mentre dovranno essere in formato doc o xls per le relazioni e per i tabulati, in formato JPG per elaborati fotografici.

La parte cartacea delle monografie, i calcoli ed il prospetto saranno rilegati a libretto di formato non superiore al formato A4, mentre la parte informatica dovrà essere costituita da schede in formato ACCESS.

II.2.6. RILIEVO TOPOGRAFICO DEI PUNTI FISSI APPOGGIATI ALLA POLIGONALE A LATI CORTI

Il punto fisso "P" convenzionalmente è individuato dall'intersezione dell'asse del perno, che deve essere necessariamente posto orizzontalmente, e il piano ad esso normale posto a 60,5 mm dalla testa del perno .

Tale punto di intersezione deve coincidere con il punto di misura del prisma che costituisce la mira ottica accoppiata al perno.

Pertanto non sono ammesse mire ottiche i cui prismi abbiano punti di collimazione che non coincidono con il punto fisso (come sopra determinato), al fine di evitare calcoli per rideterminare la sua posizione.

Premesso quanto sopra il rilievo topografico dei punti fissi dovrà essere eseguito facendo stazione dai vertici della poligonale a lati corti, che costituiscono anche i caposaldi della livellazione di precisione.

Per quanto riguarda il rilievo dei punti fissi di norma si procederà come segue:

- ogni punto fisso dovrà essere rilevato almeno da 2 (due) vertici contigui distanti circa 250 m dalla poligonale a lati corti, con strumento topografico a stazione totale;
- ogni punto fisso sarà misurato da ogni vertice almeno 2 volte in dritto e capovolto per tutti i valori angolari e di distanza;
- andranno rilevati in modo diretto la distanza di due punti fissi affacciati completi dell'angolo del piano normale al tracciato.

Il rilievo altimetrico del punto fisso sarà eseguito come indicato nel paragrafo "livellazione di precisione".

I punti fissi battuti da due vertici/caposaldi contigui o affacciati nel caso di linee a doppio binario della poligonale a lati corti, dovranno avere scarti quadratici medi inferiori a:

+/- 3 mm sul piano orizzontale nelle direzioni X e Y tra loro ortogonali;

+/- 2 mm nella direzione verticale.

Qualora non si raggiungessero i valori delle tolleranze sopra descritti, o il punto fisso venisse accidentalmente spostato, andando fuori tolleranza, si dovrà procedere a un nuovo rilievo con la procedura precedentemente descritta, e mai a "stazionamento libero" e andranno rielaborati gli elaborati progettuali di cui al punto II.3.

Metodi diversi di rilievo possono essere accettati previa preventiva approvazione di FC purché vengano rispettate le tolleranze di posizionamento finale del binario.

La materializzazione del punto fisso dovrà essere individuata in coordinate cartesiane oltre che delle coordinate curvilinee.

Esso consente di effettuare:

- lo stazionamento libero dello strumento topografico per il rilevamento su base assoluta della geometria del binario (sia per la progettazione che per il controllo del binario par. II.3 e II.4);
- il rilievo puntuale della posizione del binario relativamente alla sezione trasversale comprendente il punto fisso (limitatamente ad un controllo puntuale del binario par.
- il rilievo in continuo della posizione del binario con macchine di registrazione operanti direttamente sullo stesso (per il controllo del binario par. II.4.2.

II.2.7 RILIEVO PLANOALTIMETRICO DEL BINARIO RIFERITO A PUNTI FISSI PER IL PROGETTO DEL TRACCIATO.

II.2.7.1. RILIEVO DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO A "STAZIONAMENTO LIBERO" PER LA PROGETTAZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO.

Si premette che tutte le attività topografiche finora descritte hanno avuto lo scopo di rilevare i punti fissi garantendone la migliore precisione e omogeneità in coordinate assolute, per poter appoggiare ad essi tutte le attività inerenti la geometria del binario.

Il rilievo planoaltimetrico della geometria del binario su base assoluta, riferito ai punti fissi, deve essere eseguito con stazione totale topografica per mezzo dello "stazionamento libero".

Ciò consente di progettare il tracciato correttamente mediante apposito programma informatico, minimizzando gli spostamenti della posizione del binario esistente, tenendo conto degli ostacoli presenti lungo linea e dell'intervista di progetto per linee a doppio binario (non inferiore a 2,12 m) e nel rispetto delle norme per la corretta progettazione dei tracciati ferroviari.

Tale rilievo andrà eseguito sia su binari esistenti ad esempio prima della rinalzatura, sia su binari nuovi come nel caso di nuove costruzioni o di rinnovamento con le modalità appresso specificate.

Qualora la linea sia a doppio binario, tale rilievo andrà eseguito per ciascun binario. Per "stazionamento libero" si intende la tecnica che individua la posizione dello strumento topografico a stazione totale su base assoluta in coordinate cartesiane, utilizzando le letture angolari e di distanza verso i punti fissi aventi coordinate note.

Come prima operazione si posizionerà la stazione totale fuori del binario rilievo "off track" ponendola baricentrica rispetto ai punti del tracciato da rilevare, i quali non devono essere ad una distanza superiore a 240 m circa,

semprech  non ci siano problemi di visibilit , altrimenti va ridotto il campo di misura; quindi si proceder  ad individuare la posizione della stazione totale come precedentemente detto, facendo in modo che sia sempre nell'intorno della stessa progressiva con tolleranza di ± 15 m.

Il passo tra due stazioni libere contigue non deve essere superiore a 400 m circa, fermo restando che tale passo va ridotto qualora si usino strumentazioni meno precise (solo dietro preventiva autorizzazione di FC, comunque devono sempre garantire le tolleranze di posizione del binario richieste da FC).

Il tratto di binario rilevato dovr  avere una estensione maggiore rispetto al passo delle stazioni libere pari a 25 m circa in pi  da ciascuna estremit  del tratto interessato da dette stazioni (cio  450 m circa), al fine di garantire la lettura della geometria del binario da due stazioni libere contigue in una zona di sovrapposizione di 50 m circa su 400 m.

L'errore di posizionamento della stazione totale deve essere minimo, e per individuare detta posizione, si provveder  con la tecnica dello "stazionamento libero" collimando almeno sei punti fissi, sui quali saranno posizionati i prismi ottici, escludendo quelli posti a distanza minore di 20 m.

Lo "stazionamento libero" avr  una duplice funzione:

- verificare l'affidabilit  dei punti fissi;
- calcolare la posizione e l'orientamento della stazione.

Una volta rilevati i punti fissi con la stazione totale si proceder  come segue.

In una prima faseandr  eseguito il calcolo delle coordinate dei punti fissi rilevati usando tutte le letture angolari e di distanza in un sistema di riferimento arbitrario; il rilievo verr  quindi traslato in XYZ e ruotato attorno all'asse Z in modo rigido, minimizzando ai minimi quadrati gli scarti delle coordinate rilevate rispetto alle coordinate note.

Punti fissi che presentino scarti in X o Y superiori a 5 mm o in Z superiori a 3 mm andranno scartati.

In seconda faseandr  eseguito il medesimo calcolo utilizzando i soli punti fissi accettabili.

Dovranno comunque essere utilizzati almeno quattro punti disposti in modo omogeneo rispetto alla stazione.

La deviazione standard finale non dovr  superare i 3 mm in planimetria e 2 in altimetria.

Durante tale operazione si deve procedere a trapiungere un punto fisso ben visibile posto alla maggiore distanza nello schema di rilevamento utilizzato per l'orientamento della direzione.

Su questo punto si regoler  un angolo orizzontale semplice da memorizzare per i controlli successivi.

Dopo ogni passaggio del treno e prima di spostare lo strumento dalla stazione libera si dovr  verificare che la posizione dello strumento stesso sia rimasta invariata, al fine di garantire il rilievo della posizione del binario nelle tolleranze di posizione prescritte.

Tutte le operazioni eseguite a "stazionamento libero" andranno registrate.

Per ottimizzare la posizione del tracciato si dovr  procedere prima al rilievo del binario lungo il suo asse in corrispondenza:

- dei punti fissi con passo compreso tra i 5 e i 30 m);

- dei punti caratteristici dei deviatori (centro geometrico, individuato dal vertice della curva del ramo deviato, e delle giunzioni di ingresso e di uscita degli scambi sia su corretto tracciato che in deviato);
- ogni 10 m in curva e sui raccordi e in corrispondenza delle gallerie, dei marciapiedi e di altre opere d'arte (cavalcavia, muri ecc.) che si trovano a distanza ridotta dalla rotaia esterna, il passo si riduce a 5 metri se si usa il rilievo anche per correggere il tracciato.

Comunque il rilievo del binario con la stazione totale dovrà essere con passo più fitto, a cavallo delle zone di transizione di inizio e fine raccordo o inizio e fine di due curve e nelle zone dei deviatori, o secondo le disposizioni impartite da FC qualora ciò fosse ritenuto necessario.

Nella zona di 50 m di sovrapposizione del rilievo del binario su una base di 400 m rilevati, è ammesso, prima di procedere al calcolo della media, un errore di 5 mm in orizzontale e 3 mm in verticale, mentre nel restante tratto di 350 m su 400 m, deve essere garantita la massima precisione di sistema con una deviazione standard non superiore a 3 mm in planimetria e a 2 mm in altimetria.

Le misure dello scartamento, sopraelevazione, interasse e tra i due punti fissi interfacciati per linee a doppio binario, dovranno avere tolleranza massima di 1 mm.

Per le caratteristiche strumentali delle stazioni totali, per la misura della geometria del binario in coordinate assolute, si rimanda al paragrafo "operazioni preliminari di campagna e caratteristiche strumentali".

Per le modalità di rilievo ed elaborazione dati si precisa quanto segue:

Per la progettazione del tracciato i rilievi dei Punti Fissi e del binario devono essere eseguiti esclusivamente mediante il sistema della stazione totale (fuori binario) e carrellino o supporto che traguarda le due rotaie o altri supporti come indicato al par. II.2.1.2 (rilievo "off track"), con la tecnica dello stazionamento libero; carrellino e supporti da porre sul binario devono essere facilmente deragliagli.

Dovranno essere consegnati a FC per ciascun binario (qualora la linea sia a doppio binario) i seguenti elaborati per la successiva progettazione del tracciato:

A.1) Tabella dei rilievi, in coordinate cartesiane su base assoluta, dei punti fissi con passo compreso tra i 30 e i 60 m; e della distanza tra i due punti fissi affacciati per linee a doppio binario (eventualmente completo di angolo tra la direzione dei due punti fissi e il piano ortogonale all'asse del binario);

A.2) Tabella dei rilievi, in coordinate cartesiane su base assoluta, dei punti in asse al binario eseguiti:

- ogni 10 m in curva e sui raccordi, in corrispondenza delle gallerie, dei marciapiedi e di altre opere d'arte (cavalcavia, muri ecc. che si trovano a distanza ridotta dalla rotaia esterna), oppure ogni 5 metri se si usano i rilievi anche per il controllo del binario alle condizioni appresso specificate;
- in corrispondenza dei punti fissi (nella sezione ortogonale al binario);
- in corrispondenza dei punti geometrici caratteristici dei deviatori quali il centro geometrico, (rappresentato dal vertice della curva del ramo deviato del deviatore), e le giunzioni di ingresso e di uscita degli scambi (sia sul corretto tracciato che in deviato), sempre riferiti all'asse del tracciato del binario.

Per ogni punto rilevato devono essere riportati nella tabella: i rilievi delle quote della rotaia bassa, della rotaia più vicina al punto fisso e dell'asse del binario (nella sezione ortogonale all'asse binario del punto rilevato), nonché il valore della sopraelevazione, dello scartamento e dell'interasse. Si rammenta che per i valori di quota e di pendenza della

livelletta le FC prende come riferimento la rotaia bassa. Pertanto nel progetto si deve tener conto che sulle rampe dei raccordi la pendenza dell'asse del tracciato del binario deve essere incrementata o decrementata della metà della pendenza della rampa dovuta alla sopraelevazione rispetto alla livelletta della rotaia bassa.

Qualora si intendano utilizzare i rilievi della posizione del binario, con la stazione totale, oltre che per la progettazione, anche per posizionarlo sul tracciato di progetto è fondamentale rispettare le seguenti condizioni:

- Dal momento del rilievo al momento di posizionamento su tracciato di progetto non devono essere accaduti fatti che ne abbiano modificato la posizione altrimenti il rilievo non è assolutamente accettabile e va ripetuto, in relazione a ciò andrà scelto il metodo più idoneo per rilevare il binario se con sistema "on track" oppure "off track" come meglio specificato nei paragrafi seguenti.
- Il rilievo per posizionare il binario su tracciato di progetto va fatto sul binario preesistente se è questo che deve essere corretto come nel caso della rincalzatura, mentre nel caso di rinnovamento del binario, o di nuove costruzioni, tale rilievo va fatto esclusivamente sul nuovo binario posato e mai su quello vecchio che andrà eliminato.
- Premesso quanto sopra il rilievo va implementato prevedendolo ogni 5 metri sia in retta che in curva oltre che negli altri punti indicati precedentemente.

Il sistema di rilievo con stazione totale può essere utilizzato anche per eseguire la "verifica finale" della posizione del binario dopo la correzione del tracciato mediante le macchine operatrici (rincalzatrici), con la consegna degli elaborati precedentemente indicati per il rilievo.

I parametri geometrici del tracciato del binario rilevati con la stazione totale, comprensivi di sopraelevazione, dello scartamento e del rilievo dei punti fissi e della distanza tra due punti fissi affacciati per linee a doppio binario, andranno riportati su appositi tabulati sia su carta che su supporto informatico in formato ASCII, o altro formato indicato da FC.

Tale supporto informatico di acquisizione dati deve interfacciarsi con quello dei computer di bordo di macchine operatrici (come rincalzatrici, ecc.) aventi la guida automatica per posizionare il binario sul tracciato di progetto.

II.2.7.2 RILIEVO PUNTUALE DEL BINARIO IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI FISSI

Il rilievo puntuale del binario in corrispondenza dei punti fissi è descritto al paragrafo "Controllo della posizione del binario...", avendo una funzione specifica di controllo e non di progetto.

II.2.8 RILIEVO DEGLI OSTACOLI LUNGO LINEA PER TRANSITABILITÀ' DELLE SAGOME.

Il rilievo dell'intera sezione trasversale della sede ferroviaria in presenza di opere d'arte come gallerie, cavalcavia e opere d'arte minori presenti lungo linea, sia a semplice che a doppio binario, dovrà essere eseguito con apparecchiatura di elevata precisione, completo dell'arredo tecnologico (segnali, ecc.) e della eventuale posizione planoaltimetrica della coppia dei punti fissi (per le linee a doppio binario completa della loro distanza reciproca) o del singolo punto fisso (se linee a semplice binario), con tolleranze massime di rilievo rispetto a detti punti fissi di +/- 1 centimetro ad esclusione della posizione del binario nella sezione rilevata (completa di sopraelevazione, scartamento e intervallia) che dovrà avere le tolleranze indicate nel paragrafo II.2.7 "Rilievo planoaltimetrico del binario...". Tale rilievo andrà eseguito con riferimento ad un sistema di assi cartesiani verticali e orizzontali ortogonali all'asse del binario.

E' preferibile che il rilievo degli ostacoli avvenga in continuo secondo le prescrizioni di FC.

Qualora ciò non sia possibile e non vi siano situazioni particolari dovute alla irregolarità delle sezioni di intradosso

delle gallerie o cavalcavia (per cui occorre eseguire rilievi di sezioni raffittite), si possono eseguire rilievi almeno ogni 20-30 metri su tratti di linea in retta riducendoli ad almeno 20 metri per curve con raggi fino a di 500 m e almeno ogni 10 metri per raggi minori, facendo in modo che vengano rilevate tutte le sezioni in cui sono presenti i punti fissi.

Una volta elaborati i rilievi su un determinato tratto di linea dovrà essere verificata mediante apposito programma, da mettere a disposizione di FC, la transitabilità delle sagome che si intendono far transitare sulla linea per evitare interferenze con gli ostacoli rilevati (gallerie, cavalcavia e altre opere d'arte) mettendo in conto anche la tolleranza del rilievo.

Il programma che fornisce la transitabilità della sagoma deve determinare anche i margini o le eventuali interferenze tra il profilo di intradosso delle gallerie o dei cavalcavia e la sagoma di transito adottata, tenendo conto anche delle tolleranze del rilievo, su entrambi i lati del rivestimento della galleria, sia su supporto magnetico che cartaceo, in forma grafica e numerica stabilita da FC.

Qualora i rilievi siano discontinui (cioè si eseguono in sezioni puntuali del tracciato anche se con un passo più o meno ampio), è necessario però eseguire la verifica di transitabilità in "continuo" lungo linea con carrelli montanti la sagoma adottata, maggiorato della tolleranza del rilievo e dei margini per la manutenzione del binario per verificare la compatibilità con gli ostacoli presenti tra le sezioni rilevate.

Quando si devono eseguire rilievi che riguardano l'intera sezione della sede ferroviaria, come nel caso di gallerie o cavalcavia, il rilievo dovrà interessare l'intero profilo d'intradosso, che nel caso della galleria deve partire dalla base di un piedritto fino ad arrivare alla base del piedritto opposto escludendo la massicciata, comprendendo gli eventuali marciapiedi, la posizione dei punti fissi e del binario con le tolleranze prescritte.

La posizione e l'ingombro di ciascun segnale dovranno essere riportati nella sezione rilevata più prossima al segnale stesso, con l'indicazione della corrispondente progressiva.

Il rilievo della sezione di galleria o del cavalcavia deve riportare l'esatta posizione dei binari, completi della sopraelevazione, dello scartamento e, qualora la sede sia a doppio binario, dell'interasse, nonché dei raggi delle curve del tracciato in corrispondenza della sezione stessa.

Tali dati devono essere restituiti su supporto magnetico sia in forma grafica sia in forma numerica secondo il formato che sarà indicato da FC.

Salvo diverso avviso la restituzione su supporto magnetico deve essere fornita su floppy disk o su cd-rom e avverrà, per tutti gli elaborati grafici, mediante files in formato DXF leggibili da Autocad o secondo le disposizioni di FC.

Tutti i tipi di restituzione devono essere forniti anche su supporto cartaceo.

In particolare, per quanto riguarda la restituzione del rilievo delle sezioni delle gallerie e dei cavalcavia, ogni file dxf conterrà il rilievo di una sezione in cui verranno riportati, ciascuno su un piano di disegno diverso, i seguenti elementi:

- sezione della galleria o del cavalcavia;
- posizione del binario di riferimento sul quale è stato fatto il rilievo completo di scartamento e sopraelevazione, indicazione del piano ferro e del centro del binario stesso, nonché l'indicazione che trattasi del binario di riferimento su cui è stato eseguito il rilievo;
- posizione del binario adiacente a quello di riferimento completo di scartamento e sopraelevazione, indicazione del piano ferro e del centro del binario stesso, qualora la galleria sia a doppio binario;

- posizione ed ingombro di eventuali segnali riportati nella sezione più vicina ma con la progressiva reale;
- posizioni dei punti fissi individuati con un simbolo se presente nella sezione;
- nome della galleria, numero della sezione, progressiva in metri, nome del punto fisso per gallerie, sopraelevazione, raggio di curvatura del tracciato in corrispondenza della sezione. Inoltre i profili delle sezioni e tutti gli altri elementi rilevati dovranno essere rappresentati come se si percorressero tutte le gallerie sempre nella direzione di progressive crescenti, indipendentemente dalla direzione effettivamente seguita all'atto del rilievo stesso.

I dati numerici dovranno essere forniti sia su floppy disk o cd-rom, tramite file in formato ASCII, che su tabulato.

II.3 PROGETTAZIONE PLANOALTIMETRICA DI UN TRACCIATO NUOVO O ESISTENTE.

Fino ad oggi la FC per la progettazione dei tracciati ha utilizzato curve di transizione costituite da parabole cubiche di equazione $Y=X^3/(6*R*L)$, dove L rappresenta la lunghezza della proiezione del raccordo sull'asse delle ascisse.

Inoltre il tracciato del binario è stato riportato sui "Libretti delle curve" dove vengono indicati gli elementi geometrici caratteristici delle curve planimetriche e le frecce massime con passo di 10 m riferite a corde su base mobile di 20 m.

Tali raccordi nel campo ferroviario approssimano la clotoide, però anche se in un primo momento risultano di facile realizzazione, dal punto di vista teorico comportano inconvenienti dovuti alle approssimazioni di calcolo adottate che causano imprecisioni che crescono al diminuire del raggio di curvatura.

Anche la correzione del tracciato risulta poco precisa se si utilizza il metodo Hallade, essendo questo un modello di calcolo approssimato, pertanto andranno adottati modelli di calcolo, che se anche più complessi sono più precisi e oggi facilmente gestibili grazie all'uso di computer e software in grado di elaborarli.

Un altro tipo di imprecisione è dovuto all'attuale metodo di controllo della posizione del binario basato sul rilevamento delle frecce effettuato manualmente con filo di nylon o, nel migliore dei casi, con quello di acciaio armonico da 0.3 mm, causa errori di posizionamento del binario non compatibili con il comfort richiesto.

Peraltro le imprecisioni che si verificano durante il controllo del binario sono causate dall'inaffidabilità della posizione dei picchetti eseguiti con spezzoni di rotaia, cementati in blocchi di calcestruzzo, in quanto spesso vengono spostati dalle macchine operatrici (rincalzatrici) durante i lavori al binario.

Inoltre poiché il sistema di controllo delle curve basato sui "Libretti delle curve" gestisce solo le caratteristiche geometriche planimetriche di dette curve e non considera né il rettilineo né l'andamento altimetrico del binario, con le presenti linee guida si intende ora tenere sotto controllo anche questi elementi geometrici in precedenza trascurati, adottando una modellazione matematica informatizzata per il progetto ed il controllo del binario ed eseguendo il rilievo del binario riferito a punti fissi e non più agli attuali picchetti.

In conclusione il raccordo parabolico ammette delle discontinuità, che seppur minime nel collegare rettili, raccordi e curve piene che crescono al decrescere del raggio, può comunque essere utilizzato, ma occorre determinare il tipo di imprecisione che comporta per verificarne la compatibilità con il tracciato del binario che si sta progettando a nuovo o mediante correzione.

E' evidente che nello studio del tracciato deve essere individuato un unico tipo di raccordo su tutto l'itinerario preso in considerazione, per evitare confusioni (o conflitti), quando si utilizzano le macchine operatrici (rincalzatrici) in occasione dei lavori di manutenzione meccanizzata del binario.

Pertanto nei progetti di tracciato o negli studi di correzione del binario va sempre esplicitato il tipo di raccordo utilizzato.

Premesso quanto sopra si danno alcuni chiarimenti sulla clotoide.

La clotoide è una curva piana definita come il luogo geometrico dei punti per i quali è costante il prodotto tra il raggio della curva e la lunghezza del raccordo misurato partendo dalla sua origine e rappresenta lo sviluppo del tracciato in asse al binario:

$$R \cdot L = K^2$$

Introducendo la clotoide nel calcolo dei raccordi, mediante la progettazione del tracciato eseguita con programmi informatici specifici, è possibile ricavare su base assoluta la geometria del tracciato per ciascun binario, sia in coordinate cartesiane che in coordinate curvilinee (in asse binario), senza discontinuità tra curve/raccordi/rettifili. La geometria, del tracciato viene completata con gli altri elementi geometrici di sopraelevazione, scartamento e interasse.

Attualmente esistono anche programmi informatici che gestiscono la progettazione dei raccordi parabolici ovviamente con i limiti dettati dalle imprecisioni sopra dette.

Con tali programmi si possono ricavare i dati caratteristici del tracciato ed in particolare:

- l'asse del tracciato di ciascun binario, con tutti gli elementi planimetrici e geometrici caratteristici;
- la livelletta della rotaia bassa di ciascun binario con tutti gli elementi altimetrici e geometrici caratteristici.

Ovviamente sui prospetti informativi che forniscono i dati caratteristici del tracciato va espressamente dichiarato se si utilizza come raccordo la clotoide o il raccordo parabolico.

Tali programmi inoltre consentono di individuare la geometria del tracciato su base assoluta anche in coordinate curvilinee riferite all'asse di ciascun binario che definirà il "piano delle picchettazioni" ed in particolare:

- la progressiva chilometrica dell'asse del binario di tutti i punti geometrici caratteristici, di tutti i punti geometrici dove si eseguono le frecciate e dei punti fissi;
- i dati geometrici caratteristici del tracciato sia planimetrici che altimetrici;
- la distanza orizzontale e verticale del binario rispetto ai punti fissi, misurate in un piano ortogonale all'asse del binario;
- le frecciate massime del tracciato sulla base di corde mobili di 20m (planimetriche e altimetriche) passo 5 m;

Tale scelta è stata imposta per un miglior controllo della posizione del binario ai fini della regolarità e sicurezza dell'esercizio ferroviario.

Gli elaborati informatici del progetto del tracciato del binario, dovranno essere forniti mediante files sia grafici, sia tabellari (numerici), sia di testo secondo i formati richiesti da FC.

Per poter individuare il progetto del tracciato ottimale, con apposito programma di calcolo informatizzato, si elaboreranno i rilievi di posizione del binario, delle opere d'arte per progettare la nuova geometria del binario (sia in

curva che in retta, planimetricamente e altimetricamente) minimizzando gli spostamenti tra il tracciato di progetto e quello esistente, compatibilmente con lo spazio disponibile sulla sede ferroviaria e con gli ostacoli fissi presenti lungo linea e nel rispetto delle regole per la corretta progettazione dei tracciati ferroviari.

Per progettare i tracciati o per verificare progetti presentati da terzi, il personale FC potrà far uso di apposito programma, preventivamente validato da FC.

Tale programma dovrà fornire una serie di elaborati atti a definire gli elementi caratteristici di progetto del binario che verranno utilizzati per:

1. controllare la posizione del binario sia automaticamente con sistemi innovativi sia manualmente con sistemi tradizionali;
2. l'elaborazione grafica del tracciato sia planimetricamente che altimetricamente.

Di seguito si descrivono, alcuni degli elaborati fondamentali che dovranno essere forniti a FC secondo le fasi A) di rilievo, B) di progetto.

A) PRIMA FASE: Rilievo.

La prima fase prevede il rilievo dei Punti Fissi e del binario, questo è necessario per la progettazione del tracciato, e deve essere eseguito esclusivamente mediante stazione totale con la tecnica dello stazionamento libero (fuori binario) con i sistemi di rilevamento della geometria del binario indicati al paragrafo II.2.1.2 (rilievo "off track").

Quando i rilievi si eseguono solo per la progettazione del tracciato, i punti fissi e il binario devono essere rilevati esclusivamente mediante stazione totale, con la tecnica dello stazionamento libero almeno ogni 10 m, secondo le modalità indicate al paragrafo II.2.7.1 (rilievo "off track"); nel medesimo paragrafo sono riportati anche gli elaborati dei rilievi da consegnare a FC.

Qualora invece si intendano utilizzare i rilievi della posizione del binario oltre che per la progettazione anche per il controllo per riposizionare lo stesso su tracciato di progetto, questi vanno realizzati con passo almeno di 5 m, con le modalità indicate al paragrafo II.2.7.1.

Il sistema di rilievo con stazione totale, come già descritto può essere utilizzato anche per la verifica finale della posizione del binario dopo essere stato riposizionato sul tracciato di progetto dalle macchine operatrici (rincalzatrici).

B) SECONDA FASE: Progetto.

La seconda fase parte dopo il completamento della prima fase di rilievo e consiste nella progettazione del tracciato del binario.

Il progetto del tracciato, (completo di sopraelevazione, scartamento e interasse), dovrà essere eseguito con programmi informatici specifici ed elaborato, partendo dal rilievo della geometria del tracciato del binario esistente e dei punti fissi (a cui si appoggia il tracciato stesso), minimizzando gli spostamenti rispetto al tracciato di progetto, tenendo conto degli ostacoli presenti lungo linea, dell'interasse minimo di progetto, nonché delle regole per la corretta progettazione dei tracciati ferroviari. L'interasse minimo deve essere garantito in ogni fase di correzione di ciascun binario, e in particolare nella fase transitoria quando si corregge la posizione di un binario in presenza di quello affiancato, non ancora posto sul tracciato di progetto, al fine di garantire la regolarità e la sicurezza dell'esercizio. Tale progetto verrà realizzato, utilizzando, per ciascun binario, un sistema di riferimento su base assoluta, in coordinate cartesiane e curvilinee riferite all'asse del tracciato.

Nell'eseguire il progetto del tracciato del binario occorre tener presente quanto segue:

- altimetricamente le FC utilizza come riferimento la rotaia bassa sia per la quota che per la pendenza e non all'asse del tracciato. Pertanto detto asse nelle zone di raccordo avrà un incremento o di quota pari alla metà di quella della rotaia alta con conseguente incremento/decremento della pendenza;
- la sopraelevazione per le FC è definita come la differenza di quota rilevata dal calibro sul piano del ferro tra due punti distanti 1010 mm e non alla differenza di quota delle generatrici superiori dei funghi delle due rotaie. Quest'ultima misura infatti varia con la sopraelevazione in relazione: alla forma della rotaia, all'inclinazione della rotaia (1/20) e allo scartamento effettivo (950 mm). Tali differenze di misura avvengono quando si rileva la quota con la stadia o con altri strumenti che eseguono misure verticali ed orizzontali (ad esempio della rotaia più vicina rispetto al punto fisso), per cui occorre tenerne conto;
- la misura orizzontale diretta dal punto fisso verso il binario è riferita alla rotaia più vicina, per cui differisce, oltre che di mezzo scartamento rispetto all'asse del tracciato di progetto, anche della sua minore proiezione sul piano orizzontale;
- la progressiva chilometrica di progetto se è eseguita con un solo odometro su una determinata rotaia va corretta per tener conto del diverso sviluppo dell'asse del tracciato rispetto a quello della rotaia;
- nei raccordi di transizione retta-curva, va espressamente indicato se si usa il raccordo parabolico o clotoideo;

Gli Elaborati del progetto del tracciato da consegnare sono di seguito elencati:

- B.I) Tabelle con le coordinate dei punti fissi e degli elementi caratteristici del progetto del tracciato ottimizzato del binario:

- B.I.1) Tabelle in **coordinate cartesiane** su base assoluta riportanti i seguenti dati:

- Dati planimetrici caratteristici dell'asse del binario, dei punti notevoli in coordinate cartesiane (Nord, Est, Quota) quali l'inizio e la fine dei rettili, l'inizio e la fine dei raccordi indicando se sono parabolici o clotoidei, l'inizio e la fine delle curve circolari; dei relativi elementi geometrici caratteristici quali lo sviluppo dei vari elementi di tracciato, i raggi, le coordinate dei centri, i vertici delle curve, gli angoli al centro, le sopraelevazioni indicando se riferite alla rotaia sinistra o destra, l'azimut dei rettili; dei punti geometrici caratteristici dei deviatoi;
- Dati altimetrici caratteristici del binario riferiti all'asse e alla rotaia bassa per quanto riguarda la quota, dei punti notevoli in coordinate cartesiane (Nord, Est, Quota) quali inizio e fine di livelletta, inizio e fine dei raccordi verticali; dei relativi elementi geometrici caratteristici quali lo sviluppo dei vari elementi di tracciato, i raggi, i vertici delle curve, le tangenti, e le pendenze delle livellette della rotaia bassa, le progressive chilometriche.
- Dati sui punti fissi "P" riportanti: la loro descrizione, le loro coordinate cartesiane rilevate e quelle delle loro proiezioni sull'asse di progetto del tracciato, compresa la quota della rotaia bassa e della sopraelevazione, indicando se riferita alla rotaia sinistra o destra, le distanze orizzontali e verticali di tali proiezioni rispetto ai punti fissi stessi nella sezione ortogonale al tracciato;
- Le progressive chilometriche dei punti notevoli e dei punti fissi.

B1.2 Tabelle in **coordinate curvilinee** su base assoluta riportanti i seguenti dati.

- Dati planimetrici caratteristici dell'asse del binario e riportanti: le progressive di inizio e fine dei rettili, di

inizio e fine dei raccordi clotoidici, di inizio e fine delle curve circolari e dei punti geometrici caratteristici dei deviatori; i relativi elementi geometrici caratteristici, quali lo sviluppo dei vari elementi di tracciato, i raggi con segno positivo se il centro è a destra nel senso delle progressive crescenti, la sopraelevazione indicando se è sulla rotaia sinistra o destra nel senso delle progressive crescenti, le pendenze relative delle clotoidi positive se comportano un incremento di sopraelevazione nel senso delle progressive crescenti;

- Dati alimetrici caratteristici della rotaia bassa, riportanti: le progressive e le quote di inizio e fine delle livellette, di inizio e fine dei raccordi verticali circolari; i relativi elementi geometrici caratteristici quali lo sviluppo dei vari elementi di tracciato, i raggi con segno positivo se il centro è verso l'alto e negativo se viceversa, la pendenza relativa della clotoide con il segno come sopra indicato, la pendenza della livelletta riferita alla rotaia bassa (facendo attenzione a non confonderla con quella totale riferita all'asse del binario), con segno positivo se comportano un aumento di quota.
- Dati sui punti fissi "P" in coordinate curvilinee riportanti la loro descrizione, la progressiva chilometrica le misure orizzontale e verticale di "P" rispetto alla rotaia vicina e, la misura verticale di "P" rispetto alla rotaia bassa, la proiezione dello scartamento orizzontale e la sopraelevazione del binario indicando se riferita alla rotaia sinistra o destra nel senso delle progressive crescenti.

Gli elementi caratteristici del progetto del tracciato individuati negli elaborati del presente punto in coordinate curvilinee, sono quelli che devono essere utilizzati dagli strumenti di controllo per confrontarli con i rilievi eseguiti sul binario esistente, al fine di individuare gli spostamenti rispetto al tracciato di progetto da fornire al binario mediante l'utilizzo di macchine operatrici (rincalzatrici) per riposizionarlo secondo progetto; occorre mettere in evidenza però se i raccordi di transizione retta/curva sono parabolici o clotoidici.

B1.3) Tabella dei rilievi eseguiti nella 1ª fase delle distanze tra i due punti fissi affacciati per linee a doppio binario eseguite con misure dirette, (eventualmente completo di angolo tra la direzione dei due punti fissi e il piano ortogonale all'asse del binario);

B.2) "Piano della picchettazione" in coordinate curvilinee del progetto del tracciato riferito alla progressiva chilometrica in asse al binario (su base assoluta) costituito:

- da una copertina schematica indicante: la struttura a cui è affidato il tratto di linea, il tipo di rilievo in coordinate curvilinee, il tratto di linea indicando se trattasi di binario unico/pari/dispari e le progressive chilometriche cui fa riferimento il piano di picchettazione, la velocità di tracciato e di orario, le curve planimetriche e alimetriche orientate, la pendenza della linea, la posizione dei punti fissi (sinistra o destra);
- dai dati di tutti i punti geometrici caratteristici di progetto di ciascun binario e dei punti fissi, ed in particolare:

B.2.1) Ubicazione dei punti fissi mediante indicazione della:

- numerazione, descrizione degli stessi (con l'eventuale progressiva storica che andrà a scomparire);
- progressiva di progetto in asse binario;
- distanza orizzontale e verticale dei punti "P" rispetto alle loro proiezioni sulla rotaia più vicina (nel piano ortogonale all'asse);
- proiezione orizzontale dello scartamento;

- distanza verticale di "P" riferita alla rotaia bassa;
- sopraelevazione misurata con le modalità prescritte (Calibro);
- distanza verticale tra le generatrici superiori delle due rotaie;
- distanza tra due punti fissi affacciati per linee a doppio binario (con l'eventuale angolo di inclinazione se detti punti non sono contenuti nello stesso piano ortogonale);

N.B. Nell'eseguire le misure di "P" rispetto al binario occorre tener conto delle eventuali correzioni.

B.2.2) la progressiva chilometrica planimetrica, relativamente ai punti geometrici caratteristici (in asse al binario):

- di inizio e fine rettilineo con relativo sviluppo;
- di inizio e fine raccordi clotoidici con relativo sviluppo e la pendenza relativa longitudinale (della rotaia alta rispetto a quella bassa) per effetto della sopraelevazione;
- di inizio e fine curve con relativo sviluppo, il raggio e la sopraelevazione, la distanza verticale tra le generatrici superiori delle due rotaie e proiezione orizzontale dello scartamento;

B.2.3) la progressiva chilometrica altimetrica, relativamente ai punti geometrici caratteristici:

- di inizio e fine livelletta di ugual pendenza (riferita alla rotaia bassa), comprese le quote indicando la quota di riferimento (per es. dal livello del mare o come stabilito da FC), con il suo sviluppo e il valore della pendenza della livelletta;
- di inizio e fine dei raccordi verticali con relativo sviluppo e il raggio;

B.2.4) le progressive chilometriche dei punti di pentametratura (in asse binario).

B.2.5) le frecce di progetto planimetriche e altimetriche calcolate ogni 5 metri in corrispondenza delle progressive chilometriche individuate al punto B.2.4 e le distanze verticali e orizzontali della rotaia bassa e di quella più vicina alla corda che collega due punti fissi contigui, come di seguito indicato:

frecce massime su corde mobili di 20 metri con passo 5 metri;

- distanza orizzontale e verticale del punto fisso rispetto alla rotaia più vicina e alla rotaia bassa limitatamente alla distanza verticale in corrispondenza dei punti fissi (come precedentemente indicato) e dei punti di pentametratura rispetto ad una corda che collega i due punti fissi consecutivi (cioè con emettitore e target posti come noto a 60,5 mm dalla testa del perno in asse): tali distanze si ricavano anche mediante calcolo utilizzando le misure di posizione del binario in corrispondenza dei punti fissi e le frecce di progetto puntuali delle medesime corde fisse riferite all'asse del binario; tutte le distanze orizzontali e di quota di progetto devono essere opportunamente corrette prima di riportarle sul "piano delle picchettazioni" al fine di evitare errori;

B.2.6) le progressive chilometriche dei punti geometrici caratteristici di progetto, in asse binario, nelle zone dei deviatori (come posti di movimento, posti di comunicazione, posti di interconnessione ecc.) di cui devono essere indicati le progressive chilometriche di progetto del vertice delle curve del ramo deviato del deviatore (centro geometrico del deviatore) e dei punti geometrici delle giunzioni di ingresso e di uscita degli scambi sia sul corretto tracciato che in deviata (punta scambio e calcio scambio);

B.2.7) le progressive chilometriche dei punti geometrici caratteristici della linea, (come Passaggi a Livello, Gallerie, Stazioni, Opere d'Arte, ecc).

N.B. A causa della notevole mole dei dati contenuti nel piano della picchettazione, gli stessi dovranno essere forniti su supporto informatico in modo completo, mentre dovranno essere forniti su supporto cartaceo solo i dati in corrispondenza dei punti fissi, dei punti notevoli del tracciato (compresi quelli dei deviatoli), della pentametratura in curva, di opere d'arte o come richiesto da FC, restando esclusi soltanto quelli relativi alla pentametratura in rettilineo.

B.3) "Piano della picchettazione in coordinate cartesiane" riferito ad un sistema su base assoluta) costituito:

- da una copertina schematica indicante: la struttura a cui è affidato il tratto di linea, il tipo di rilievo in coordinate curvilinee, il tratto di linea indicando se trattasi di binario unico/pari/dispari e le progressive chilometriche cui fa riferimento il piano di picchettazione, la velocità di tracciato e di orario, le curve planimetriche e altimetriche orientate, la pendenza della linea, la posizione dei punti fissi (sinistra o destra);
- dai dati di tutti i punti geometrici caratteristici di progetto di ciascun binario e dei punti fissi, ed in particolare:

B.3.1) Ubicazione dei punti fissi mediante indicazione della:

- numerazione, descrizione degli stessi (con l'eventuale progressiva storica che andrà a scomparire);
- progressiva di progetto in asse binario;
- distanza orizzontale e verticale dei punti "P" rispetto alle loro proiezioni sulla rotaia, più vicina (nel piano ortogonale all'asse);
- proiezione orizzontale dello scartamento;
- distanza verticale di "P" riferita alla rotaia bassa;
- sopraelevazione misurata con le modalità prescritte (Calibro);
- distanza verticale tra le generatrici superiori delle due rotaie;
- distanza tra due punti fissi affacciati per linee a doppio binario (con l'eventuale angolo di inclinazione se detti punti non sono contenuti nello stesso piano ortogonale);

N.B. Nell'eseguire le misure di "P" rispetto al binario occorre tener conto delle eventuali correzioni.

B.3.2) le progressive dei punti geometrici caratteristici planoaltimetrici del tracciato, dei punti di pentametratura, dei deviatoli e di opere d'arte indicati nei precedenti punti B.2.2, B.2.3, B.2.4, B.2.6 e B.2.7;

B.3.3) le coordinate cartesiane dei punti degli elementi di tracciato planimetrici:

- di inizio e fine rettifilo con relativo sviluppo;
- di inizio e fine raccordi indicando se parabolici o clotoidici con relativo sviluppo e la pendenza longitudinale (della rotaia alta per effetto della sopraelevazione);

- di inizio e fine curve con relativo sviluppo il raggio e la sopraelevazione;

B.3.4) le coordinate cartesiane dei punti degli elementi di tracciato altimetrici:

- di inizio e fine livelletta di ugual pendenza;
- di inizio e fine dei raccordi verticali con relativo sviluppo, il raggio;

B.3.5.) le quote dal livello del mare della rotaia bassa, con relativo sviluppo e il valore della pendenza della livelletta e dei punti del tracciato indicati in B.3.2 e B.3.3.

B.3.6.) le coordinate cartesiane dei punti geometrici caratteristici di progetto, in asse binario, nelle zone dei deviatoi (come posti di movimento, posti di comunicazione, posti di interconnessione ecc.) di cui devono essere indicati le coordinate cartesiane di progetto del vertice delle curva del ramo deviato del deviatoio (centro geometrico del deviatoio) e dei punti geometrici delle giunzioni di ingresso e di uscita degli scambi sia sul corretto tracciato che in deviata.

B.3.7) le coordinate cartesiane dei punti geometrici caratteristici della linea , (Passaggi a Livello, Gallerie, Stazioni, Opere d'Arte, ecc).

Le eventuali progressive storiche della linea indicanti alcuni punti caratteristici, (Passaggi a Livello, Gallerie, Stazioni, Opere d'Arte, ecc.) potranno eventualmente essere segnate nella colonna a parte che individua l'ubicazione di tali punti. Tali progressive non vanno confuse con quelle di progetto in asse binario o con quella in asse della rotaia misurata dall'odometro delle macchine operatrici (o dalla rotella metrica), al fine di evitare errori di misura. La direzione della progressiva chilometrica verrà definita da FC in relazione alla linea considerata.

B.4) Calcolo del detensionamento o tensionamento del binario (per la riduzione o l'accumulo del ferro) causati dallo spostamento dell'asse del tracciato per portarlo in posizione corretta, eseguito su basi mobili di 200 m con passo ogni 5 metri per verificare se sono compatibili con la regolazione delle luci di dilatazioni, ove i valori non coincidessero con i parametri normativi si dovrà calcolare l'ammanto o l'eccesso di ferro.

Oltre al "piano delle picchettazioni" in coordinate curvilinee e cartesiane (individuate da tabulati) sia in forma cartacea che informatica, dovranno essere forniti elaborati grafici riportanti la planimetria del tracciato e il profilo altimetrico della linea, nelle scale che saranno definite da FC definiti profili planoaltimetrici della linea.

Questi ultimi elaborati grafici dovranno fornire i seguenti dati caratteristici di progetto per ogni binario:

a) di planimetria in scala 1:5000 indicanti o come definito da FC:

- inizio e fine raccordi clotoidici con lunghezza;
- inizio e fine curve circolari con lunghezza, raggio e sopraelevazione;
- punti di tangenza fra curva circolari primitive e rettilinee;
- vertici delle curve;
- vertici delle poligonali ricadenti sulla sede ferroviaria.

b) di profilo in scale 1:5000 per le distanze e 1:500 per le altezze o come definito da FC indicanti:

- lunghezza delle livellette;
- inizio e fine raccordi verticali con lunghezza e raggi;
- dislivelli;
- pendenze;
- vertici delle curve verticali;
- caposaldi delle livellazioni.

e) alcune sezioni caratteristiche della sede ferroviaria in scala 1:100

Il progetto del tracciato dovrà essere corredato sia su supporto cartaceo che informatico. Per i disegni dovrà essere preparato anche un supporto trasparente, il file (informatico), se non diversamente concordato con le FC, dovranno essere in formato dwg o dxf per i rilievi, i profili e le planimetrie, mentre dovranno essere in formato doc o xls per le relazioni e i tabulati.

II.4. CONTROLLO DELLA POSIZIONE DEL BINARIO, RIPOSIZIONAMENTO SU TRACCIATO DI PROGETTO E VERIFICA FINALE.

Il controllo della posizione del binario dovrà eseguirsi con periodicità da definire a cura di FC.

Tale controllo andrà fatto mediante il rilievo planoaltimetrico del binario su base assoluta appoggiato ai punti fissi riferito all'asse del binario per quanto riguarda il rilievo planimetrico e riferito alla rotaia bassa per quanto riguarda il rilievo altimetrico, da eseguirsi per mezzo di idonee attrezzature come appresso specificate.

I rilievi per la correzione del tracciato andranno eseguiti lungo il binario:

- ogni 5 metri;
- in corrispondenza dei punti fissi nella sezione ortogonale al binario;
- in corrispondenza dei punti geometrici caratteristici dei deviatoi (centro geometrico e giunzione di ingresso e di uscita degli scambi).

Prima di eseguire i rilievi di controllo del binario devono essere rilevati i punti fissi a mezzo di stazione totale con stazionamento libero, come indicato al paragrafo II.2.7.1, per verificare se sono nelle tolleranze previste. E' consentita anche la verifica dei punti fissi se affacciati su una sede a doppio binario, mediante misura diretta, della loro distanza sempre che sia contenuta in un millimetro di tolleranza.

Confrontando i rilievi eseguiti sul binario esistente con i dati geometrici forniti dal tracciato di progetto ed in particolare dei "Piani delle picchettazioni" in coordinate curvilinee o cartesiane si determineranno le correzioni planimetriche e altimetriche del binario e della sopraelevazione mediante elaborazione di "Piani di correzione del binario", se i rilievi sono riferiti alle coordinate curvilinee, oppure se riferiti alle coordinate cartesiane.

Quindi in base ai criteri stabiliti da FC, la stessa deciderà se è necessario intervenire per riposizionare il binario secondo il tracciato di progetto.

Una volta posizionato il binario secondo il tracciato di progetto si procederà alla verifica finale per constatare se

effettivamente lo stesso sia stato posato secondo progetto con le tolleranze ammesse.

In conclusione il controllo della posizione del binario dovrà essere eseguito:

- con passo ogni 5 metri lungo l'asse del binario, o mediante rilievo con stazione totale e target posto sul binario (sistema "off track").

Il piano di correzione del binario può essere elaborato come detto sia in coordinate curvilinee che in coordinate cartesiane e serve per determinare le correzioni planimetriche, altimetriche e di sopraelevazione da apportare al binario per riposizionarlo secondo progetto.

Tale piano si ricava da una elaborazione del "Piano di picchettazione" in coordinate curvilinee o cartesiane implementate di ulteriori colonne in cui si riportano i rilievi effettuati.

In particolare se i rilievi vengono eseguiti in coordinate curvilinee si può elaborare un piano di correzione del binario.

Facendo riferimento al piano delle correzioni utilizzabile dal personale di linea addetto al controllo o dalle macchine operatrici (rincalzatrici) su questo viene riportato oltre che il piano della picchettazione in coordinate curvilinee altre colonne indicanti:

- il rilievo della distanza orizzontale " d_r " della rotaia vicina da confrontare con quella di progetto " d_0 ";
- il rilievo della distanza verticale " H_r " della rotaia bassa da confrontare con quello di progetto " H ";
- il rilievo della sopraelevazione da confrontare con quella di progetto;
- la correzione planimetrica del binario;
- la correzione altimetrica del binario;
- la correzione della sopraelevazione;

Per rilevare le distanze verticali e orizzontali è necessario realizzare una corda laser tra due punti "P" contigui (a 60,5 mm dall'estremità del perno) e quindi con idoneo strumento si prendono tali misure.

Volendo realizzare il piano delle correzioni del binario deve essere riportata oltre il piano di picchettazione in coordinate curvilinee anche altre colonne indicanti:

- il rilievo della distanza orizzontale " d_r " della rotaia vicina da confrontare con quella di progetto " d_0 " in corrispondenza solo dei punti fissi "P";
- il rilievo della distanza verticale " H_r " della rotaia bassa da confrontare con quella di progetto " H " in corrispondenza solo dei punti fissi "P";
- il rilievo della freccia planimetrica (orizzontale) misurata sulla corda tesa tra la proiezione dei punti fissi "P" sulla rotaia medesima o in asse binario da confrontare con quella di progetto;
- il rilievo della freccia altimetrica (verticale) misurata sulla corda tesa tra la proiezione dei punti fissi "P" sulla rotaia bassa in curva o sulla rotaia vicina a "P" in retta, da confrontare con quella di progetto;

- il rilievo della sopraelevazione da confrontare con quella di progetto;
- la correzione planimetrica del binario;
- la correzione altimetrica del binario;
- la correzione della sopraelevazione;

Questo caso si riconduce a quello precedente perché mediante le frecce planimetriche e altimetriche si possono calcolare le distanze orizzontali e verticali reali del binario e quindi si determinano gli stessi valori di correzione del binario.

Volendo realizzare il piano delle correzioni del binario in coordinate cartesiane si possono utilizzare solo strumenti topografici di tipo a stazione totale e quindi utilizzabile da personale appositamente istruito all'utilizzo di tali strumenti.

Il piano delle correzioni dovrà riportare oltre il piano della picchettazione in coordinate cartesiane anche altre colonne indicanti:

- il rilievo delle coordinate in asse al binario Est (x) Nord (y) da confrontare con quelle di progetto;
- il rilievo della quota della rotaia bassa da confrontare con quella di progetto;
- il rilievo della sopraelevazione da confrontare con quella di progetto;
- il rilievo della quota in asse al binario (da confrontare con quello di progetto) o l'eventuale valore calcolato tenendo conto che va messo in conto: la quota della rotaia bassa, l'eventuale metà della sopraelevazione a cui occorre aggiungere metà della correzione indicata nell'allegato 2;
- la correzione planimetrica del binario;
- la correzione altimetrica del binario;
- la correzione della sopraelevazione.

II.4.1. CONTROLLO MANUALE DELLA POSIZIONE DEL BINARIO IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI FISSI E DEI PUNTI DI PENTAMETRAZIONE

Il controllo puntuale della posizione del binario in corrispondenza dei punti fissi, si eseguirà con uno strumento che misuri la posizione planoaltimetrica del binario, mediante misure di distanze e di quote del binario rispetto a detti punti.

Il rilievo della posizione del binario in corrispondenza dei punti fissi convenzionalmente si misurerà in un piano ortogonale al binario stesso e si dovrà misurare:

- la distanza orizzontale " d_o " dal punto fisso al bordo interno della rotaia più vicina, posto a 14 mm sotto il piano del ferro, con la precisione del millimetro, nelle tabelle del "piano delle picchettazioni" deve essere inserito il valore di progetto della distanza, per evitare che chi rileva il binario debba fare dei calcoli;
- la distanza verticale " H_o " tra il punto fisso e la rotaia più vicina e quella " H " riferita alla rotaia bassa (prendendo come piano di riferimento quello orizzontale tangente al fungo della rotaia (con la precisione del millimetro), tale misura

verticale così effettuata va corretta come indicato nell'allegato 2, se si ricava facendo riferimento alla sopraelevazione;

- lo scartamento e la sopraelevazione del binario, con la precisione del millimetro;

- nel caso di linee a doppio binario l'interasse e la distanza di due punti fissi affacciati, con la precisione del millimetro, (eventualmente l'angolo tra la direzione dei punti fissi e il piano ortogonale al tracciato).

Poiché nel "piano delle picchettazioni" è riportata la posizione del punto fisso rispetto alla pentametrazione in asse al binario, è possibile eseguire manualmente il controllo della posizione del binario nei punti di pentametrazione anche mediante misure di frecce o di distanze della rotaia più vicina ai punti fissi, e confrontare i dati rilevati con quelli riportati nel "piano delle picchettazioni".

Per una migliore comprensione del sistema innovativo da parte degli agenti addetti al controllo del binario, nella fase di prima applicazione il controllo del binario su base assoluta potrà effettuarsi manualmente mediante:

- misure delle frecce massime su corde mobili di 20 metri come fino ad ora eseguito con riferimento all'asse del binario o della rotaia; come detto , però, tale sistema andrà in disuso e sarà utilizzato eventualmente solo in una fase transitoria, prima dell'entrata in vigore a regime dei nuovi sistemi di rilievo di tipo automatizzato e informatizzato;
- misure di distanze orizzontali e verticali della rotaia più vicina e di distanza verticale della rotaia bassa in corrispondenza dei punti fissi (come precedentemente indicato); dei punti di pentametrazione rispetto ad una corda realizzata tra due punti fissi consecutivi (cioè con emettitore e target posti come noto a 60,5 mm dalla testa del perno in asse); tali misure si ricavano anche mediante calcolo utilizzando le misure di posizione del binario in corrispondenza dei punti fissi e le misure delle frecce riferite alle corrispondenti corde fisse riferite all'asse del binario, anche tale metodo è poco pratico se si vogliono eseguire misure continue, ma è particolarmente efficace per avere delle verifiche puntuali, in qualsiasi punto del binario e non solo in corrispondenza dei punti fissi.

Con l'entrata a regime del rilievo del binario con strumenti di precisione automatizzati, resterà solo il rilievo manuale del binario in corrispondenza dei punti fissi, questo integrato con il rilievo delle macchine registratrici consente di effettuare il controllo del binario in continuo su base assoluta e di riposizionarlo sul tracciato di progetto mediante macchine rincalzatrici di tipo "intelligenti".

II.4.2. CONTROLLO DELLA POSIZIONE DEL BINARIO MEDIANTE RILIEVI "OFF TRACK" O "ON TRACK" CON PASSO 5 METRI

Il controllo della posizione del binario con passo almeno ogni 5 metri si può eseguire o con il sistema della stazione totale che opera fuori binario con target posti sul binario (sistema "off track") alle condizioni indicate nel paragrafo II.2.7.1., consegnando i relativi elaborati di correzione del tracciato per ciascun binario. Tale controllo può essere effettuato anche da macchine registratrici automotrici che operano direttamente sul binario, a volte con l'ausilio di strumenti puntuali in corrispondenza dei punti fissi (sistema "on track").

II.4.2.1. CONTROLLO DELLA POSIZIONE DEL BINARIO CON STAZIONE TOTALE E CARRELLINO (sistema "off track")

Il controllo della posizione del binario con il sistema stazione totale e target posti sul binario si deve effettuare alle condizioni indicate al paragrafo II.2.7.1. "Rilievo della geometria del binario, ecc", fornendo gli elaborati di correzione mediante rilievi con passo minimo di 5 metri sul binario da confrontare con quelli di progetto e determinando gli spostamenti che occorre dare al binario per riposizionarlo secondo progetto, tali spostamenti

vanno forniti alle macchine operatrici (rincalzatrici) secondo un formato files leggibile.

II.4.2.2. CONTROLLO DELLA POSIZIONE DEL BINARIO CON MACCHINE REGISTRATRICI AUTOMOTRICI (sistema "on track")

Il controllo automatizzato in continuo avviene con macchine registratrici automotrici che operano su base assoluta direttamente sul binario, queste sono dotate di idonei sistemi per rilevare la posizione del binario e, mediante computer di bordo e di apposito programma informatico elaborano tali rilievi confrontandoli con i dati di progetto attualmente in coordinate curvilinee per determinare gli spostamenti da fornire al binario per riposizionarlo sul tracciato di progetto.

Tali macchine registratrici devono consentire di individuare la geometria del binario in coordinate curvilinee in asse al binario su base assoluta praticamente in "continuo", cioè con passo di 20 cm circa, mediante il rilievo:

- della progressiva chilometrica misurata dall'odometro della macchina che andrà rideterminata mediante calcolo per tener conto della differenza tra la progressiva misurata sulla rotaia e quella dell'asse del binario;
- delle frecce planimetriche e altimetriche in "continuo" dei punti in asse al binario ortogonali ad una corda laser congiungente le proiezioni di due punti fissi contigui;
- della sopraelevazione.

Le macchine registratrici devono determinare automaticamente, mediante computer di bordo e apposito programma informatico, gli spostamenti planoaltimetrici necessari per riposizionare il binario sul tracciato di progetto, individuati come differenza di freccia tra quella rilevata dalla macchina e quella di progetto in corrispondenza della stessa progressiva e riferita alla stessa corda tra due punti fissi contigui.

Tali dati devono essere forniti in formato Leggibile alle macchine operatrici (rincalzatrici) del tipo "intelligente" che operano sul binario come rincalzatrici-livellatrici, qualora quest'ultime non abbiano sistemi di rilevamento incorporato.

In fase di prima utilizzazione di una macchina registratrice per il controllo del binario devono essere fornite a FC gli elaborati del rilievo e correzione del tracciato in forma tabellata o grafica al fine di poter verificare la validità e il funzionamento del sistema.

Le macchine operatrici (rincalzatrici) che possono essere utilizzate nella manutenzione del binario riferito a punti fissi su base assoluta, devono essere di tipo "intelligenti", cioè devono essere dotate di un idoneo computer di bordo e di apposito programma informatico, in grado di leggere gli spostamenti planoaltimetrici da dare al binario per portarlo sul tracciato di progetto.

Come detto tali spostamenti vengono forniti dalle macchine registratrici, o dal sistema stazione totale e target posto sul binario, in un formato files che siano facilmente convertibili dai computer di bordo delle macchine operatrici (rincalzatrici) per il successivo utilizzo di riposizionamento del binario sul tracciato di progetto.

Le macchine registratrici possono essere autonome con carrello satellite che emette un raggio laser utilizzato come corda fissa tra le proiezioni di due punti fissi contigui sull'asse del binario per la misura delle frecce oppure possono essere incorporate nelle macchine "operatrici".

Prima di eseguire il controllo del binario con le macchine registratrici, vanno però rilevate le posizioni dei punti fissi presi a riferimento, per verificare se sono nelle tolleranze ammesse, diversamente dovranno essere utilizzati altri punti, oppure andranno rideterminate le coordinate cartesiane dei punti fissi come indicato nell'apposito paragrafo.

Il controllo dei punti fissi deve essere effettuato mediante strumenti a stazione totale, in alternativa è ammesso, nel caso di linee a doppio binario, il controllo della distanza dei punti fissi affacciati purché siano nella tolleranza di un millimetro, rispetto ai valori rilevati in fase di progetto e tabellati negli appositi elaborati. Le macchine registratrici che eseguono il controllo del binario in "continuo" attualmente sono sostanzialmente di due tipi:

a) la prima è composta da due elementi, la macchina ricevente e un carrello satellite emettitore della "corda" laser.

Tale apparecchiatura, tramite un raggio laser emesso dal carrello satellite verso la macchina ricevente, consente di individuare una corda "lunga" che interseca l'asse del binario in corrispondenza delle proiezioni dei punti fissi e consente di rilevare la posizione del binario su base relativa mediante frecce misurate con un determinato passo su detta corda fissa oltre a misurare la sopraelevazione e la progressiva chilometrica.

Per poter riportare tale rilievo ad un riferimento assoluto, occorre poi misurare, con un apposito strumento, le distanze verticali e orizzontali dell'asse del binario in corrispondenza dei due punti fissi utilizzati per tracciare la corda laser, dove sono stati posizionati la macchina ricevente e il carrello satellite. Nell'eseguire i rilievi occorre tener conto di quanto indicato al punto B del paragrafo II.3 "Progettazione planoaltimetrica ecc." (relativamente alla livelletta di riferimento, alla sopraelevazione, alla misura orizzontale del punto fisso e alla progressiva).

b) la seconda macchina è priva del carrello satellite, misura direttamente la posizione del binario mediante lettura con sistema laser scanner integrato da piattaforma inerziale, e rileva:

- la posizione dei punti fissi presi come riferimento (su cui vengono posizionati i prismi ottici) senza l'utilizzo di strumenti aggiuntivi;

- la geometria del binario riferita direttamente a detti punti fissi, con passo di 25 cm circa.

Una volta eseguito il controllo della posizione del binario, mediante le suddette apparecchiature, si eseguiranno le eventuali correzioni da apportare al binario sulla base degli spostamenti sopra determinati per riportarlo nella posizione di progetto.

Tali correzioni, riferendosi a un sistema di riferimento curvilineo in asse al binario, saranno espresse in forma di delta (differenza positiva o negativa) sia orizzontale che verticale e dovranno essere restituite in un formato files che possa essere letto dalle macchine operatrici (rincalzatrici ecc.) di tipo "intelligente".

La completa compatibilità tra i dati di uscita del sistema di controllo e quelli necessari alla macchine operatrici (rincalzatrici) dovrà essere preventivamente approvata da FC.

Si provvederà quindi a posare il binario con le macchine operatrici (rincalzatrici) di tipo intelligente. Qualora si verificano incrementi o decrementi tensionali del binario causati dallo spostamento dell'asse del tracciato per portarlo nella posizione di progetto, non compatibili con la regolazione della lunga rotaia saldata o delle luci di dilatazione, si dovrà procedere al taglio della rotaia stessa secondo l'indicazione di FC e alla nuova regolazione della lunga rotaia saldata stessa.

II.4.3. VERIFICA FINALE DELLA POSIZIONE DEL BINARIO

Dopo aver posizionato il binario sul tracciato di progetto, cioè subito a seguire l'ultima operazione di rincalzatura-allineamento, si dovrà procedere alla "verifica finale" della geometria

dello stesso, per cui il binario posato dovrà rientrare nelle seguenti tolleranze rispetto al tracciato di progetto pari a:

- 4 mm nell'80% dei casi e di 5 mm nel 20% planimetricamente (per l'allineamento), riferito all'asse del binario su base assoluta;
- 3 mm altimetricamente (per il livellamento), riferito alla quota della rotaia bassa su base assoluta;

Inoltre tutti gli altri parametri geometrici del binario dovranno rientrare nei valori che saranno stabiliti da FC.

I rilievi minimi da eseguire nella "verifica finale" del binario dopo la sua correzione sono i seguenti:

- rilievo puntuale del binario in corrispondenza delle proiezioni dei punti fissi come indicato al punto II.4.1 nella sezione ortogonale all'asse del tracciato del binario, nonché dello scartamento, della sopraelevazione dell'interasse e della distanza dei due punti fissi affacciati se la linea è a doppio binario (eventualmente completo di angolo se non contenuti nel piano ortogonale al tracciato);
- rilievo continuo con sistema di registrazione dei parametri della geometria del binario, idonea ad eseguire l'analisi dei diagrammi dei parametri registrati e a fornire l'indice di qualità del binario che sarà fornito da FC;

I dati geometrici del binario sopra rilevati dovranno essere riportati sia su supporto cartaceo che informatico secondo i formati richiesti da FC.

In particolare i diagrammi dei parametri geometrici del binario dovranno riportare:

- la progressiva chilometrica;
- l'allineamento / curvatura;
- il livello longitudinale;
- il livello trasversale (sopraelevazione);
- lo scartamento;
- lo sghembo.

Nella prima fase di applicazione delle presenti Linee Guida, è necessario eseguire la "verifica finale" del binario (dopo l'ultima rinalzatura del binario), con le stesse modalità previste nel paragrafo II.4.2 "Controllo della posizione del binario...." mediante nuovo rilievo della posizione del binario su base assoluta.

ALLEGATI

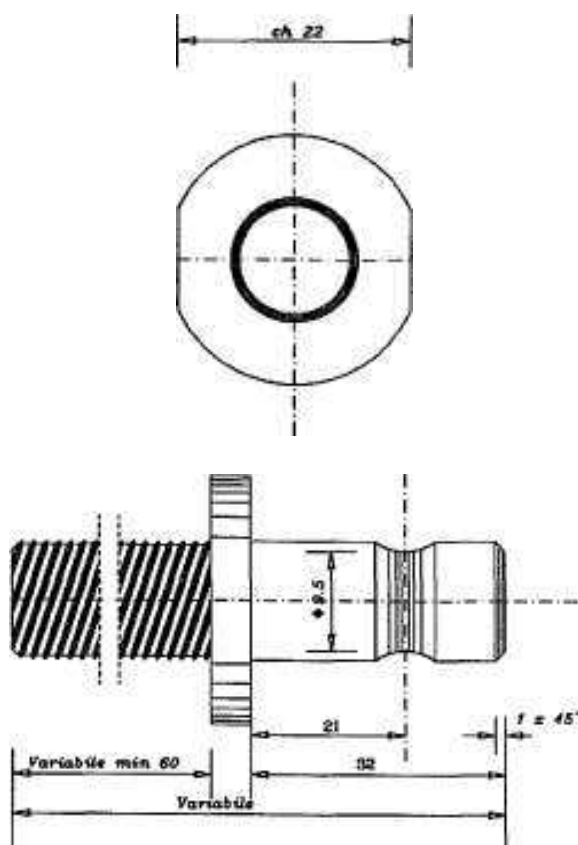
Allegato 1 - Punto fisso

Allegato 2 – Calcolatore di bordo tipo WIN ALC della ditta Plasser

ALLEGATO 1 - PUNTO FISSO SU OPERA D'ARTE

VISTA DI TESTA

TAVOLA B/2 PUNTO FISSO SU OPERA D'ARTE Particolare Perno



VISTA LONGITUDINALE

Allegato 2

Calcolatore di bordo tipo WIN ALC DELLA DITTA PLASSER

PLASSER ITALIANA S.R.L.

DESCRIZIONE WIN-ALC



OGGETTO: *Calcolatore di bordo tipo WIN-ALC*



Revisione
01

Data
26.05.2008

Pagina
1 (3)

Plasser Italiana SRL

PLASSER ITALIANA S.R.L.**DESCRIZIONE WIN-ALC****DESCRIZIONE TECNICA****Computer automatico di comando WIN – ALC**

Il computer automatico di comando (ALC), composto da computer industriale con Flash-disk, drive per CD e dischetti da 3 1/2" (1,44 MB), schermo a colori LCD da 15", 2 allacciamenti USB davanti ed 1 allacciamento USB dietro, tastiera e apposito sistema software, serve al comando e controllo completo dell'impianto di livellamento ed allineamento della macchina rinalzatrice.

Grazie all'integrazione dell'interfaccia utente Windows® questo sistema è particolarmente facile da usare.

L'impianto ha due funzioni principali:

- il comando e controllo della macchina rinalzatrice in presenza di dati geometrici conosciuti e la misurazione della posizione teorica del binario (altezza e linea) con conseguente
- equilibratura elettronica in caso di geometria teorica sconosciuta.

FUNZIONAMENTO DEL COMPUTER AUTOMATICO DI COMANDO ALC, NEL CASO DI GEOMETRIA CONOSCIUTA

Per il comando della macchina occorrono i seguenti dati teorici:

- posizione chilometrica dei punti principali di curvatura (UA,UE ecc.)
- raggio e direzione delle curve
- sopraelevazione del binario con rispettiva direzione
- dati del cambio di livello (t_a, R_a) ed anche
- valori di spostamento/dissestamento e di correzione della frecciatura (se si lavora con il metodo di precisione)

I valori della geometria teorica (UA,UE, sopraelevazione, raggio ecc.) possono venire programmati a mano in precedenza (pausa treno, pausa lavoro o simili) oppure immessi tramite dischetto. Nel caso si lavori secondo il metodo di precisione, si comunicheranno al computer automatico ALC, anche i valori di correzione per l'altezza e la linea (ad es. misurazioni manuali fatte direttamente davanti alla macchina ed immissione nel computer dei valori di una lista). Durante l'elaborazione dei valori di correzione, il computer interpola automaticamente, a seconda del percorso, tra i punti di emissione collegati.

FUNZIONAMENTO DEL COMPUTER AUTOMATICO DI COMANDO ALC, NEL CASO DI GEOMETRIA SCONOSCIUTA

Effettuando una corsa di rilevamento con la macchina rinalzatrice, seguita da un'equilibratura elettronica della geometria reale del binario misurato (altezza e linea) si otterrà una geometria teorica/ideale con valori di correzione.

L'equilibratura elettronica fornisce le seguenti possibilità:

Revisione
01

Data
26.05.2008

Pagina
2 (3)

Plasser Italiana SRL

PLASSER ITALIANA S.R.L.

DESCRIZIONE WIN-ALC

- o calcolo automatico della linea di equilibratura della frecciatura e della linea di equilibratura del livello longitudinale, al termine della corda di rilevamento, con possibilità di correzione del grado di equilibratura da parte dell'operatore
- o calcolo automatico dei valori di spostamento/calettatura e dei valori di correzione di sollevamento (tenendo in considerazione errori/difetti ad onde lunghe)
- o rappresentazione grafica della corsa di rilevamento e dei risultati (frecciatura, livello longitudinale e sopraelevazione)
- o rappresentazione grafica della sopraelevazione misurata – con possibilità di immissione, nel grafico, delle sopraelevazioni ideali derivate da tale misurazione
- o rappresentazione grafica dei valori di correzione di sollevamento, con possibilità di elaborazione interattiva da parte dell'operatore (considerando: punto alto del binario – impostazione dei valori di sollevamento sul punto alto del binario oppure immissione di valori massimi di sollevamento nei punti obbligati, rampa iniziale/finale ecc.)
- o marcatura e rispetto dei punti e delle posizioni obbligate
- o comunicazione dei valori di scalettatura/spostamento massimi consentiti
- o trasmissione automatica dei dati alla macchina rinalzatrice

A Vs. disposizione per ogni eventuale chiarimento si rendesse necessario e cogliamo l'occasione per porgere i ns. più cordiali saluti.

PLASSER ITALIANA SRL

Revisione
01

Data
26.05.2008

Pagina
3 (3)

Plasser Italiana SRL

SEZIONE 22/C

- TRAVERSE IN C.A.V. E C.A.P. -

INDICE

I. PARTE	3
<i>I.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</i>	3
<i>I.2 DOCUMENTAZIONE CORRELATA</i>	4
<i>I.3 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI</i>	4
II. PARTE	8
<i>II.1 MATERIALI</i>	8
II.1.1 Requisiti generali	8
II.1.2 Cemento	9
II.1.3 Aggregati	10
II.1.4 Acqua	12
II.1.5 Additivi	12
II.1.6 Calcestruzzo	12
II.1.7 Acciaio	13
II.1.8 Componenti sistema di ancoraggio	14
<i>II.2 PRESCRIZIONI SUL PRODOTTO</i>	15
II.2.1 Forma	15
II.2.2 Tolleranze	17
II.2.3 Requisiti del prodotto	18
<i>II.3 PROCESSO DI FABBRICAZIONE</i>	19
II.3.1 Impianto di betonaggio	19
II.3.2 Casseforme	19
II.3.3 Processo di stagionatura	19
II.3.4 Sigillatura fori di testata traverse in CAVP	22
II.3.5 Stoccaggio	22
III. PARTE	23
<i>III.1 DOCUMENTAZIONE PER L'APPROVAZIONE DEL PRODOTTO</i>	23
<i>III.2 PROVE PER L'APPROVAZIONE PRODOTTO</i>	25
III.2.1 Prove dimensionali	25
III.2.2 Prove strutturali	25
III.2.3 Montaggi per l'esecuzione delle prove	25
III.2.4 Procedure di Prova	32
III.2.5 Isolamento elettrico	38
<i>III.3 NUMEROSITA' DELLE PROVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER L'APPROVAZIONE DEL PRODOTTO</i>	38
III.3.1 Prove dimensionali	38
III.3.2 Prove statiche sezione sottorotaia con carico positivo	38
III.3.3 Prove statiche sezione sottorotaia con carico negativo	38
III.3.4 Prove statiche sezione di mezzeria	39
III.3.5 Prova dinamica sezione sottorotaia	39
III.3.6 Prova di fatica	39
III.3.7 Prova di isolamento elettrico	40
<i>III.4 NUMEROSITA' DELLE PROVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER LA FORNITURA DEL PRODOTTO</i>	40
III.4.1 Resistenza a compressione del calcestruzzo	40
III.4.2 Prove statiche	41
III.4.3 Rilievi dimensionali	42
III.4.4 Prova di isolamento elettrico	42
III.4.5 Prova di estrazione degli ancoraggi	43
<i>III.5 GARANZIA</i>	43
IV. PARTE : IL KIT DI ANCORAGGIO ROTAIA-TRAVERSA	44

IV.1.1 Scopo	44
IV.1.2 Campo di applicazione	44
IV.1.3 Abbreviazioni	44
IV.1.4 Definizioni	45
IV.2 DOCUMENTAZIONE PER L'APPROVAZIONE DEL PRODOTTO	45
IV.3 PRESCRIZIONI SUL PRODOTTO	47
IV.3.1 Requisiti del prodotto	47
IV.3.2 Prove per l'approvazione del prodotto	48
IV.4 PRESCRIZIONI SUI COMPONENTI	49
IV.4.1 Requisiti dei componenti	49
IV.4.2 Prove sui componenti	51
IV.4.3 Imballaggio	53
IV.5 GARANZIA	53
IV.6 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE	

Allegati:	
Sagome massicciata	52
	53
	54

I. PARTE

I.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente Specifica Tecnica di Prodotto definisce le principali caratteristiche geometriche, meccaniche e prestazionali di traverse per armamento ferroviario 36 o 50 UNI a scartamento ridotto. Le traverse devono essere complete di sistema di attacco rotaia-traversa che permetta di garantire la variazione continua dello scartamento da 950 a 980 mm. L'insieme attacco-traversa deve:

- essere tale da impedire che si possano generare fenomeni di fuori squadra della posa;
- assicurare - nelle condizioni di ballast consolidato, con modulo di posa 0,667 ml e $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ – la realizzabilità della lunga rotaia saldata, con coefficiente di sicurezza pari a 2, per raggi minimi di curva di 225 ml con binario armato con rotaie 36 UNI e di 340 ml con binario armato con rotaie 50 UNI. A tal fine dovrà essere presentata idonea relazione di calcolo relativa alla stabilità del binario nei riguardi delle azioni termiche. Inoltre, dovrà essere calcolato e fornito adeguato studio di “**stabilità in curva del sistema di armamento**”, supportato da eventuali prove sperimentali già effettuate e/o da effettuare, al fine di fornire indicazioni sull'applicazione della lunga rotaia saldata. Le traverse proposte dovranno essere compatibili con le sezioni tipiche della massicciata della rete ferroviaria della società sia in rettilineo che in curva (gallerie, ponti, rilevati, trincee). Vengono pertanto di seguito allegate anche le sagome del ballast che dovranno essere preferibilmente adottate, a meno di minime variazioni dipendenti dalle diverse dimensioni delle traverse.

Vengono prese in considerazione sia traverse **monoblocco** in conglomerato cementizio armato vibrato precompresso, sia traverse **biblocco** in conglomerato cementizio armato vibrato.

Vengono definite, inoltre, le proprietà dei materiali da utilizzare, la numerosità ed i criteri di accettazione relativi sia alle prove per l'approvazione del prodotto, sia a quelle per il collaudo delle forniture del prodotto stesso. Vengono definite, inoltre, la numerosità ed i criteri di accettazione relativi alle prove per l'approvazione dei sistemi di attacco rotaia – traversa. Il presente documento si applica alle forniture del prodotto alle Ferrovie della Calabria.

La fornitura del prodotto dovrà essere espletata da Fornitori con un Sistema di Gestione della Qualità certificato.

I.2 DOCUMENTAZIONE CORRELATA

Tutti i riferimenti, qui di seguito citati, si intendono nella edizione in vigore al momento dell' approvazione del prodotto.

- UNI EN ISO 9000:2000
- UNI EN ISO 9001:2000 Modulo D
- **UNI EN 13230-1:** “Traverse e traversoni in calcestruzzo-Requisiti generali”
- **UNI EN 13230-2:** “Traverse e traversoni in calcestruzzo - “Traverse monoblocco precomprese”
- **UNI EN 13230-3:** “Traverse e traversoni in calcestruzzo-Traverse biblocco rinforzate”
- EN 13481-1 “Railway applications – Track – performance requirements for fastening systems – Part 1 : Definitions”;
- EN 13481-2 “Railway applications – Track – performance requirements for fastening systems – Part 2 : Fastening System for concrete sleepers”;
- UNI EN 13146-1...7 :“Metodi di prova per sistemi di attacco – Parte 1...7”;
- UNI EN 197-1 “Cementi – parte 1: composizione, specifiche e criteri di conformità dei cementi correnti”
- UNI EN 206-1 “Calcestruzzo – parte 1: specifiche, prestazioni, produzione e conformità”
- UNI ENV 10080 “Acciai per armature del calcestruzzo – Armature per calcestruzzo saldabile – condizioni tecniche di consegna”
- UNI EN 1008 “Acqua di impasto per il calcestruzzo”
- UNI 8981 – 8 “Durabilità delle opere e degli elementi in calcestruzzo – istruzioni per prevenire la reazione alcali silice”
- UNI EN 12620 “Aggregati per calcestruzzo”
- UNI EN 934-2 “Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione”

I.3 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

Traversa: Componente trasversale del binario che mantiene lo scartamento e trasmette i carichi dalla rotaia al ballast;

Traversa monoblocco precompressa:

traversa monoblocco che utilizza cavi pre-tesi o post-tesi per precomprimere il calcestruzzo;

Traversa biblocco:

traversa nella quale due blocchi di calcestruzzo armato sono connessi mediante una barra di acciaio;

Momento flettente positivo:

Momento che genera una tensione o riduce la compressione al livello della parte inferiore del manufatto;

Momento flettente negativo:

Momento che genera una tensione o riduce la compressione al livello della parte superiore del manufatto;

Fessura:

Rottura parziale del calcestruzzo dovuta a momento di flessione esterno;

Fessura sotto carico:

Fessura misurata durante una prova con un momento di flessione esterno applicato;

Fessura residua:

fessura misurata durante una prova, dopo che un momento flettente esterno è stato applicato e rimosso;

Fessura iniziale:

Fessura che si manifesta sulle fibre tese della traversa su una qualsiasi delle facce, la cui lunghezza raggiunge 15 mm e che progredisce all'aumentare del carico;

Inserto del sistema di attacco:

Elemento del sistema di attacco inglobato nel calcestruzzo;

Piano di appoggio:

Superficie inferiore del manufatto a contatto della massicciata;

Piano di appoggio della rotaia:

Superficie piana, inclinata di 1/20, facente parte della faccia superiore della traversa, individuata tra gli organi di un singolo attacco e destinata all'alloggiamento della rotaia;

Prodotto o manufatto:

Traversa monoblocco o biblocco;

Sezione sottorotaia:

Sezione verticale della traversa, individuata nel punto di intersezione tra l'asse della rotaia ed il piano di appoggio della rotaia;

Sezione di mezzzeria:

Sezione verticale della traversa monoblocco, individuata in corrispondenza della mezzzeria della stessa;

<i>Sistema di attacco:</i>	Sistema che permette il fissaggio della rotaia alla traversa;
<i>Fornitore:</i>	Organizzazione o Persona che fornisce un prodotto;
<i>Committente:</i>	Ferrovie della Calabria s.r.l.
<i>Lotto di produzione:</i>	Manufatti prodotti in un turno di lavoro di una linea di produzione;
<i>Lotto:</i>	Insieme di manufatti dal quale viene tratto ed esaminato un campione per determinare la conformità ai criteri di accettazione;

CAV	Cemento Armato Vibrato
CAVP	Cemento Armato Vibrato Precompresso
CLS	Calcestruzzo
DC	Dichiarazione di Conformità
DM	Decreto Ministeriale
EN	Norma europea
PFC	Piano di fabbricazione e controllo
SGQ	Sistema di Gestione per la Qualità
STP	Specifica Tecnica di Prodotto
Fr_0	Carico di prova di riferimento iniziale per sezione sottorotaia, espresso in kN;
Fr_{0n}	Carico di prova di riferimento iniziale, <i>negativo</i> , per prova sulla sezione sottorotaia, espresso in kN ($Fr_{0n}=1/2Fr_0$);
Fr_r	Carico di prova, <i>positivo</i> , che produce la prima fessurazione sulla faccia inferiore della traversa in corrispondenza della zona sottorotaia, espresso in kN;
Fr_{rn}	Carico di prova, <i>negativo</i> , che produce la prima fessurazione sulla faccia superiore della traversa in corrispondenza della sezione sottorotaia, espresso in kN;
$Fr_{0,05}$	Carico di prova, <i>positivo</i> , per effetto del quale, anche dopo l'eliminazione del carico, persiste una fessura di larghezza pari a 0,05 mm sulla faccia inferiore della traversa, in corrispondenza della zona sottorotaia, espresso in kN;
$Fr_{0,05n}$	Carico di prova, <i>negativo</i> , per effetto del quale, anche dopo l'eliminazione del carico, persiste una fessura di larghezza

	pari a 0,05 mm sulla faccia superiore della traversa, in corrispondenza della sezione sottorotaia, espresso in kN;
$Fr_{0,5}$	Carico di prova, <i>positivo</i> , per effetto del quale, anche dopo l'eliminazione del carico, persiste una fessura di larghezza pari a 0,5 mm sulla faccia inferiore della traversa, in corrispondenza della zona sottorotaia, espresso in kN;
Fr_B	Carico di prova, <i>positivo</i> , nella sezione sottorotaia che non può essere aumentato, espresso in kN;
Fr_{Bn}	Carico di prova, <i>negativo</i> , nella sezione sottorotaia che non può essere aumentato, espresso in kN;
Fr_u	Carico di prova minimo per la prova dinamica sulla sezione sottorotaia ($Fr_u=50$ kN);
Fc_0	Carico di prova di riferimento iniziale, <i>positivo</i> , per prova in mezzzeria, espresso in kN;
Fc_{0n}	Carico di prova di riferimento iniziale, <i>negativo</i> , per prova in mezzzeria, espresso in kN;
Fc_r	Carico di prova positivo che produce la fessura iniziale nella parte inferiore della traversa nella sezione di mezzzeria, espresso in kN;
Fc_{rn}	Carico di prova negativo che produce la fessura iniziale nella parte superiore della traversa nella sezione di mezzzeria, espresso in kN;
Fc_B	Carico di prova positivo nella sezione di mezzzeria che non può essere aumentato, espresso in kN;
Fc_{Bn}	Carico di prova negativo nella sezione di mezzzeria che non può essere aumentato, espresso in kN;
L_p	Distanza di progetto tra l'asse della sezione sottorotaia ed il lato della traversa misurata sul lato inferiore della traversa stessa, espressa in m.[vedi fig. 5 (traversa monoblocco) e figg. 6 e 7 (traversa biblocco)];
L_r	Distanza di progetto tra gli assi delle apparecchiature di prova per il test nella sezione sottorotaia, espressa in m. (vedi Tabella 1);
L_c	Distanza di progetto tra gli assi delle sezioni sottorotaia, espressa in m.(vedi figg. 8 e 9);

M_{dr}	Momento flettente di progetto, <i>positivo</i> , determinato secondo i criteri di progetto delle traverse, utilizzato per calcolare i carichi di prova per la sezione sottorotaia, espresso in kNm (traverse monoblocco e biblocco);
M_{dc_n}	Momento flettente di progetto, <i>negativo</i> , determinato secondo i criteri di progetto delle traverse, utilizzato per calcolare i carichi di prova per la sezione di mezzeria, espresso in kNm (traverse monoblocco);
M_{dc}	Momento flettente di progetto, <i>positivo</i> , determinato secondo i criteri di progetto delle traverse, utilizzato per calcolare i carichi di prova per la sezione di mezzeria, espresso in kNm (traverse monoblocco);
K_{1s}	Coefficiente di carico per prova statica sottorotaia positiva
K_{2s}	Coefficiente di carico per prova statica sottorotaia ed in mezzeria
K_{1d}	Coefficiente di carico per prova dinamica sottorotaia
K_{2d}	Coefficiente di carico per prova dinamica sottorotaia
K_3	Coefficiente di carico per prova di fatica

II. PARTE

II.1 MATERIALI

II.1.1 Requisiti generali

I materiali devono essere selezionati per garantire la durabilità del calcestruzzo.

Il CLS destinato alla produzione dei manufatti deve rispettare le prescrizioni stabilite nella presente STP.

I materiali utilizzati per la costruzione del prodotto devono essere rintracciabili e correlabili ai relativi bollettini prove e DC emesse a fronte di accettazione.

Tutta la documentazione emessa a fronte della produzione, relativa a prove e controlli in accettazione dei materiali e di serie sui manufatti prodotti, nonché tutta quella prevista contrattualmente, sarà conservata presso lo stabilimento del fornitore. Il prodotto per poter essere fornito al Committente deve essere stato approvato secondo la presente STP.

II.1.2 Cemento

Il cemento deve essere preferibilmente del tipo Portland UNI EN 197-1 CEM I con classe di resistenza non inferiore a 42,5 . Può essere utilizzato cemento di classe diversa dalla I solo se il produttore può dimostrare la durabilità del manufatto e tale dimostrazione venga approvata dal Committente.

Il Fornitore deve avvalersi di cementifici operanti nell'ambito di un SGQ certificato.

Il cemento utilizzato deve essere sottoposto alle prove previste dalla normativa vigente, con una frequenza non inferiore a quella fissata dalla UNI EN 197-1.

I valori massimi per la concentrazione di SO_3 e il processo di maturazione adottato devono rispettare le prescrizioni previste nel paragrafo II.3.3.

Il contenuto totale di alcali, espresso come Na_2O equivalente, deve rispettare le raccomandazioni previste dalla normativa europea/nazionale.

Il Fornitore deve ottenere i certificati attestanti le caratteristiche chimiche e fisiche del cemento utilizzato.

II.1.3 Aggregati

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze pulverulente, limose o argillose, di gesso, di sostanze organiche o comunque nocive all'indurimento del CLS e alla conservazione delle armature.

Gli aggregati utilizzati devono essere acquisiti dal Fornitore con dichiarazione di conformità CE secondo quanto previsto dalla UNI EN 12620.

Le prove sugli aggregati dovranno essere eseguite presso laboratorio ufficiale ai sensi della legge n°1086/71 oppure in laboratorio interno attrezzato (aziende con un SGQ certificato).

Gli aggregati utilizzati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere sottoposti almeno alle seguenti prove :

Natura della prova	Criterio di accettazione	
Minerali nocivi (analisi petrografia)	Gesso, anidride 1), silice, calcedonio, opale, quarzo microcristallino reattivo	$\leq 0,5\%$ ²⁾
	Miche e scisti cristallini	$< 1\%$ ³⁾
	<p>Se l'esame evidenzia presenza di solfuri quali pirite, blenda, galena, ecc, si deve verificare che il contenuto totale di zolfo, determinato secondo UNI EN 1744-1 punto 11 sia $\leq 0,1\%$</p> <p>Le qualità di cui sopra devono essere determinate con l'analisi petrografica.</p> <p>1) Deve essere soddisfatto il requisito per il contenuto in solfati da determinare secondo la UNI EN 1744-1 punto 12</p> <p>2) Eventuale contenuto di silice amorfa e reattiva oltre il limite prescritto rende necessaria la caratterizzazione dell'aggregato mediante verifica della potenziale reattività in presenza di alcali; quanto all'impiego nel calcestruzzo di aggregati contenenti minerali reattivi è opportuno riferirsi alla UNI 8981-8</p> <p>3) Eventuale contenuto di miche e scisti cristallini oltre il limite prescritto rende necessaria la prova di confronto con calcestruzzo confezionato con aggregati di caratteristiche note</p>	
Granulometria	La granulometria dell'aggregato deve soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI EN 12620 in funzione delle sue dimensioni d/D (diametro minimo e massimo)	Categoria dichiarante dal produttore in accordo alla UNI EN 12620
Passante allo staccio 0,063	Aggregato fine	$\leq 3\%$ f ₃
	Aggregato grosso	$\leq 1,5\%$ f _{1,5}
	Se l'aggregato non soddisfa i requisiti indicati devono essere determinati i valori dell'equivalente in sabbia (ES) e di blu di metilene (BM)	

Equivalente in sabbia (ES) e valore di blu (MB)	ES	> 80
	MB	$\leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini
	Per un valore di ES < 90 è necessario determinare il valore BM. Se il valore BM supera il valore consentito, l'aggregato deve essere scartato	
Contenuto di solfati solubili in acido	SO ₃	$\leq 0,2\% \text{ AS}_{0,2}$
Contenuto di cloruri solubili in acqua	Cl	$\leq 0,03\%$
Massa volumica media del granulo (MV) saturo a superficie asciutta	MV	$\geq 2500 \text{ Kg/m}^3$
Assorbimento superficiale	Per aggregato fine	$\leq 5\%$
	Per aggregato grosso	$\leq 1\%$
Contenuto di sostanze organiche negli aggregati fini	Colorazione della soluzione più chiara di quella di riferimento	
	Con le avvertenze di cui alla UNI EN 12620	
Contenuto di contaminanti leggeri	Per aggregati fini	$\leq 0,5\%$
	Per aggregati grossi	$\leq 0,1\%$
	Con le avvertenze di cui dalla UNI EN 12620	
Resistenza alla Frammentazione (LA)	LA	$\leq 30\% \text{ LA}_{30}$
Resistenza ai cicli di gelo e disgelo	Materiale disgregato dopo 10 cicli	$\leq 2\% \text{ F}_2$
Degradabilità al solfato di magnesio	Materiale disgregato dopo 5 cicli	$\leq 18\% \text{ MS}_{18}$
Potenziale reattività in presenza di alcali	Espansione dei prismi di malta per prova accelerata	$\leq 0,10\%$
	Espansione dei prismi di malta per prova a lungo termine	$\leq 0,05\%$ a 3 mesi e $\leq 0,10\%$ a 6 mesi
	Se la prova accelerata produce una espansione > 0,10% è necessario eseguire la prova a lungo termine. Valori diversi da quanto prescritto per la prova a lungo termine comportano il rifiuto dell'aggregato.	

La verifica delle caratteristiche di cui sopra deve essere eseguita con la frequenza indicata dalla UNI EN 12620 e ad ogni cambio cava o fronte di scavo della cava stessa. Le proprietà degli aggregati fini non devono provocare un'abrasione inaccettabile delle parti di calcestruzzo a contatto con il ballast e sotto la suola della rotaia.

Il Fornitore dovrà provvedere a verificare la distribuzione dimensionale degli aggregati con le modalità, la frequenza e le avvertenze previste dalla UNI EN 12620.

II.1.4 Acqua

L'acqua utilizzata deve essere conforme alla norma UNI EN 1008.

Il Fornitore deve provvedere, con la frequenza stabilita nella suddetta norma, ad eseguire un'analisi sull'acqua utilizzata al fine di garantire il rispetto dei parametri previsti

II.1.5 Additivi

L'additivo utilizzato per il confezionamento del calcestruzzo deve essere esente da cloruri secondo la norma EN 934-2: la conformità del tipo di additivo deve essere verificata come previsto dalla normativa UNI EN 934-2. Il dosaggio deve essere conforme a quanto previsto dalla UNI EN 206-1.

II.1.6 Calcestruzzo

Il CLS utilizzato per la produzione dei manufatti, sarà conforme a quanto specificato nella norma EN 206-1, alla quale si aggiungono le seguenti prescrizioni:

- 1) La classe di resistenza minima a compressione deve essere almeno :
 - a. C 45/55 per manufatti in CAV
 - b. C 50/60 per manufatti in CAVP
- 2) resistenza a compressione del CLS all'atto della precompressione $\geq 45 \text{ N/mm}^2$
- 3) rapporto acqua/cemento $< 0,45$
- 4) quantità di cemento minima: 300 Kg / m^3
- 5) il CLS dovrà essere sufficientemente compatto per ridurre al massimo la penetrazione dell'acqua: la porosità determinata secondo EN13230-1 all.C dovrà essere $\leq 12\%$
- 6) il trattamento termico è consentito con prescrizioni di cui al Paragrafo 2.3.3.2.

Il Fornitore deve consegnare al Committente la documentazione relativa al CLS utilizzato contenente almeno quanto segue:

- 1) descrizione di tutti i componenti utilizzati per la fabbricazione del CLS
- 2) formula del CLS utilizzato
- 3) descrizione del processo di fabbricazione del CLS
- 4) rapporto tecnico contenente le seguenti informazioni:

a) tenore alcali nel CLS determinato secondo normativa europea/nazionale vigente

b) prove di qualificazione del CLS utilizzato secondo EN 206-1

Qualsiasi modifica relativa ai materiali utilizzati o ai processi di produzione deve essere comunicata al Committente, unitamente alla nuova documentazione relativa.

II.1.7 Acciaio

II.1.7.1 Traverse monoblocco

E' vietato l'utilizzo di acciaio ossidato, sporco di grasso o olio e avente qualsiasi altra impurità che ne possa pregiudicare l'utilizzo

II.1.7.1.1 Armatura di precompressione

L'armatura di precompressione utilizzata sarà del tipo ancorata in testata.

L'acciaio utilizzato, del tipo a basso rilassamento, deve rispettare le prescrizioni della normativa nazionale vigente o equivalente normativa europea.

Il Fornitore, all'atto della approvazione del prodotto, deve presentare al Committente la documentazione relativa alla certificazione dell'acciaio impiegato; inoltre è tenuto a garantirne la rintracciabilità.

Non è ammesso l'utilizzo di acciaio di precompressione avente saldature.

II.1.7.1.2 Piastrini di ancoraggio delle armature

I piastrini occorrenti al trasferimento del carico di precompressione sul manufatto dovranno essere di acciaio idoneo al conseguimento del risultato da ottenere. Il Fornitore dovrà provvedere a presentare al Committente un disegno del componente impiegato.

II.1.7.1.3 Armatura ordinaria

Tutte le testate dei manufatti precompressi devono avere un'armatura ordinaria; le caratteristiche ed il disegno di tale armatura saranno presentate al Committente

L'acciaio utilizzato dovrà rispettare le prescrizioni della normativa nazionale vigente.

II.1.7.2 Traverse biblocco:

E' vietato l'utilizzo di acciaio con ruggine non aderente, sporco di grasso, olio o con impurità che ne possano pregiudicare l'utilizzo.

II.1.7.2.1 Armatura ordinaria

L'acciaio utilizzato per le armature dei blocchetti deve rispettare le prescrizioni della normativa nazionale vigente.

II.1.7.2.2 Barra di connessione

La barra di connessione deve rispettare le prescrizioni contenute nella norma EN 13230-3.

II.1.8 Componenti sistema di ancoraggio

Gli inserti dell'attacco rotaia/traversa sono definiti in base al sistema di attacco utilizzato e devono essere rispondenti ai disegni ed alle specifiche tecniche definite dal sistema stesso. All'uopo il fornitore dovrà presentare elaborati grafici completi dell'insieme attacco-traversa, per il tipo di rotaia richiesta (36 o 50 UNI), in cui siano perfettamente individuabili le caratteristiche dimensionali delle sedi dell'attacco rotaia – traversa e del sistema di attacco medesimo. Le dimensioni delle sedi dell'attacco potranno essere diverse a seconda del tipo di armamento utilizzato ma non dovranno essere previste traverse con caratteristiche dimensionali diverse al solo fine di consentire l'allargamento dello scartamento da 950 a 980 mm. A tal fine il fornitore dovrà presentare la documentazione tecnica relativa al sistema di attacco come definita nella successiva parte IV della presente specifica.

Le superfici di tali componenti, che rimangono a contatto con il calcestruzzo, saranno prive di sporcizia, olio, ruggine o qualsiasi altro tipo di contaminante.

II.2 PRESCRIZIONI SUL PRODOTTO

II.2.1 Forma

La forma generica dei manufatti è indicata nelle due figure seguenti.

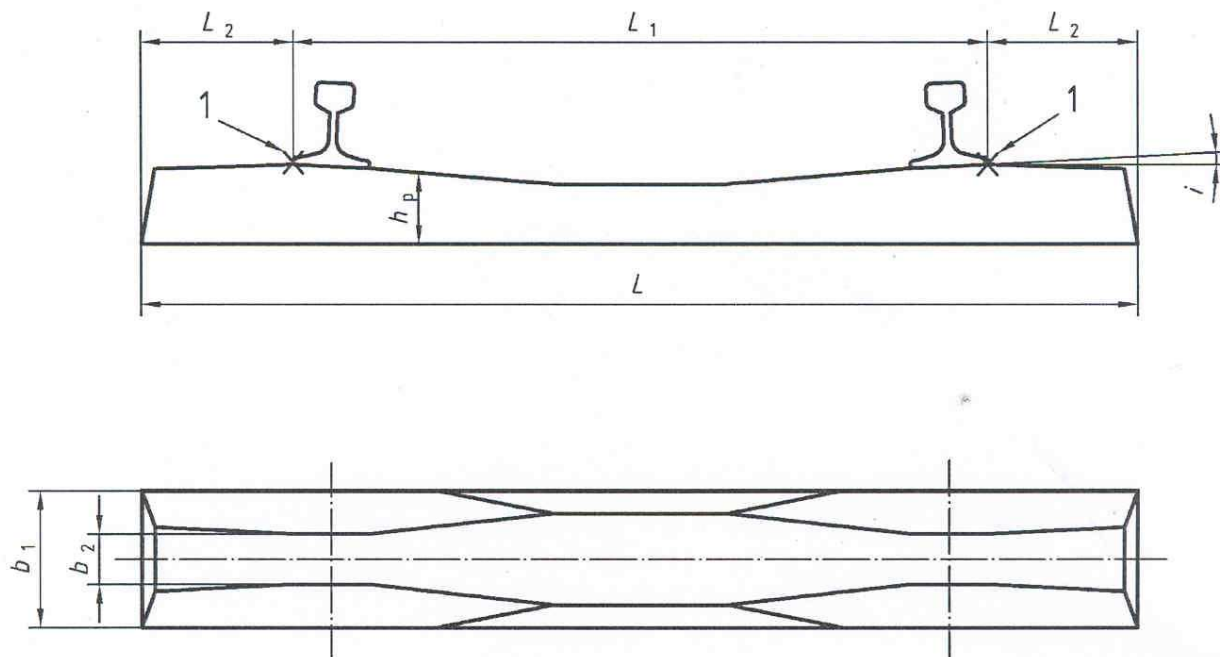


Figura 1 : Traversa monoblocco precompressa

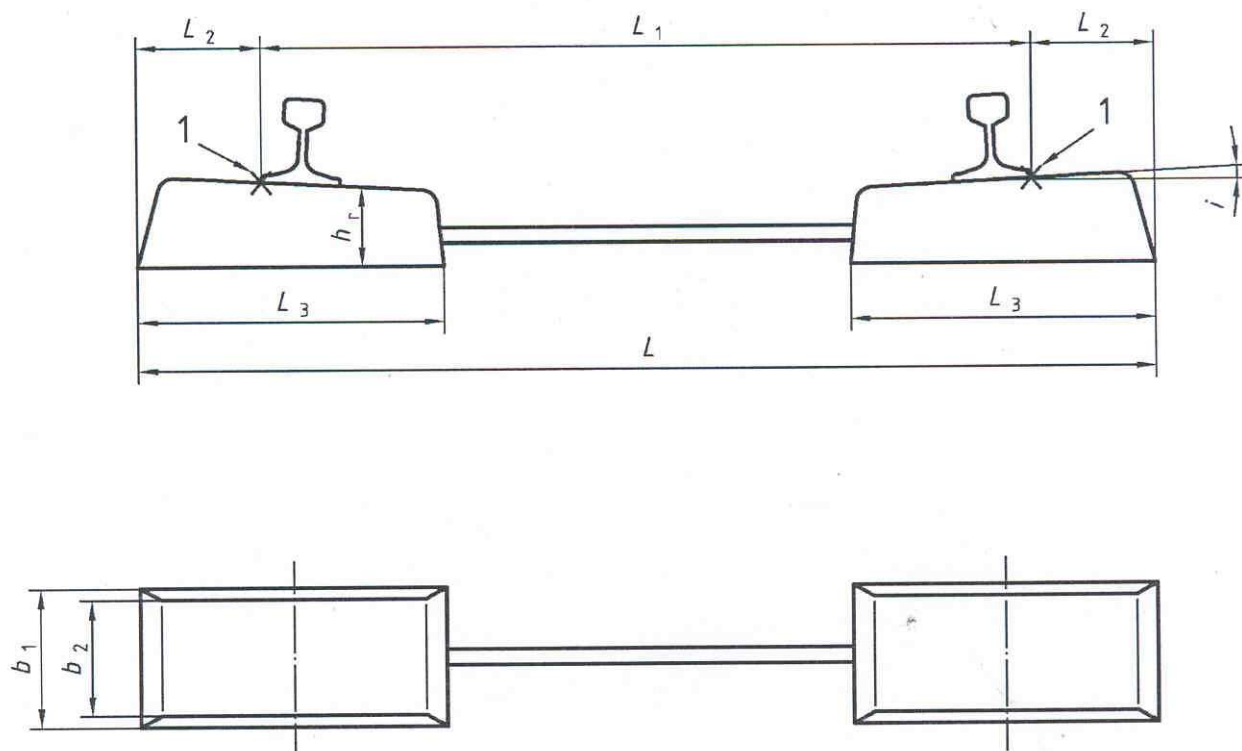


Figura 2 : Traversa biblocco

Con riferimento alle precedenti figure, vengono definiti i seguenti parametri:

Parametro	Traversa monoblocco	Traversa biblocco
Lunghezza L della traversa riferita al piano di appoggio	1800÷1900 mm	1650÷1700 mm
Lunghezza L ₃ dei singoli blocchetti	-	600 mm
Larghezza b1 della traversa riferita al piano di appoggio	280÷300 mm	270÷300 mm
Larghezza b1 della traversa riferita al piano di appoggio, nel tratto centrale della traversa	240 mm	-
Altezza della traversa nella sezione sottorotaia	160÷200 mm	160 ÷200 mm
Altezza della traversa nella sezione di mezzeria	≥ 150 mm	-
Inclinazione del piano di appoggio della rotaia	1/20	1/20
Massa teorica della traversa compresi inserti di ancoraggio di primo livello	≥ 170 kg	≥ 130 kg

Per le facce laterali e superiori (b2) e per gli smussi, il Fornitore potrà adottare i parametri di sformatura ritenuti più idonei, purché compatibili con un corretto appoggio delle piastre sottorotaia. Le superfici delle due testate devono essere pressoché verticali.

La traversa deve ospitare, per come definito e prescritto nei documenti emessi dal progettista del sistema di attacco, un sistema di fissaggio della rotaia in grado di garantire una variazione di scartamento pari a ΔS (0; +30 mm).

Pertanto, a seconda del tipo di rotaia di riferimento (36 UNI o 50 UNI), dovranno essere presentati gli elaborati progettuali esecutivi, rilasciati dal progettista o dal produttore del sistema di attacco, che dimostrino l'effettiva realizzabilità della variazione di scartamento sopra menzionata (950÷980 mm), senza modificare le caratteristiche dimensionali della traversa.

Le prove alle quali saranno assoggettati i sistemi di attacco sono quelle descritte nella successiva parte IV.

Il copriferro minimo per i fili di precompressione, deve essere assunto pari a :

- 1) 30 mm dal piano di appoggio del manufatto sul ballast
- 2) 20 mm dalle altre facce, ad eccezione delle estremità

Il copriferro minimo per le armature ordinarie deve essere assunto pari a:

- 1) 25 mm dal piano di appoggio del manufatto sul ballast
- 2) 10 mm dal piano di ferratura

3) 20 mm dalle altre superfici

Le superfici esterne del prodotto devono essere lisce, senza spigoli vivi ad eccezione di quelli tra il piano di appoggio del manufatto e le facce adiacenti, esenti da vespai, fessure, cavità e danneggiamenti sulla superficie (sbeccature); la superficie di appoggio sulla massicciata deve essere ruvida, piana ed avere un aspetto uniforme.

II.2.2 Tolleranze

Vengono di seguito riportate le tolleranze ammesse nella realizzazione dei manufatti:
(UNI EN 13230-1):

Dimensioni	Descrizione	Tolleranza
L	Lunghezza totale	± 10 mm
b ₁ , b ₂	Larghezza inferiore e superiore (su tutta la lunghezza)	± 5 mm
h _r	Altezza sezione sottorotaia per traversa biblocco	+10/-3 mm
h _p	Altezza (su tutta la lunghezza) traversa monoblocco	+ 5/-3 mm
L ₁	Distanza tra i punti di riferimento esterni del sistema di attacco	+2/-1 mm
L ₂	Distanza tra il punto di riferimento esterno dell'ancoraggio e l'estremità della traversa	± 8 mm
L ₃	Lunghezza di un blocchetto (traversa biblocco)	± 8 mm
I	Inclinazione del piano di appoggio della rotaia	$\pm 0,25^\circ$
F	Planarità di ciascun piano di appoggio delle rotaie in relazione a due punti distanti 150mm	1 mm
T	Svergolamento relativo tra i piani di appoggio delle rotaie misurato utilizzando il calibro illustrato in allegato B	0,7 mm
M	Massa del prodotto (variazione in rapporto al peso teorico, che in ogni caso non dovrà mai essere inferiore al minimo prescritto)	$\pm 5\%$

Le tolleranze ammesse sono riferite ad un prodotto verificato almeno 28 gg. dopo la data di produzione. Il Fornitore può adottare riferimenti temporali di misura diversi dietro presentazione di una relazione tecnica che giustifichi l'adozione di tale riferimento, che in ogni caso non potrà essere inferiore a 48 ore a partire dalla precompressione dei manufatti.

Quanto sopra non esonera dal rispetto delle tolleranze misurate trascorsi almeno 28 gg.

- **Posizione dell'armatura di precompressione**

Le armature devono essere sistemate secondo le posizioni indicate dal progetto esecutivo della traversa che deve essere consegnato al Committente. E' ammessa una tolleranza di ± 3 nel piano orizzontale e di ± 2 mm nel piano verticale con riferimento alla posizione delle armature rispetto alla faccia superiore della traversa.

- **Forza totale di precompressione**

La tolleranza ammessa sulla forza totale di precompressione reale applicata, in rapporto alla forza teorica, è fissata in $\pm 5\%$.

Il tiro delle armature deve essere realizzato in modo da garantire che il carico sia ugualmente distribuito tra i fili costituenti l'armatura.

II.2.3 Requisiti del prodotto

I momenti utilizzati per calcolare i carichi di prova, espressi in kNm, secondo quanto previsto dalla UNI EN 13230 parte 1, determinati secondo quanto riportato nel Rapporto ORE D174 RP4, sono i seguenti:

Momenti	Traversa monoblocco	Traversa biblocco
<i>M_{dr}</i>	6,6 kNm	4,2 kNm
<i>M_{dc_n}</i>	6,0 kNm	-
<i>M_{dc}</i>	6,0 kNm	-

I coefficienti di carico per le prove statiche, dinamiche, e a fatica sono i seguenti per come indicato nel rapporto ORE D 170 RP4:

$K_{1s} = 1,8$ (coefficiente per il test statico in corrispondenza della sezione sottorotaia)

$K_{2s} = 2,5$ (coefficiente per il test statico in corrispondenza della sezione sottorotaia)

$K_{1d} = 1,5$ (coefficiente per la prova dinamica in corrispondenza della sezione sottorotaia)

$K_{2d} = 2,2$ (coefficiente per la prova dinamica in corrispondenza della sezione sottorotaia)

$K_3 = 2,5$ (coefficiente di carico per prova a fatica)

II.3 PROCESSO DI FABBRICAZIONE

II.3.1 Impianto di betonaggio

L'impianto di betonaggio utilizzato per la fabbricazione del CLS deve garantire il dosaggio dell'acqua, dell'additivo, degli aggregati e del cemento, in conformità alla formula per la fabbricazione del CLS adottata. L'impianto deve altresì garantire la possibilità di rilevare in tempo reale, i dosaggi dei materiali utilizzati per l'impasto e del corretto dosaggio dell'acqua in relazione all'umidità rilevata sugli aggregati fini.

II.3.2 Casseforme

Le casseforme devono essere allestite in modo da rendere rintracciabile il prodotto con esse realizzato mediante l'applicazione di apposite targhette, in modo che sulla faccia superiore del manufatto siano ben visibili almeno i seguenti dati:

1. sigla del Fornitore (completa di eventuale indicazione dell'impianto di produzione se il Fornitore dispone di più impianti)
2. marca della traversa
3. anno di fabbricazione; per l'indicazione del giorno, mese, e del turno di lavorazione può essere utilizzato inchiostro indelebile
4. numero di identificazione del cassero e dell'impronta

II.3.3 Processo di stagionatura

Il processo di stagionatura, inteso come il periodo necessario per il raggiungimento da parte del cls della resistenza sufficiente alla applicazione della precompressione / movimentazione del manufatto, potrà avvenire in modo naturale o forzato mediante trattamento termico. Il ciclo di stagionatura forzata sarà registrato su supporto cartaceo o magnetico. Il ciclo adottato per la stagionatura è parte integrante del processo di fabbricazione e, pertanto, eventuali variazioni dovranno essere tempestivamente comunicate al Committente per approvazione.

II.3.3.1 *Stagionatura naturale*

Durante la stagionatura è necessaria una prevenzione contro l'essiccamento prematuro del CLS dovuto in particolare alle radiazioni solari ed al vento.

La protezione dei manufatti dovrà avvenire il più presto possibile dopo il getto del CLS.

Il processo di maturazione dovrà essere approvato dal Committente

Le misure principali per la maturazione del CLS sono:

1. Stagionatura del prodotto in cassaforma
2. Copertura con teli in plastica
3. Adozione di copertura umida
4. Polverizzazione d'acqua
5. Adozione di prodotti di maturazione che formano una pellicola protettiva

I metodi possono essere utilizzati simultaneamente o essere combinati.

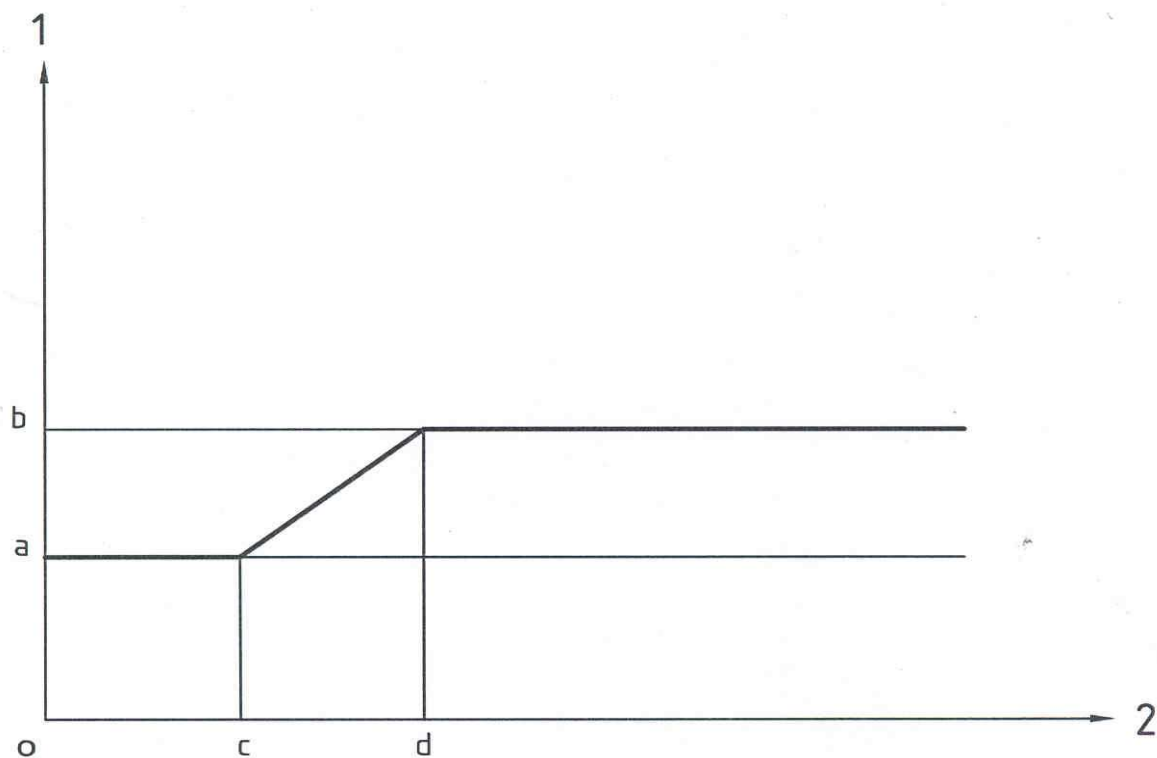
Durante la stagionatura la differenza di temperatura tra la superficie esterna del prodotto e l'interno del prodotto deve essere $< 20^{\circ}\text{C}$.

La temperatura non deve superare quella massima (linea b) indicata in figura 3 : tale valore, pari a 60°C , deve essere ridotto se il tenore di anidride solforica contenuto nel cemento, espresso in percentuale ponderale di cemento, supera il 2% (vedere figura 4).

II.3.3.2 Stagionatura forzata

Il trattamento termico del calcestruzzo, complementare al calore di idratazione, è autorizzato al fine di accrescere la velocità di incremento della resistenza del conglomerato. La temperatura non deve superare quelle indicate in figura 3; la temperatura massima (linea b) deve essere ridotta se il tenore di anidride solforica contenuto nel cemento, espressa in percentuale ponderale di cemento, supera il 2% (vedere figura 4).

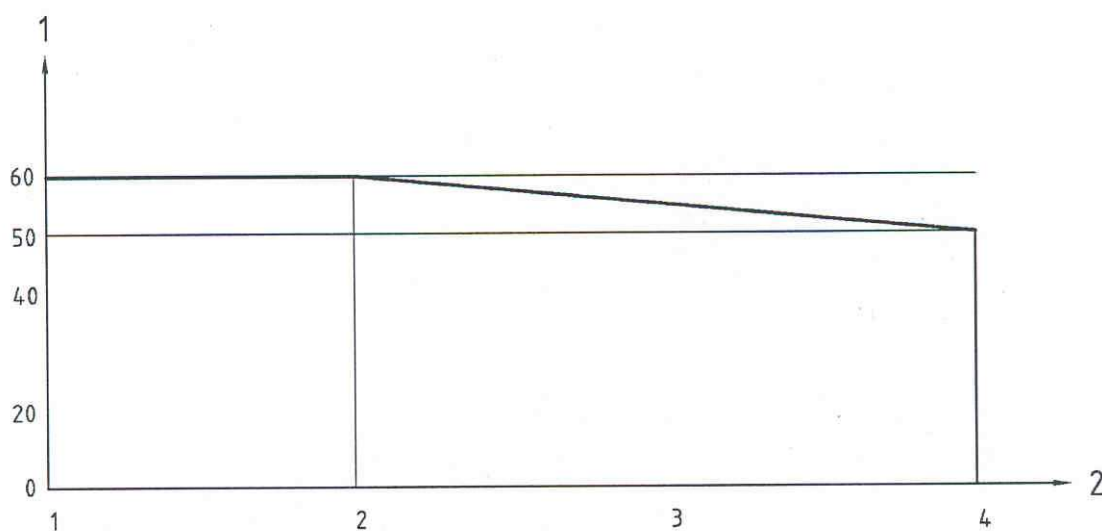
La temperatura deve essere misurata il più vicino possibile ad un punto a metà dell'altezza e della larghezza del prodotto; in alternativa si può misurare la temperatura ambiente della cella di maturazione, a condizione che il Fornitore possa provare la relazione della temperatura tra il CLS ed il forno di maturazione ad ogni stadio del ciclo di maturazione.



Legenda:

- 1 Temperatura del CLS (°C)
- 2 Tempo
- a Temperatura di partenza $\leq 30^{\circ}\text{C}$
- b Temperatura massima : vedi fig. 4
- o-c Tempo di pre-maturazione: 2 ore
- c-d Periodo di incremento della temperatura: max 15°C/h e $10^{\circ}\text{C}/0.5\text{h}$ per ogni ora

Figura 3 : Curva della temperatura massima



Legenda:

- 1 Temperatura del calcestruzzo (°C)
- 2 Anidride solforica (percentuale in peso di cemento)

Figura 4 : Temperatura massima di maturazione in funzione del contenuto di

II.3.4 Sigillatura fori di testata traverse in CAVP

La sigillatura relativa ai fori delle testate occorrenti per il trasferimento del carico di precompressione sarà realizzata con malta o in alternativa con tappi in polietilene ad alta densità o materiale plastico equivalente in termini di durabilità.

Il Fornitore, in funzione del sistema di sigillatura adottato, dovrà fornire le seguenti informazioni:

- a) sigillatura con malta
 - 1. scheda tecnica del tipo di malta utilizzata
 - 2. composizione della malta
 - 3. modalità di applicazione

- b) sigillatura con tappi
 - 1. disegno del tappo
 - 2. scheda tecnica della materia prima utilizzata
 - 3. modalità di applicazione

Soluzioni diverse per la sigillatura dei fori sono ammesse purché siano di sicura e garantita efficacia controllata con prove di penetrazione al blu di metilene.

II.3.5 Stoccaggio

I manufatti prodotti saranno stivati su piani rigidi, interponendo fra gli strati di manufatti dei listelli di legno di essenza dura con sezione tale da garantire il distacco dei manufatti impilati, evitando urti che possano danneggiare il CLS o alterare la posizione degli eventuali attacchi premontati. Tali listelli devono essere posizionati in modo tale da evitare l'imbarcamento dei manufatti impilati.

III. PARTE

III.1 DOCUMENTAZIONE PER L'APPROVAZIONE DEL PRODOTTO

Il Fornitore dovrà provvedere a fornire al Committente, all'atto della richiesta di approvazione del prodotto, la seguente documentazione:

- relazione di calcolo
- relazione tecnica dettagliata sulla fabbricazione dei manufatti comprendente:
 - descrizione del sistema di messa in trazione delle armature di precompressione
 - carico totale di precompressione adottato e relativo sistema di controllo
 - resistenza cubica minima all'atto della precompressione
 - resistenza cubica minima all'atto della movimentazione (traversa biblocco)
 - classe di resistenza a compressione del cls secondo UNI EN 206-1
 - designazione del tipo di armatura di precompressione utilizzata, e dell'armatura ordinaria
 - i disegni costruttivi debitamente quotati dei manufatti con le quote riferite al lembo inferiore del prodotto
 - il tipo di maturazione ed eventuale ciclo termico adottato con le precauzioni adottate di cui al punto 2.3.3
 - la documentazione relativa ai materiali utilizzati come definiti nei paragrafi del capitolo II.1
 - le attrezzature e l'organizzazione per il controllo di accettazione dei materiali in ingresso nonché delle caratteristiche geometriche e strutturali del prodotto finito
 - un PFC indicante almeno quanto segue:
 1. N. delle macro-fasi del processo produttivo
 2. descrizione della macro-fase
 3. i documenti di riferimento della macro-fase
 4. le prove o controlli previsti nelle varie fasi
 5. strumenti utilizzati per le prove o controlli
 6. la frequenza e la numerosità delle prove previste
 7. i valori di riferimento delle prove
 8. il responsabile addetto alle prove o controlli
 9. i documenti emessi a fronte delle prove previste

Una volta esaminata tutta la documentazione da parte del Committente, il Fornitore potrà dare corso alla produzione dei campioni da sottoporre alle prove per la approvazione del prodotto.

I risultati relativi alle prove suddette saranno consegnati al Committente per approvazione.

Tali prove sono eseguite su campioni di traverse invecchiati per un periodo da 4 a 6 settimane.

I campioni per l'esecuzione delle prove devono essere prodotti in conformità al PFC presentato al Committente.

Tutte le modifiche sostanziali al prodotto o al processo di fabbricazione devono essere comunicate al Committente, che se del caso potrà richiedere al fornitore la ripetizione di tutte o parte delle prove previste per l'approvazione del prodotto.

Le prove per l'accettazione del prodotto saranno eseguite presso l'Istituto Sperimentale di RFI o altro laboratorio di gradimento del fornitore/committente.

III.2 PROVE PER L' APPROVAZIONE PRODOTTO

Sono le prove che definiscono la conformità ai requisiti prefissati dal Committente in termini di prestazione.

Le prove, nonché il loro numero, devono essere eseguite in conformità alle norme serie UNI EN 13230 e EN 13146.

Per l'esecuzione delle prove statiche, dinamiche, di fatica e di isolamento elettrico necessarie per l'approvazione del prodotto occorre eseguire la campionatura minima di traverse monoblocco o di traverse biblocco previste dalle norme.

Ciascuna traversa monoblocco o blocchetto della traversa biblocco deve essere usato per una sola prova.

Tutti i risultati di prova devono soddisfare i criteri di accettazione fissati nei successivi paragrafi della presente STP.

III.2.1 Prove dimensionali

I campioni saranno sottoposti a controllo dimensionale per la verifica delle caratteristiche geometriche del prodotto e della massa.

Le dimensioni del prodotto sono definite dal Fornitore nel rispetto dei vincoli e delle tolleranze previste dalla presente STP.

III.2.2 Prove strutturali

Durante l'applicazione dei carichi di prova, la larghezza delle fessure sarà misurata con una precisione di 0,01 mm utilizzando un microscopio graduato avente una potenza minima di 20 ingrandimenti. Le misurazioni saranno effettuate a circa 15 mm dalla superficie esterna della parte tesa sui due fianchi del manufatto.

III.2.3 Montaggi per l'esecuzione delle prove

III.2.3.1 Prove nella sezione sottorotaia

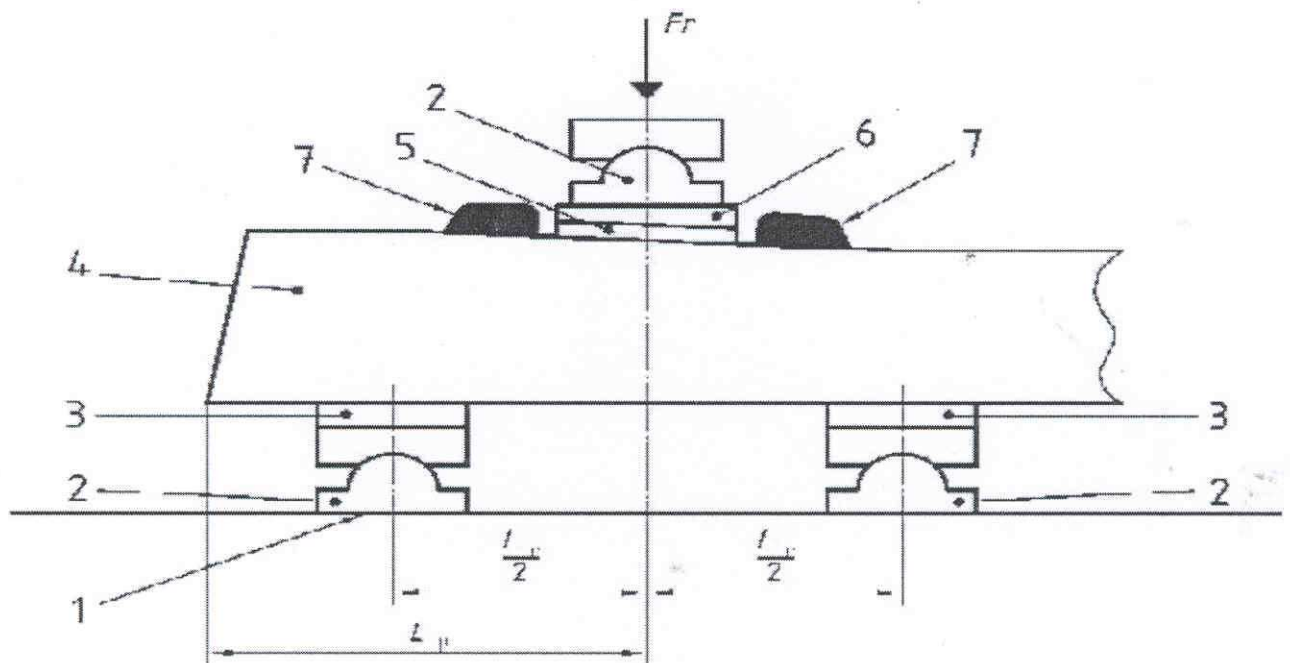
Lo schema di montaggio per la prove con carico positivo nella sezione sottorotaia è rappresentato in figura 5, per la traversa monoblocco, e nella

figura 6, per quella biblocco. Lo schema per la prove con carico negativo nella sezione sottorotaia per la traversa biblocco è rappresentato in figura 7.

Il carico F_r è applicato perpendicolarmente al piano di appoggio della traversa .
L'estremità della traversa dal lato opposto a quello di prova deve essere libera.

L_p (m)	L_r (m)
$L_p < 0,349$	0,3
$0,350 \leq L_p < 0,399$	0,4
$0,400 \leq L_p < 0,449$	0,5
$L_p \geq 0,450$	0,6

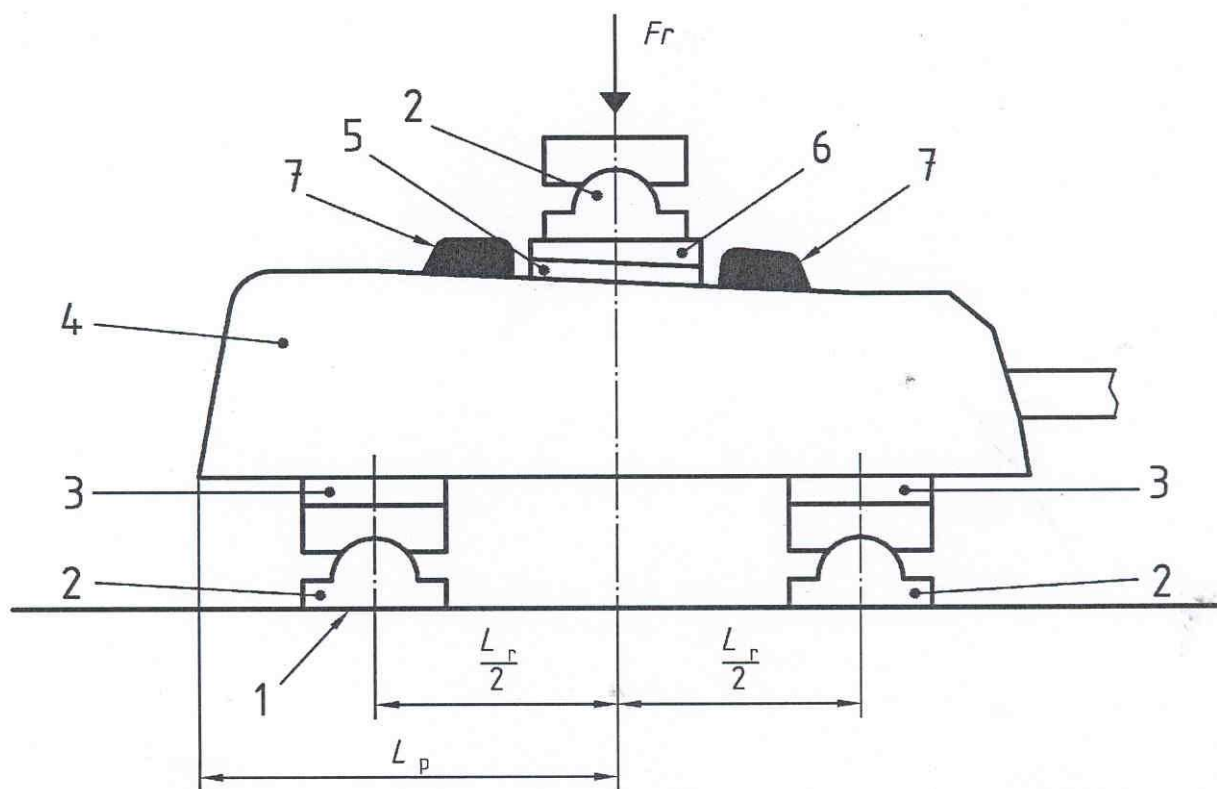
Tabella 1 - Valori di L_r in funzione di L_p



Legenda:

1. Appoggio indeformabile
2. Appoggio articolato (vedere allegato A norma EN 13230-2 per i dettagli)
3. Suola elastica (vedere allegato A per i dettagli)
4. Traversa
5. Piastra sottorotaia standard del sistema di attacco previsto
6. Cuneo di recupero della pendenza
7. Ancoraggi

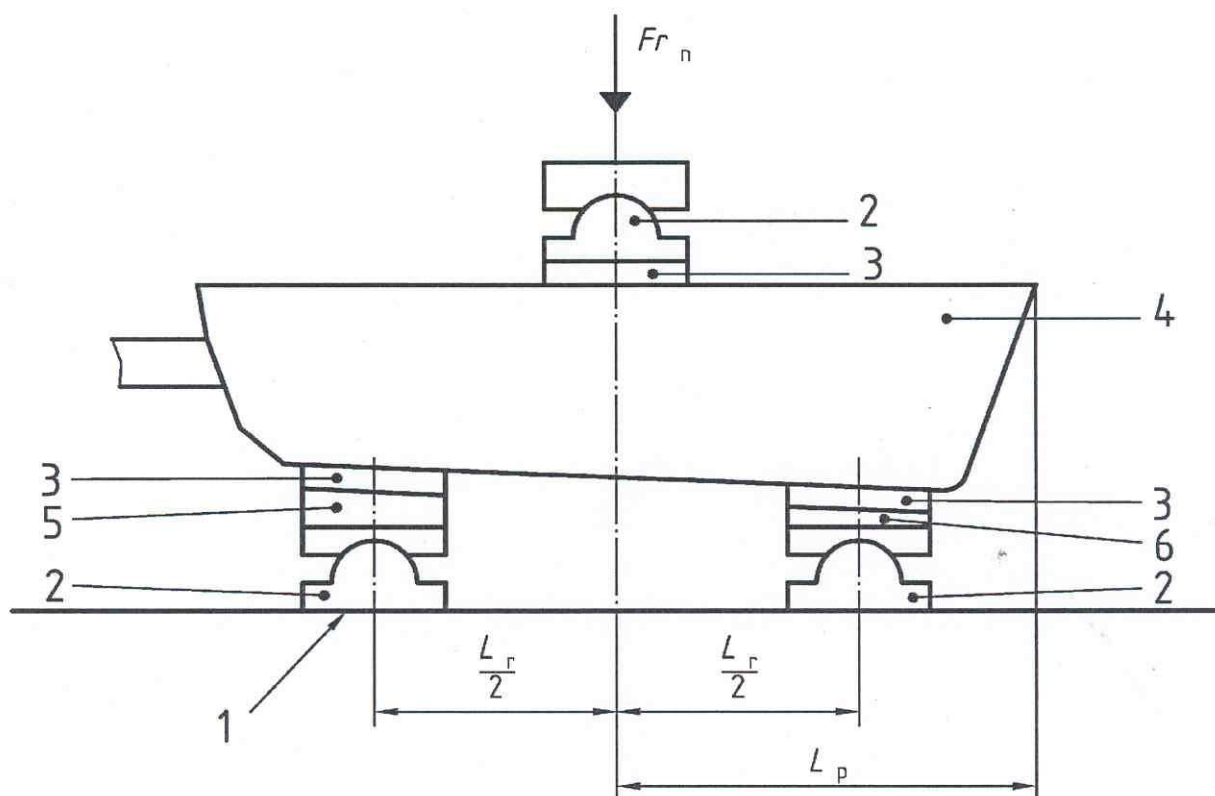
Figura 5 : Schema di prova sottorotaia traversa monoblocco con carico positivo



Legenda:

1. Appoggio indeformabile
2. Appoggio articolato (vedere allegato B norma EN 13230 - 3 per i dettagli)
3. Suola elastica (vedere allegato B norma EN 13230 - 3 per i dettagli)
4. Blocchetto di cls armato
5. Piastra sottorotaia standard del sistema di attacco previsto
6. Cuneo di recupero della pendenza
7. Ancoraggi

Figura 6 : Schema di prova sottorotaia traversa biblocco con carico positivo



Legenda:

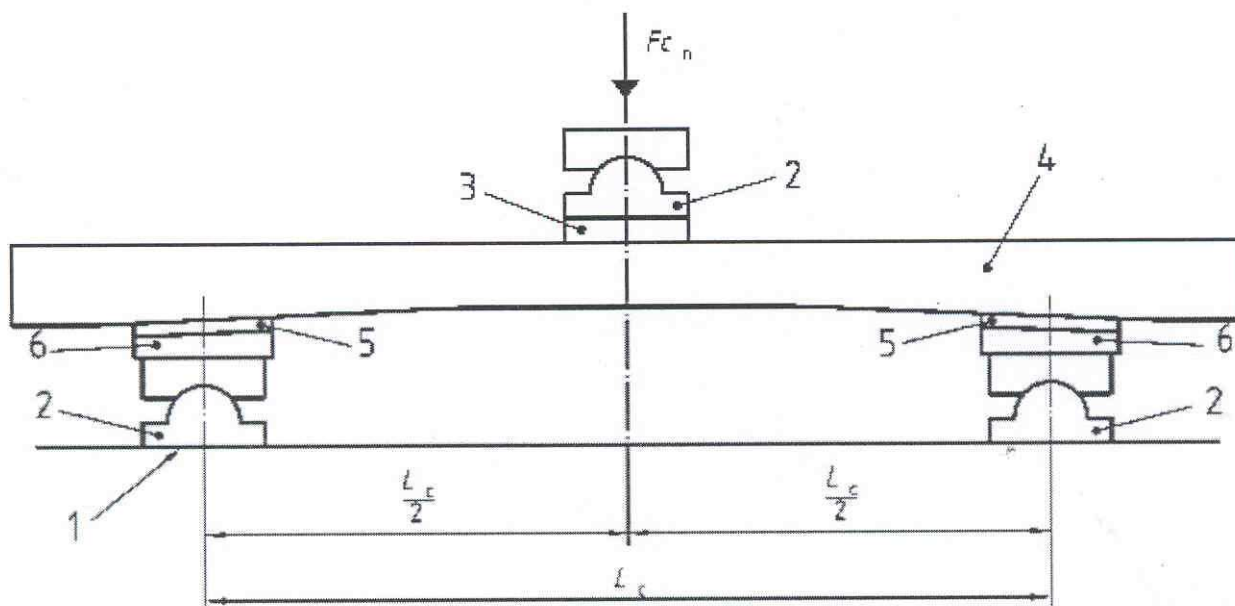
1. Appoggio indeformabile
2. Appoggio articolato (vedere allegato B norma EN 13230 - 3 per i dettagli)
3. Suola elastica (vedere allegato B norma EN 13230 - 3 per i dettagli)
4. Blocchetto di cls armato
5. Cuneo speciale di recupero della pendenza
6. Cuneo speciale di recupero della pendenza

Figura 7 : Schema di prova sottorotaia traversa biblocco con carico negativo

III.2.3.2 Prove nella sezione di mezzeria

Lo schema per la prova con carico negativo nella sezione di mezzeria della traversa monoblocco è rappresentato in figura 8.

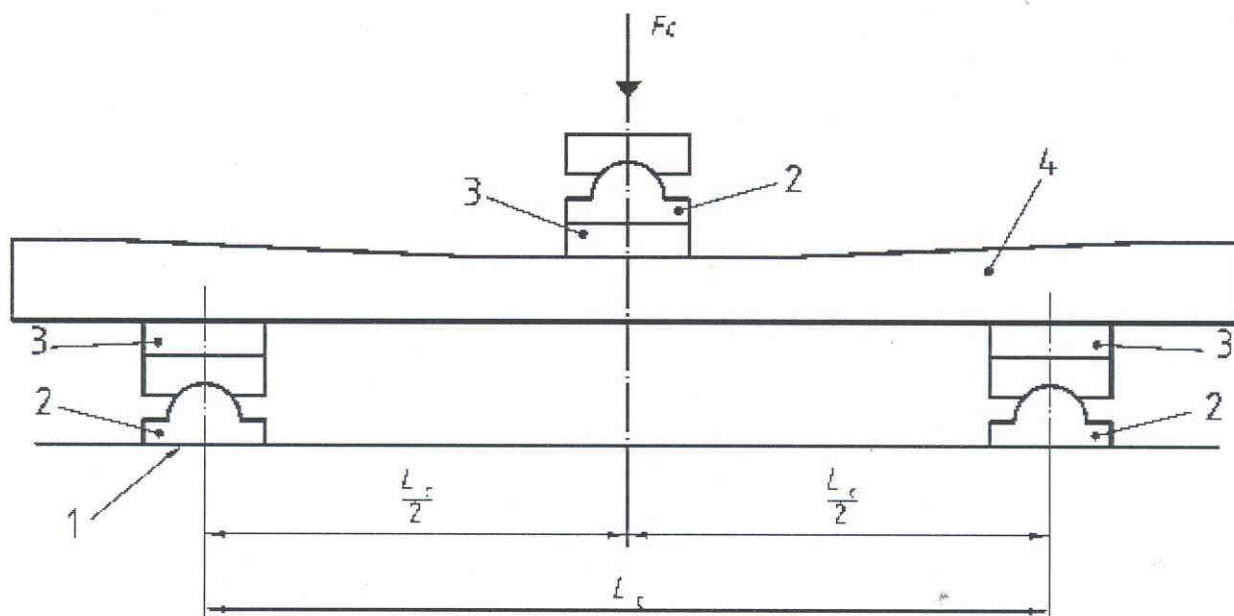
Lo schema per la prova con carico positivo nella sezione di mezzeria della traversa monoblocco è rappresentato in figura 9.



Legenda:

1. Appoggio indeformabile
2. Appoggio articolato (vedere allegato A norma EN 13230 - 2 per i dettagli)
3. Suola elastica (vedere allegato A norma EN 13230 - 2 per i dettagli)
4. Traversa
5. Piastra sottorotaia standard del sistema di attacco previsto
6. Cuneo di recupero della pendenza

Figura 8 : Schema di prova in mezzeria con carico negativo



Legenda:

1. Appoggio indeformabile
2. Appoggio articolato (vedere allegato A norma EN 13230 - 2 per i dettagli)
3. Suola elastica (vedere allegato A norma EN 13230 - 2 per i dettagli)
4. Traversa

Figura 9 : Schema di prova in mezzeria con carico positivo

III.2.3.3 Carichi di prova

Fr_0 è calcolato per i montaggi delle prove nella sezione sottorotaia (figure 5 e 6) mediante l'equazione :

$$Fr_0 = \frac{4Mdr}{Lr - 0,1} \quad [kN]$$

assumendo per Lr i valori riportati in tabella 1.

Fc_0 e Fc_{0n} sono calcolati per il montaggio delle prove nella sezione di mezzeria utilizzando le seguenti equazioni:

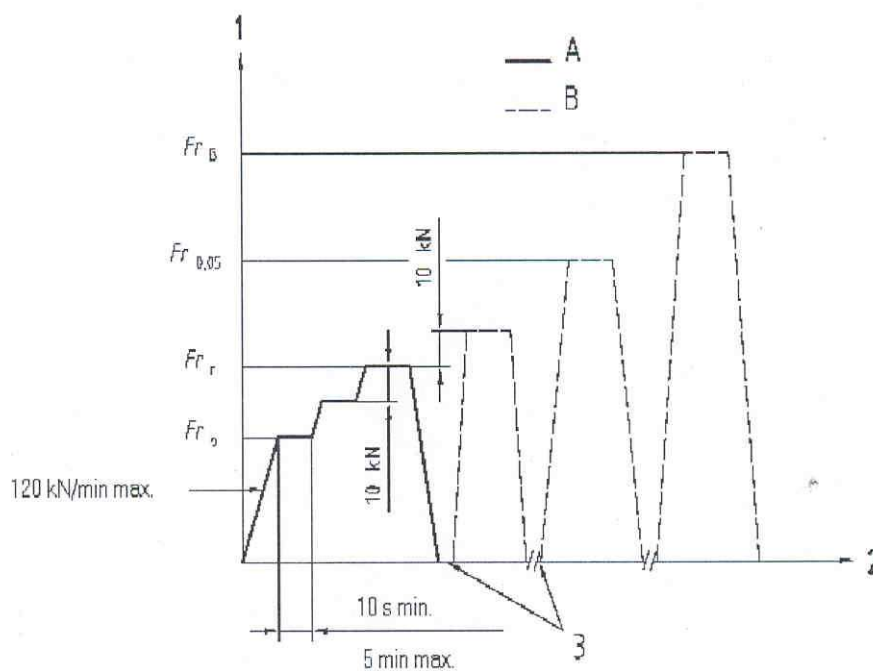
$$Fc_0 = \frac{4Mdc}{Lc - 0,1} \quad [kN] \qquad Fc_{0n} = \frac{4Mdcn}{Lc - 0,1} \quad [kN]$$

III.2.4 Procedure di Prova

III.2.4.1 Prova statica con carico positivo nella sezione sottorotaia

La procedura di prova per l'approvazione del prodotto è rappresentata nella figura 10. La parte B della prova deve essere svolta.

Gli schemi di montaggio sono quelli rappresentati nelle figure 5 (traversa monoblocco) e 6 (traversa biblocco).



Legenda:

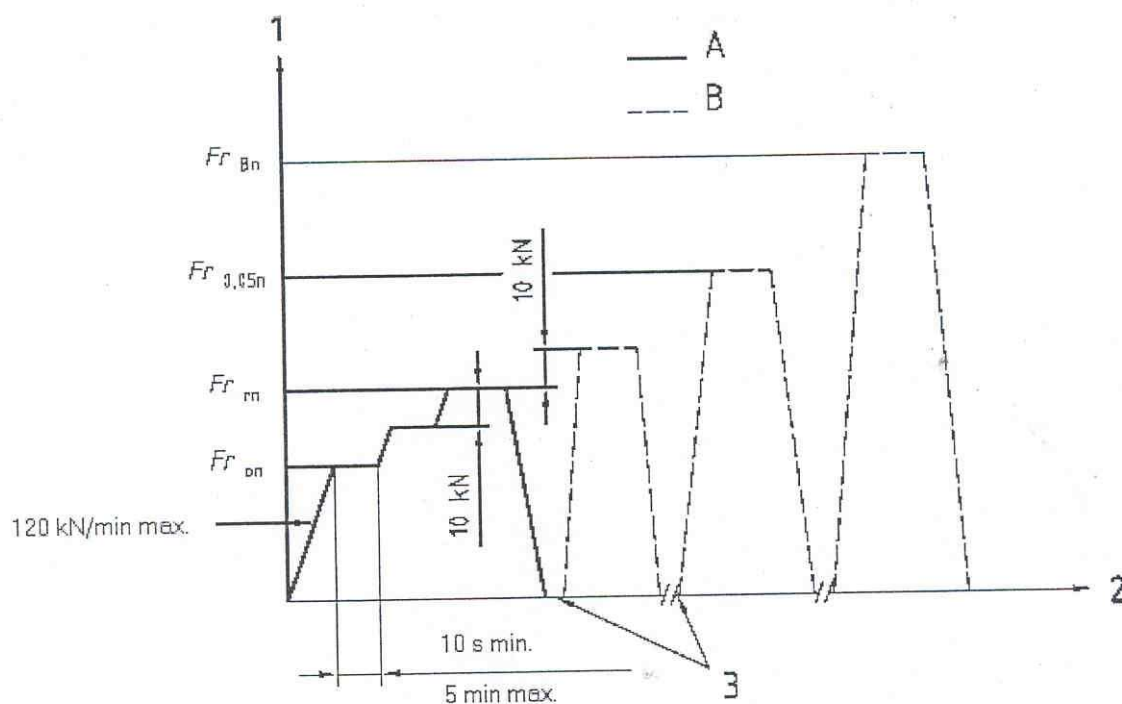
1. Carico
 2. Tempo
 3. Verifica delle fessurazioni
- A Parte obbligatoria della prova
- B Parte facoltativa della prova

Figura 10 Procedura di prova statica sottorotaia con carico positivo

III.2.4.2 Prova statica con carico negativo nella sezione sottorotaia per traversa biblocco

La procedura di prova per l'approvazione del prodotto è rappresentata nella figura 11.

Lo schema di montaggio è quello rappresentato nella figura 7.



Legenda:

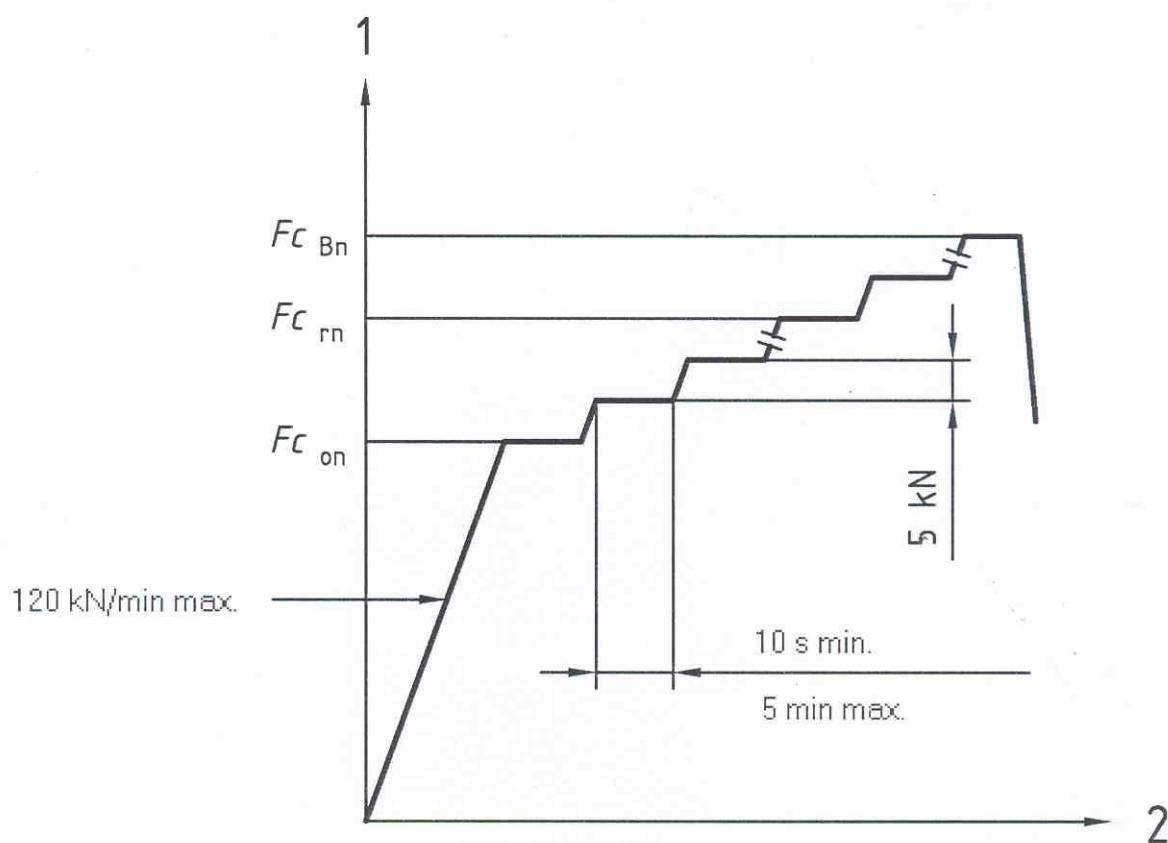
1. Carico
2. Tempo
3. Verifica delle fessurazioni
- A Parte obbligatoria della prova
- B Parte facoltativa della prova

Figura 11 Procedura di prova statica sottorotaia con carico negativo

III.2.4.3 Prova statica con carico negativo nella sezione di mezzeria per traversa monoblocco

La procedura di prova per l'approvazione del prodotto è rappresentata in figura 12.

Lo schema di montaggio è quello rappresentato nella figura 8.



Legenda:

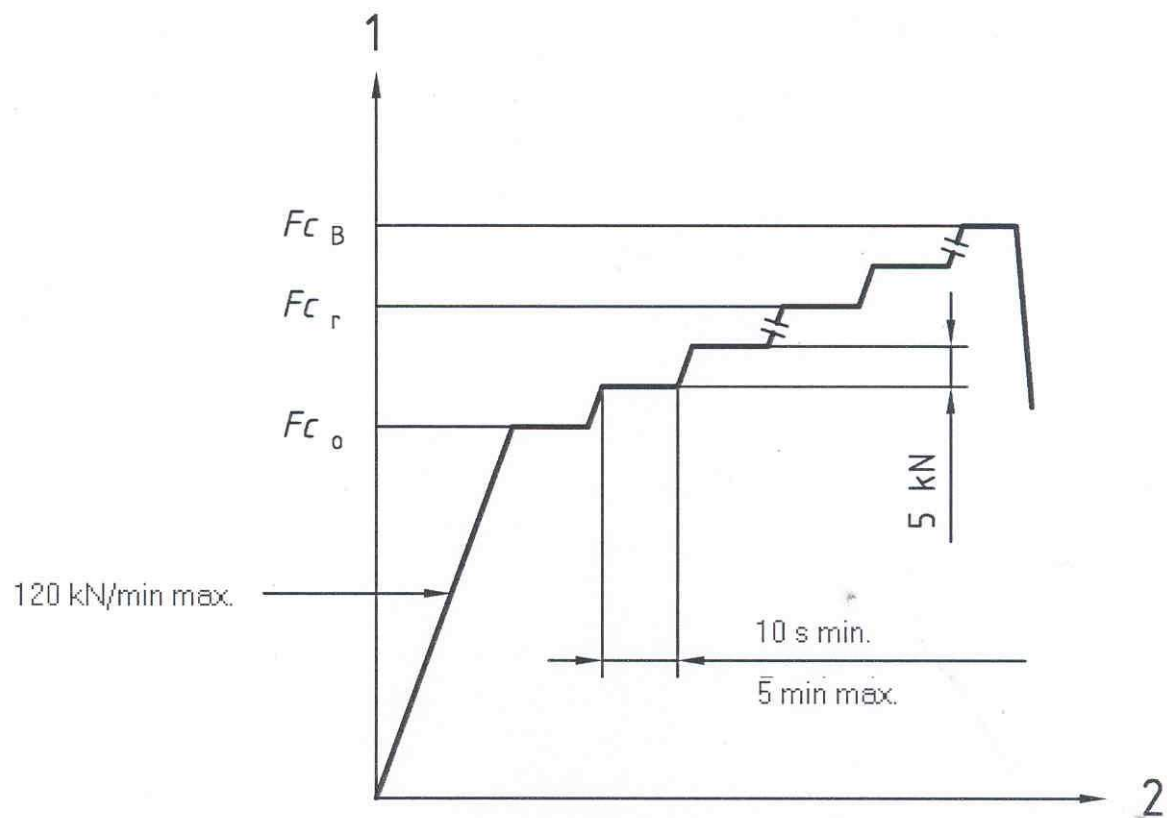
1. Carico
2. Tempo

Figura 12 Procedura di prova statica in mezzeria con carico negativo

III.2.4.4 Prova statica con carico positivo nella sezione di mezzeria per traversa monoblocco

La procedura di prova per l'approvazione del prodotto è rappresentata in figura 13.

Lo schema di montaggio è quello rappresentato nella figura 9.



Legenda:

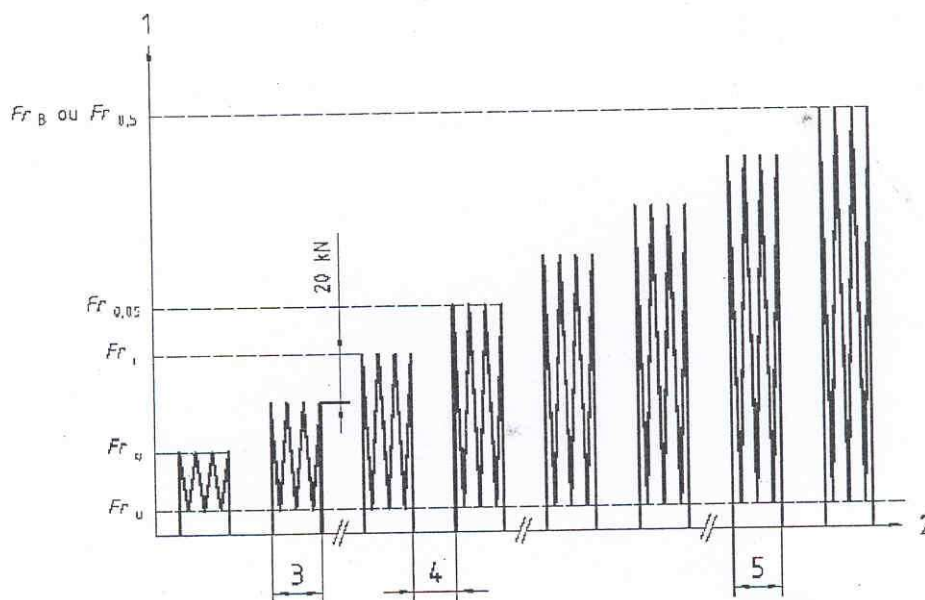
1. Carico
2. Tempo

Figura 13 Procedura di prova statica in mezzeria con carico positivo

III.2.4.5 Prova dinamica nella sezione sottorotaia.

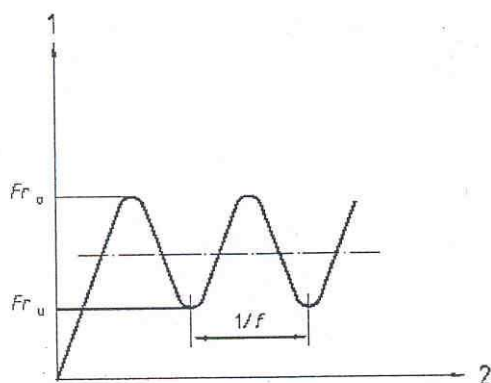
La procedura di prova è rappresentata nella figura 14.

Gli schemi di montaggio sono quelli rappresentati nelle figure 5 (traversa monoblocco) e 6 (traversa biblocco).



Legenda:

1. Carico
2. Tempo
3. 5000 cicli di carico
4. Tempo massimo per l'osservazione : 5 minuti
5. Frequenza (f) compresa fra 2 Hz e 5 Hz



Nota: ciclo tipo

Legenda:

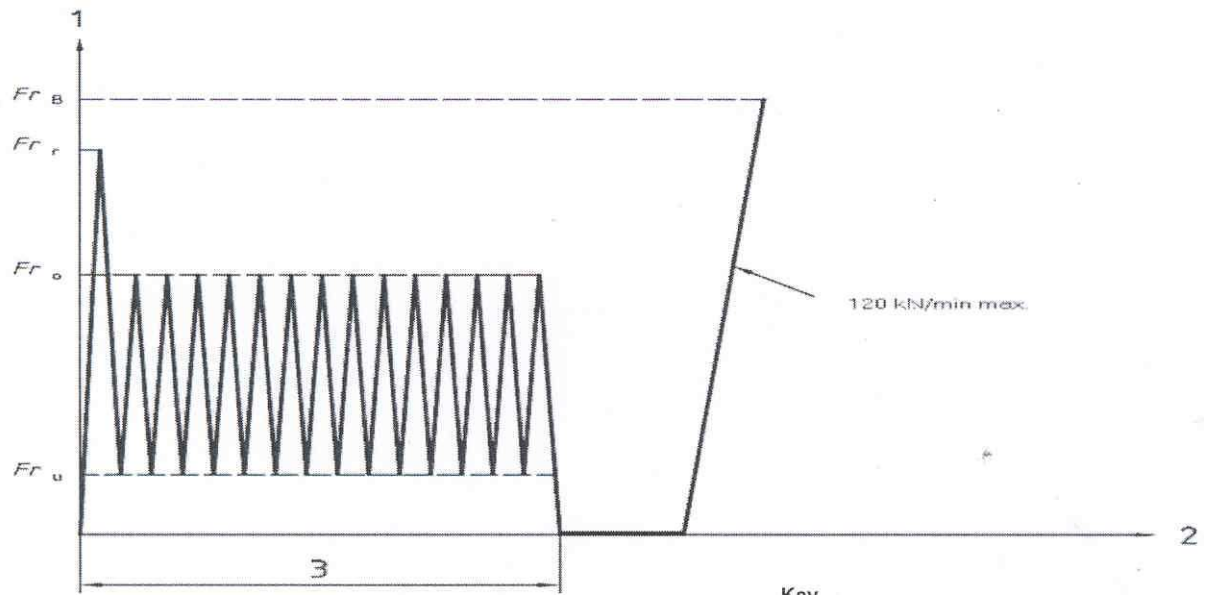
1. Carico
2. Tempo

Figura 14 - Procedura di prova dinamica sottorotaia

III.2.4.6 Prova di fatica nella sezione sottorotaia per traversa monoblocco

La procedura di prova è rappresentata in figura 15.

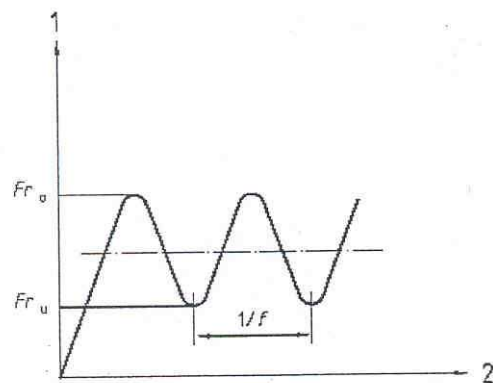
Lo schema di montaggio è quello rappresentato in figura 5.



Legenda:

1. Carico
2. Tempo
3. Frequenza (f) tra 2 Hz e 5 Hz per 2 milioni di cicli

Il primo ciclo di prova è quello indicato in figura 10 parte A



Nota: ciclo tipo

Legenda:

1. Carico
2. Tempo

Figura 15 – Procedura di prova di fatica

Pag. 37 di 57

Emesso il 2005 – Ultimo aggiornamento in data 23/01/2006

000345

III.2.5 Isolamento elettrico

Il manufatto completo di organo di attacco deve essere sottoposto a prova per la determinazione dell'isolamento elettrico. La prova sarà eseguita su una traversa e due tronconi di rotaia serrati sul piano di ferratura con il sistema di ancoraggio utilizzato. Le modalità di esecuzione della prova per l'approvazione del prodotto sono definite dalla norma UNI EN 13146-5.

III.3 NUMEROSITA' DELLE PROVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER L'APPROVAZIONE DEL PRODOTTO

III.3.1 Prove dimensionali

Tutti i campioni saranno sottoposti a controllo dimensionale.

Il prodotto sarà conforme se tutti i controlli avranno dato esito positivo.

III.3.2 Prove statiche sezione sottorotaia con carico positivo

La prova dovrà essere condotta su n° 6 traverse monoblocco (una sezione per ogni traversa) o su entrambi i blocchetti di 3 traverse biblocco. Saranno pertanto sottoposti a prova statica 6 sezioni sottorotaia, secondo gli schemi di carico riportati nelle figure 5 e 6 e le procedure di carico descritte nella figura 10

I criteri di accettazione per le prove statiche per l'approvazione del prodotto sono:

$$\begin{array}{lll} Fr_r & > & Fr_o \\ Fr_{0,05} & > & K_{1s} \times Fr_o \\ Fr_B & > & K_{2s} \times Fr_o \end{array}$$

III.3.3 Prove statiche sezione sottorotaia con carico negativo

La prova dovrà essere condotta su entrambi i blocchetti di 3 traverse biblocco. Saranno pertanto sottoposti a prova statica 6 sezioni sottorotaia, secondo lo schema di carico riportato nella figura 7 e le procedure di carico descritte nella figura 11.

I criteri di accettazione per le prove statiche per l'approvazione del prodotto sono:

$$Fr_{rn} > 0,5 \times Fr_o$$

III.3.4 Prove statiche sezione di mezzeria

La prova dovrà essere condotta su n° 6 traverse monoblocco, 3 per carico positivo e 3 per carico negativo, secondo gli schemi di carico riportati nelle figure 8 - 9 e le procedure descritte nelle figure 12-13.

I criteri di accettazione per le prove statiche per l'approvazione del prodotto sono:

carico negativo

$$Fc_{rn} > Fc_{on}$$

$$Fc_{Bn} > K_{2s} \times Fc_{on}$$

carico positivo (se richiesto)

$$Fc_r > Fc_o$$

$$Fc_B > K_{2s} \times Fc_o$$

III.3.5 Prova dinamica sezione sottorotaia

La prova dovrà essere condotta su n° 6 traverse monoblocco (una sezione per ogni traversa) o su entrambi i blocchetti di 3 traverse biblocco. Saranno pertanto sottoposti a prova dinamica 6 sezioni sottorotaia, secondo gli schemi di carico riportati nelle figure 5 e 6 e la procedura di carico descritta in figura 14.

I criteri di accettazione sono:

$$Fr_{0,05} > K_{1d} \times Fr_o$$

$$Fr_{0,5} > K_{2d} \times Fr_o$$

III.3.6 Prova di fatica

La prova di fatica dovrà essere condotta su una traversa monoblocco con carico positivo secondo lo schema di carico riportato in figura 5 e la procedura di carico descritta in figura 15.

I criteri di accettazione dopo 2×10^6 cicli sono:

- larghezza della fessura $\leq 0,1$ mm sotto carico Fr_o

- larghezza della fessura $\leq 0,05$ mm dopo rimozione del carico
- $Fr_B > K_3 \times Fr_o$ dopo l'aumento del carico in modo continuo con gradiente massimo di 120 kN/minuto, da 0 kN fino a rottura Fr_B

III.3.7 Prova di isolamento elettrico

La prova sarà condotta su una traversa. Il valore della prova sarà considerato positivo se il valore ottenuto sarà $\geq 5 \text{ K}\Omega$.

III.4 NUMEROSITA' DELLE PROVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER LA FORNITURA DEL PRODOTTO

Le prove sul prodotto e i relativi criteri di accettazione durante la produzione di serie sono definiti nel seguito.

III.4.1 Resistenza a compressione del calcestruzzo

III.4.1.1 Resistenza all'atto della precompressione o della movimentazione

Per ogni lotto di produzione deve essere effettuato il controllo della resistenza a compressione del cls, preliminare alle operazioni di precompressione dei manufatti in CAVP o di movimentazione per quelli in CAV. La resistenza a compressione del provino verrà determinata secondo la UNI EN 12390-3. Si dovrà effettuare minimo un prelievo per ogni lotto di produzione e comunque su un massimo di 100 m^3 di getto. Ciascuno prelievo è costituito da due provini, confezionati secondo le modalità previste dalla UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-2. Di norma verrà determinata la resistenza di un solo provino, la quale dovrà essere non inferiore a quella minima dichiarata nella documentazione tecnica approvata dal Committente. In caso di esito negativo si potrà effettuare una riprova sul secondo provino del medesimo prelievo.

III.4.1.2 Resistenza caratteristica a 28 giorni

Le modalità per il prelievo e il confezionamento dei provini per il controllo di accettazione a 28 giorni della resistenza a compressione del cls sono quelle descritte nelle norme UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-2.

La resistenza a compressione del provino verrà determinata secondo la UNI EN 12390-3. La numerosità dei prelievi e i criteri di accettazione sono quelli previsti nell'Allegato 2 del D.M. del 09/01/96. (Controllo tipo A).

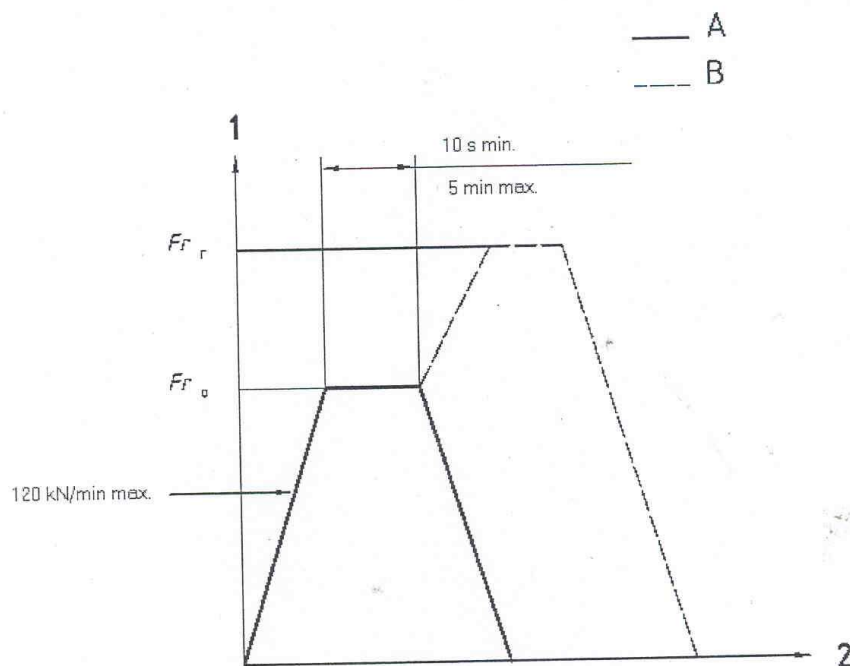
Le prove potranno essere svolte presso laboratorio interno attrezzato (aziende con un sistema gestione qualità certificato) . In tal caso il Committente si riserva la facoltà di richiedere l'effettuazione, a proprio carico, di prove di verifica presso laboratori ufficiali come da legge n°1086.

III.4.2 Prove statiche

III.4.2.1 Prova statica sottorotaia con carico positivo

Per ogni lotto di produzione e comunque per lotti di numerosità non superiore a 1000 traverse, si dovrà prelevare una traversa da sottoporre a prova statica secondo lo schema riportato nelle fig. 5 e 6 e con la procedura di carico descritta in fig.16, solo parte A. Il criterio di accettazione per ciascuna prova è il seguente: $Fr_r > Fr_o$.

Nel caso di esito negativo, la prova verrà ripetuta su altre tre traverse ; tutte le riprova dovranno dare esito positivo. In caso contrario il lotto viene scartato. Al Produttore è comunque consentito effettuare la prova su tutte le traverse del lotto; le traverse che superano la prova vengono considerate valide mentre le altre vengono definitivamente scartate.



Legenda:

1. Carico
 2. Tempo
- A Parte obbligatoria della prova
- B Parte facoltativa della prova

Figura 16 Procedura di prova statica sottorotaia con carico positivo per la produzione di serie

III.4.2.2 Prova statica in mezzeria con carico negativo

Per ogni lotto di produzione e comunque per lotti di numerosità non superiore a 1000 traverse, si dovrà prelevare una traversa da sottoporre a prova statica secondo lo schema riportato in fig.8 e con la procedura di carico descritta in fig.12. Il criterio di accettazione per ciascuna prova è il seguente: $Fr_m > Fr_{on}$.

In caso di esito negativo, la prova verrà ripetuta su altre tre traverse ; tutte le riprove dovranno dare esito positivo. In caso contrario il lotto viene scartato.

Al Produttore è comunque consentito effettuare la prova su tutte le traverse del lotto; le traverse che superano la prova vengono considerate valide mentre le altre vengono definitivamente scartate.

III.4.3 Rilievi dimensionali

Le dimensioni del prodotto sono definite nei documenti approvati dal Committente, con le tolleranze previste al par. II.2.3, e nella documentazione tecnica relativa al sistema di attacco utilizzato.

Per ogni lotto di produzione e comunque per lotti di numerosità non superiore a 1000 traverse, si dovrà prelevare una traversa da sottoporre al controllo delle dimensioni: L, b₁, hr o hp (limitatamente alle sezioni caratteristiche), L₃, L₁ I, F, T.

In caso di esito negativo, la prova verrà ripetuta su altre tre traverse ; tutte le riprove dovranno dare esito positivo.

In caso di ulteriore esito negativo, ciascuna traversa del lotto potrà essere accettata solo previa verifica del parametro non conforme.

Il committente si riserva la facoltà di verificare, ogni 10000 traverse prodotte o frazione di esse nell'ambito di una stessa commessa, il rispetto delle tolleranze sullo scartamento di un tronco di binario ottenuto pre-montando, nello stabilimento del produttore, due spezzoni di rotaia e relativi organi di attacco su almeno quattro traverse provenienti da casseri diversi, poste parallelamente a distanza di 60 cm l'una dall'altra e su un piano orizzontale.

III.4.4 Prova di isolamento elettrico

A richiesta del Committente verrà effettuata presso lo stabilimento del Produttore una prova di resistenza elettrica al fine di verificare l'isolamento tra le rotaie montate su una singola traversa, completa di organi di attacco, allo stato naturale secco, appoggiata su superficie isolante anche discontinua.

Si dovrà utilizzare un megaohmetro elettronico con tensioni di prova da 250 V a 1000 V.

Il valore della resistenza non deve risultare inferiore a 30.000 Ohm.

III.4.5 Prova di estrazione degli ancoraggi

Ogni 10000 traverse prodotte o frazione di 10000 nell'ambito di una stessa commessa verrà prelevata una traversa da sottoporre alla prova di estrazione di un ancoraggio.

La prova deve essere realizzata con idonea attrezzatura, messa a disposizione dal Produttore. Il carico deve essere applicato con un gradiente pari a 50 ± 10 kN/min fino a raggiungere il valore di 60 kN, e dovrà essere mantenuto per 3 minuti. L'esito della prova è positivo se, alla rimozione del carico, non si evidenziano alla vista segni di cedimento del conglomerato collocato attorno all'ancoraggio medesimo.

Qualora la prova dia esito negativo si deve procedere ad una riprova su una traversa ogni 2000 o frazione di 2000 traverse nell'ambito della stessa commessa prelevate da lotti di produzione diversi.

Tutte le riprove devono dare esito positivo; in caso contrario tutte le traverse sono scartate. In quest'ultimo caso al Produttore è riservata comunque la facoltà di procedere ad effettuare la prova su tutte le traverse; quelle che superano la prova sono considerate valide mentre le altre sono definitivamente scartate.

III.5 GARANZIA

Le traverse oggetto della presente STP sono soggette alla garanzia di buon funzionamento per un periodo di almeno cinque anni a partire dall'ultimo giorno dell'anno di fabbricazione. Inoltre le stesse dovranno essere soggette alla garanzia di durabilità di venti anni a partire dalla data di posa in opera.

IV. PARTE : IL KIT DI ANCORAGGIO ROTAIA-TRAVERSA

IV.1.1 Scopo

Lo scopo della presente parte della specifica tecnica è quello di definire le caratteristiche prestazionali dei sistemi di ancoraggio delle rotaie montati sulle traverse in CAV o CAVP di cui ai precedenti capitoli.

Si forniscono, inoltre, le linee guida per la stesura delle specifiche tecniche dei sistemi di ancoraggio che dovranno essere presentate al Committente.

Vengono descritte, quindi, le modalità e i criteri di accettazione delle prove, da eseguire sul kit di attacco assemblato, per il conseguimento dell'approvazione del sistema.

Vengono definiti, infine, i requisiti di qualità delle forniture dei singoli componenti.

IV.1.2 Campo di applicazione

Il presente capitolato si applica per la fornitura di kit di ancoraggio alle Ferrovie della Calabria

IV.1.3 Abbreviazioni

Nella specifica tecnica presentata dal concorrente dovranno essere individuate tutte le abbreviazioni contenute poi nel testo della specifica oltre alle seguenti:

CAV	Cemento armato vibrato
CAVP	Cemento armato vibrato precompresso
DC	Dichiarazione di conformità
FdC	Ferrovie della Calabria S.r.l.
PCQ	Piano Controllo Qualità
PdC	Piani di campionamento
PFC	Piano di Fabbricazione e Controllo
ST	Specifica Tecnica
SGQ	Sistema di Gestione in Qualità
UIC	International Union of Railway
CEN	Comitato Europeo di Normalizzazione

IV.1.4 Definizioni

Oltre alle definizioni che potranno essere considerate nelle S.T. dei componenti e del sistema di ancoraggio, dovranno essere comunque presenti le seguenti:

Committente	Ferrovie della Calabria S.r.l.
Componente	singolo elemento facente parte del kit di ancoraggio
Prodotto	insieme dei componenti costituenti il sistema di ancoraggio
Produttore	organizzazione che realizza il singolo componente
Fornitore	organizzazione che realizza e/o fornisce il prodotto al Committente
Subfornitore	organizzazione che realizza e/o fornisce il prodotto al Fornitore
Kit di ancoraggio	Il nome commerciale del sistema di ancoraggio proposto

IV.2 DOCUMENTAZIONE PER L'APPROVAZIONE DEL PRODOTTO

All'atto della richiesta di approvazione del prodotto, il Fornitore dovrà presentare al Committente delle S.T. del sistema e di tutti i singoli componenti, sia di I che di II livello. Per organi di I livello si intendono i componenti che sono totalmente o parzialmente inglobati nella traversa in modo permanente.

Per organi di II livello si intendono, invece, i restanti componenti quali, ad esempio:

- la suola sottorotaia
- i piastrini per la realizzazione dello scartamento;
- il componente elastico di fissaggio della rotaia alla traversa
- la caviglia o il dado di fissaggio

Nelle S.T. dovranno essere riportate, per ciascun componente del sistema di attacco proposto, tutte le caratteristiche, il numero e i materiali costituenti.

Le S.T. , in particolare, dovranno contenere :

1. i disegni di riferimento di ogni singolo componente del kit, in tavole singole, riportanti in testata:
 - a. Il numero del disegno;
 - b. La data di ultima revisione;

- c. Il nome del singolo componente illustrato;
2. il disegno di riferimento del sistema assemblato, riportante in particolare:
- a. le quote necessarie a definire la sagoma del calcestruzzo per il corretto alloggiamento dei componenti;
 - b. il riferimento ai disegni dei singoli componenti;
 - c. una tabella che contenga la gamma di combinazione dei piastrini di scartamento atti a ridurre o allargare lo stesso nel range $950 \div 980$ mm. In tale tabella dovranno essere opportunamente riportati i codici dei diversi piastrini e il diverso colore degli stessi in quanto viene richiesto che gli stessi assumano diverse colorazioni per tenere conto anche visivamente della variazione dello scartamento stesso
3. la descrizione, per ciascun componente, di:
- a. caratteristiche fisico-meccaniche della materia prima utilizzata
 - b. caratteristiche fisico-meccaniche e dimensionali del componente nello stato di fornitura
 - c. prove previste per l'accertamento delle suddette caratteristiche;
 - d. piani di campionamento e i criteri di accettazione secondo la norma ISO 2859 Parte I "Procedimenti di campionamento nel collaudo per attributi.." nell'edizione in vigore o altre norme anche nazionale di tipo similare. Nel seguito i criteri indicati sono riferiti alla norma ISO 2859 e nel caso di utilizzo di norme diverse dovranno essere opportunamente aggiornati purchè i livelli di qualità ottenuti siano equiparabili.
4. il riferimento alla normativa riguardante il kit ed i suoi singoli componenti;
5. il riferimento alla normativa CEN applicabile per fornitura dei componenti oggetto delle S.T. presentate;
6. il riferimento alla normativa EN e/o ISO e/o UNI e/o di altri enti di normazione nazionale di altri Paesi applicabile per le forniture dei materiali oggetto della specifica tecnica prodotta;
7. le istruzioni complete sul montaggio del kit e sulle attrezzature eventualmente necessarie;

IV.3 PRESCRIZIONI SUL PRODOTTO

IV.3.1 Requisiti del prodotto

Il sistema di attacco dovrà essere idoneo all'utilizzo su linee ferroviarie con le seguenti caratteristiche di base:

	Rotaia 50 UNI	Rotaia 36 UNI
Carico per asse	220 kN	110 kN
Velocità	≤ 150 km/h	≤ 150 km/h
Inclinazione della rotaia	1:20	1:20
Raggio minimo	100 m	100 m
Sopraelevazione massima	110 mm	110 mm
Scartamento (misurato 14 mm sotto il piano di rotolamento)	Variabile 950 ÷ 980	Variabile 950 ÷ 980

Per ciascun tipo di rotaia, l'allargamento dello scartamento dovrà essere ottenuto esclusivamente mediante la opportuna combinazione dei piastrini di regolazione.

Il prodotto dovrà essere utilizzato su linee dotate di apparati centrali e sistemi di segnalazione. A tal fine la prova di isolamento elettrico dovrà essere svolta sulle traverse proposte, monoblocco o biblocco, secondo le modalità e con i criteri di accettazione definiti nel successivo paragrafo IV.3.2

A posa avvenuta dovrà essere garantita la completa sostituibilità di tutti i singoli componenti di II livello. A tal fine la prova di verifica degli effetti di severe condizioni ambientali dovrà essere svolta secondo le modalità e con i criteri di accettazione definiti nel successivo paragrafo IV.3.2 .

Il prodotto dovrà garantire adeguata protezione contro il ribaltamento/rotazione della rotaia. A tal fine si dovrà verificare l'entità dell'allargamento dello scartamento sotto carico secondo le modalità e con i criteri di accettazione definiti nel successivo paragrafo IV.3.2

IV.3.2 Prove per l'approvazione del prodotto

Sono le prove, da effettuare sul sistema assemblato, per la verifica della conformità del kit di ancoraggio ai requisiti prefissati dal Committente in termini di prestazione.

Le prove, nonché il loro numero, devono essere eseguite in conformità alle norme serie UNI EN 13481 e EN 13146.

Per lo svolgimento delle prove occorre considerare la campionatura minima prevista dalle suddette norme e di seguito richiamata.

Campione n° 1 : Prova di resistenza alla torsione

La prova dovrà essere eseguita secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13146-2. La prova sarà considerata positiva se il momento che dà luogo alla rotazione di 1° risulta $\geq 0,81 \text{ kNm}^1$

Campione n° 2 : Prova di verifica degli effetti del carico ripetuto.

La prova dovrà essere eseguita secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13146-4. In particolare su un campione dovrà essere svolta la sequenza di prove di seguito descritta:

Tipo di prova	Riferimento
Determinazione della forza di serraggio	UNI EN 13146-7
Determinazione dello sforzo di ritenuta longitudinale sulla rotaia	UNI EN 13146-1
Rigidezza verticale	UNI EN 13146-4
Carico ciclico	UNI EN 13146-4
Rigidezza verticale	UNI EN 13146-4
Determinazione dello sforzo di ritenuta longitudinale sulla rotaia	UNI EN 13146-1
Determinazione della forza di serraggio	UNI EN 13146-7

Il valore del carico massimo di prova, $P_v/\cos\alpha$, sarà ricavato dalla tabella 2 della norma UNI EN 13481-2, in funzione del carico asse di cui al prospetto riportato al precedente paragrafo IV.3.1 e della rigidezza dinamica della suola sottorotaia.

I criteri di accettazione della prova sono quelli riportati nella norma UNI EN 13481-2.

¹ Vedi documenti FS: “Specifiche Tecniche per la fornitura di traverse in calcestruzzo armato e precompresso compresi gli organi di attacco”. Edizione ottobre 94; / Edizione gennaio 95.

In particolare si richiede che lo spostamento della testa della rotaia, durante l'applicazione del carico statico di prova, eseguita dopo 1000 cicli e dopo 3 milioni di cicli, risulti ≤ 9 mm.

Campione n° 3 : Determinazione dell'attenuazione dei carichi d'urto

La prova dovrà essere eseguita secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13146-3

Campione n° 4 : Determinazione della resistenza elettrica

Un manufatto completo di organo di attacco dovrà essere sottoposto a prova per la determinazione dell'isolamento elettrico. La prova sarà eseguita su una traversa e due tronconi di rotaia serrati sul piano di ferratura con il sistema di ancoraggio utilizzato. Le modalità di esecuzione della prova per l'approvazione del prodotto sono definite dalla norma UNI EN 13146-5.

La prova sarà considerata positiva se il valore ottenuto sarà $\geq 5 \text{ K}\Omega$.²

Campione n° 6 : Effetti di severe condizioni ambientali

La prova dovrà essere eseguita secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13146-6

Tutte le prove dovranno essere svolte sia con rotaia 50 UNI sia con rotaia 36 UNI.

In particolare le prove di resistenza alla torsione e di verifica degli effetti del carico ripetuto dovranno essere svolte sul sistema nella configurazione corrispondente all'allargamento dello scartamento pari a $+ 30$ mm.

IV.4 PRESCRIZIONI SUI COMPONENTI

IV.4.1 Requisiti dei componenti

I componenti saranno realizzati e forniti in base ai requisiti definiti nelle norme applicabili per le tipologie di materiale e secondo quanto previsto nelle S.T. presentate in sede di approvazione del prodotto.

La materia prima utilizzata, acquisita in Assicurazione di Qualità, non solleva il Fornitore dalla responsabilità in merito alle caratteristiche della materia prima stessa.

² Vedi Specifiche Tecniche di Prodotto RFI TCAR SP AR 03 002 B riguardanti le traverse marca RFI 240-260.

Il committente, a propria discrezione, potrà presenziare alle prove sui componenti presso il Fornitore stesso o suo Subfornitore.

IV.4.1.1 Forma e dimensione dei componenti

La forma e la dimensione di tutti i componenti del sistema di attacco dovranno essere quelli definiti nei disegni di progetto presentati dal Fornitore al Committente in sede di approvazione del sistema di ancoraggio rotaia-traversa.

IV.4.1.2 Marcature

I singoli componenti dovranno avere una marcatura indelebile ed a rilievo compatibilmente con le caratteristiche del componente stesso, riportante le seguenti sigle:

- sigla del Produttore del singolo componente, posizionata per come previsto da disegno costruttivo;
- ultime due cifre dell'anno di fabbricazione posizionate come da disegno;
- sigla o codice dell'articolo di prodotto come da disegno.

IV.4.2 Prove sui componenti

Sui componenti dovranno essere eseguite le prove previste dalla S.T. presentata dal Fornitore e approvata dal Committente.

IV.4.2.1 Numerosità delle prove e limiti di accettazione

Le prove sui componenti saranno condotte mediante l'adozione dei seguenti PdC, come da norma UNI ISO 2859 parte 1°:

- P.d.C. ordinario semplice, Livello S1, LQA 2,5 per tutte le prove distruttive;
- P.d.C. ordinario doppio, Livello S3, LQA 1,5 per i controlli dimensionali (per il dimensionale si applicano le regole di commutazione previste dalla norma UNI ISO 2859)
- 100 % per il visivo (durante la produzione)

L'esito favorevole delle prove sarà quello definito nei PdC adottati.

Il Fornitore è tenuto a fornire il kit di ancoraggio in assicurazione di Qualità e nell'ambito della fornitura si dovrà impegnare a:

- eseguire tutte le prove sui singoli componenti previste nel presente documento e nelle S.T. presentate e approvate dal Committente ;
- rendere reperibile la documentazione attestante le prove eseguite ed i risultati ottenuti sui singoli componenti;
- permettere al Committente di presenziare alle attività produttive e/o alle prove da eseguirsi sia presso il proprio stabilimento sia presso eventuali Subfornitori o laboratori all'uopo certificati.

Nell'ambito della prima fornitura di un nuovo sistema, il Fornitore dovrà inoltre:

- eseguire tutte le prove previste nel presente documento (par. IV.3.2) per conseguire l'approvazione del sistema.
- produrre una pre-serie per consentire un' adeguata sperimentazione in linea (1 anno su 500 traverse per ciascun tipo di rotaia 50 UNI / 36 UNI secondo UNI EN 13146-8)
- mettere a disposizione tutte le informazioni sulle eventuali attrezzature speciali necessarie per l'esecuzione delle prove e dei controlli previsti nell'ambito della fornitura delle traverse;

Per tutti i componenti acquisiti da subfornitori operanti nell'ambito di un SGQ certificato, il fornitore è tenuto a verificare sempre almeno la completezza e la rispondenza del documento di consegna, della dichiarazione di conformità e della documentazione di registrazione della qualità attestante il rispetto dei requisiti richiesti. Per tutti i componenti acquisiti da subfornitori non operanti nell'ambito di un SGQ certificato, il fornitore, oltre alla verifica documentale, definirà le opportune azioni che consentano di mantenere sotto controllo il livello qualitativo dei materiali approvvigionati, come, ad esempio, mediante lo svolgimento di collaudi secondo le modalità precedentemente riportate .

Il Fornitore del kit è comunque responsabile della conformità di tutti i componenti alle S.T., anche nel caso in cui la fabbricazione degli stessi venga affidata a subfornitori operanti con un SGQ.

Nel caso in cui il contratto di fornitura del sistema preveda il collaudo dei componenti alla presenza di un Responsabile incaricato dal Committente, il Fornitore dovrà mettere a disposizione, di norma presso il proprio stabilimento oppure presso la sede di produzione

del componente, il personale e le attrezzature necessarie per la movimentazione del materiale e per le verifiche dello stesso.

I componenti da sottoporre a collaudo dovranno essere costituiti da pezzi nelle condizioni di fornitura.

Il prelievo dei campioni da sottoporre a prova sarà a cura del Fornitore e del Responsabile incaricato dal Committente.

IV.4.3 Imballaggio

L'invio dei componenti allo stabilimento di produzione delle traverse, o al Committente, dovrà essere effettuato, a seconda della tipologia del componente inviato, con imballaggi che non pregiudichino la qualità del materiale. Particolari tipologie di imballaggio potranno essere eventualmente richieste in fase contrattuale.

Nel caso in cui i componenti siano confezionati in imballi destinati alla pallettizzazione, si fa riferimento a quanto previsto dalla normativa vigente in materia di sicurezza.

Su tutte le confezioni singole dei componenti e su ogni singolo pallettes dovranno essere posti dei cartelli di identificazione che contengano almeno le seguenti informazioni:

- Denominazione del materiale completa di eventuale Cat/prog (quando disponibile);
- Numero dei pezzi per ogni singolo imballo;
- Riferimenti del lotto di fornitura (Ordine n., lotto n., data di produzione);
- Destinazione del materiale.

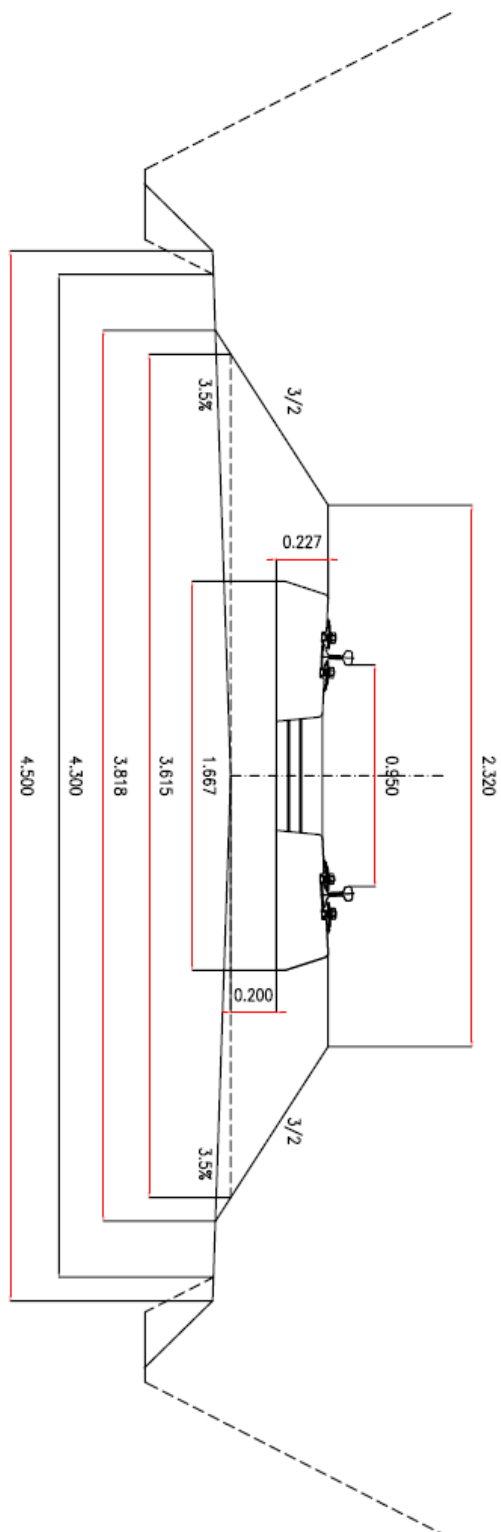
IV.5 GARANZIA

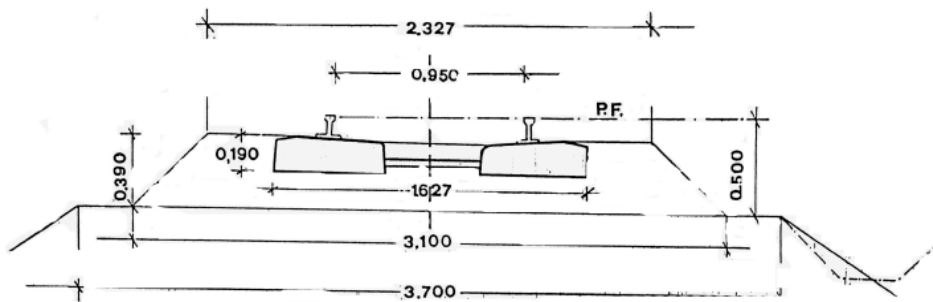
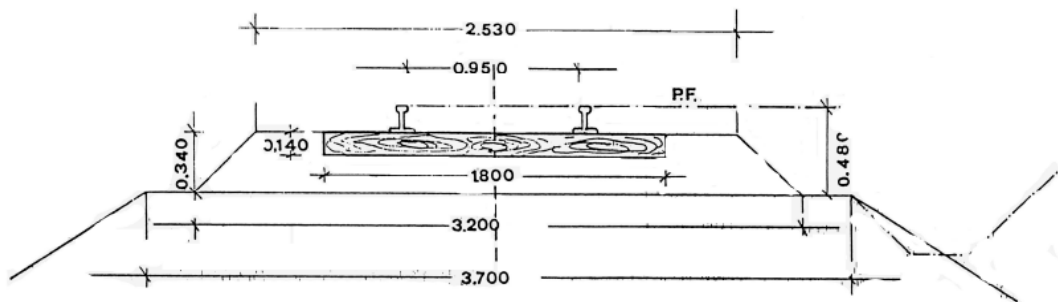
Sul kit di ancoraggio e su tutti i suoi singoli componenti dovrà essere fornita una garanzia di durata pari a quella prevista per la traversa . La garanzia sarà riferita ad un periodo decorrente dalla data (mese/anno) di fornitura dell'ultimo lotto dei componenti del kit di ancoraggio.

IV.6 PIANO DI MANUTENZIONE

Sul kit di ancoraggio e su tutti i suoi organi, dovrà essere predisposto un piano di manutenzione periodico, per la verifica di funzionalità e di corrispondenza dimensionale agli standard progettuali e di accettazione.

SAGOMA DELLA MASSICCIA
LARGHEZZA SEDE M. 4.30 E M 4.50
CON TRAVERSE TOPO BILLOCCO





SEZIONE 23/A

- IMPIANTO DI SEGNALAMENTO E SICUREZZA -

- SITUAZIONE SEGNALAMENTO E C.T.C. -

SITUAZIONE SEGNALEMENTO ATTUALE e C.T.C

Scopo del presente documento è quello di descrivere sinteticamente la situazione attuale relativa al sistema Sistema C.T.C., ai Posti Periferici e agli ACEI della linea Cosenza Vaglio Lise – Catanzaro Lido.

ACEI e POSTI SATELLITE

I n. 24 impianti ACEI realizzati ed in esercizio sulla Linea sono i seguenti (indicati per nome e tipologia):

• Cosenza Vaglio Lise	ACEI I 0/15	Stazione Porta
• Cosenza Centro	ACEI I 0/19/2	Stazione Porta
• Cosenza Casali	ACEI I 0/19/2	
• Pedace	ACEI I 0/19/2	Stazione Porta
• Aprigliano	ACEI I 0/19/2	
• Piane Crati	ACEI I 0/19/2	
• Piano Lago	ACEI I 0/19/2	
• Rogliano	ACEI I 0/19/2	
• Carpanzano	ACEI I 0/19/2	
• Colosimi	ACEI I 0/19/2	
• Soveria Mannelli	ACEI I 0/19/2	Stazione Porta
• Decollatura	ACEI I 0/19/2	
• Serrastretta	ACEI I 0/19/2	
• S. Pietro Apostolo	ACEI I 0/19/2	
• Madonna di Porto	ACEI I 0/19/2	
• Gimigliano	ACEI I 0/19/2	
• Cavorà	ACEI I 0/19/2	
• Gagliano	ACEI I 0/19/2	
• Catanzaro Città	ACEI I 0/19/2	Stazione Porta
• Catanzaro Pratica	ACEI I 0/19/2	
• Catanzaro Sala	ACEI I 0/19/2	
• Catanzaro S. Maria	ACEI I 0/19/2	
• Corvo Aranceto	ACEI I 0/19/2	
• Catanzaro Lido	ACEI I 0/15	Stazione Porta

Sono tutti a schema di principio I 0/19/2 II serie SDO, V387 e Sap 17 II serie, a meno delle stazioni di Testa e Fine Linea, di tipologia più datata, che rispecchiano lo schema di principio I 0/15 ma adattati al funzionamento col CTC.

Il sistema di segnalamento è del tipo a SFC (Segnali a fuochi di Colore) per gli impianti più datati, mentre quelli più recenti sono attrezzati al sistema di segnalamento a SDO (Segnali a Diodi Ottici). Per tutto il segnalamento delle stazioni, attualmente sono in corso i lavori di adeguamento mediante installazione di nuovi segnali con tecnologia a LED del tipo SDO.

Il distanziamento dei treni avviene con B.A. conta-assi di tipo Siliani.

I Posti Satellite, di tecnologia ANSALDO, sono ubicati in corrispondenza di ciascun ACEI e consentono il dialogo, tramite apposita interfaccia, del C.T.C. con la logica degli impianti ACEI stessi. I Posti Satellite si avvalgono del dialogo via modem col sistema C.T.C. sfruttando n. 2 coppie del cavo telefonico installato lungo tutta la dorsale della linea.

C.T.C.

Il Sistema C.T.C. a servizio della Dirigenza centrale Operativa (D.C.O.), è ubicato nel piazzale della Stazione di Catanzaro Città. Il C.T.C., inizialmente progettato per il controllo ed il comando della intera linea, per motivi logistici e del personale che vi opera, nel corso della sua realizzazione è stato sdoppiato nei due sottosistemi DCO1 e DCO2, affinché potesse gestire, in modo autonomo, le seguenti due sub-tratte della linea:

- DCO1 - Cosenza - Soveria Mannelli;
- DCO2 - Soveria Mannelli - Catanzaro Lido.

Il sistema C.T.C. complessivo è stato realizzato con tecnologia ANSALDO e comprende sostanzialmente, per le due sezioni DCO1 e DCO2:

- un sistema di calcolatori industriali per l'esercizio in normale, duplicato con un identico sistema per l'esercizio in riserva.
- Un quadro luminoso della intera linea realizzato a mosaico con tessere luminose;
- Calcolatori di video operatore a monitor classici per la visualizzazione dei vari enti comandati per le due sezioni.
- Train Graph e Train Descriptor per le due sezioni, servizio di messaggistica;
- Tabulatore comandi e controlli per ciascuna sezione.

Per notizie più approfondite sul funzionamento complessivo del C.T.C. si rimanda all'allegato 1.

Descrizione e funzionamento del Sistema C.T.C.

Modalità di esercizio

Area controllata

Il Sistema per la Dirigenza centrale Operativa (D.C.O.) comprende un posto centrale (P.C.), ubicato in località Catanzaro Città, che ha relazioni con i diversi impianti intermedi della linea soggetta a dirigenza Operativa, detti genericamente Posti Remoti (P.R.) che si distinguono in Posti Periferici (P.P.) e Stazioni Porta (S.P.) sempre presenziate, che immettono treni nell'area controllata.

Funzioni svolte dal P.C.

In condizioni normali di esercizio il sistema, nel modo automatico o con l'operatore del P.C.

- esercita il telecomando di tutti i P.P. impresenziati e da questi riceve i telecontrolli;
- concede consensi imperativi cumulativi alle stazioni porta, su richiesta delle medesime, per l'inoltro dei treni nell'area controllata.

Stazioni Porta

La disposizione a via libera dei segnali di partenza delle S.P., relativi ai movimenti dei treni diretti verso la tratta di giurisdizione del D.C.O., è condizionata alla concessione del consenso da parte del D.C.O. Non sono invece previsti vincoli al ricevimento nelle Stazioni Porta dei treni provenienti dalla tratta soggetta a D.C.O.

Le Stazioni Porta sono indicate nella relazione generale.

Posti Periferici

I regimi d'esercizio previsti nei P.R. presenziabili sono:

- impianto impresenziato in telecomando (I)
- impianto presenziato gestito come Stazione Porta Temporanea (S.P.T.): sugli itinerari di partenza della stazione deve insistere un consenso cumulativo (per direzione) del D.C.O.
- esclusione D.C.O.: l'agente che presenzia il P.R. può escludersi dal sistema su ordine del D.C.O. (E.D.C.O.).

Caratteristiche del sistema

Configurazione

Il Sistema di telecomando è realizzato nel P.C., nei P.P. e nelle S.P. con l'impiego di elaboratori elettronici di adeguate prestazioni.

Il D.C.O. controlla la circolazione su tutta l'area di giurisdizione del sistema intervenendo nelle operazioni attinenti la gestione dei programmi di circolazione dei treni, nonché nell'invio dei telecomandi.

A disposizione del D.C.O. esiste un quadro luminoso (a tessere componibili), raffigurante tutte le stazioni telecomandate, comprese le stazioni porta. Il D.C.O. può intervenire su tutti gli impianti di giurisdizione del sistema con le seguenti funzioni:

- messaggistica (ove prevista)
- gestione manuale dei Posti Periferici telecomandati.

Logica del posto centrale

I sistemi di elaborazione sono sempre ridondanti.

L'impianto è dotato di due stampanti di servizio, ubicate nella sala del manutentore, una gestita dal sistema normale e l'altra gestita dal sistema di riserva. Tali stampanti sono del tipo ad impatto

con 132 caratteri per riga.

I sistemi di elaborazione svolgono le seguenti funzioni:

- a) controllo e gestione delle linee di trasmissione dati; generazione dei telecomandi sotto forma codificata adatta alla trasmissione; ricezione dei telecontrolli, loro decodifica, interpretazione, rappresentazione sul Q.L.;
- b) controllo e gestione della pulsantiera di comando; decodifica dei comandi da essa provenienti, loro interpretazione, controllo di validità logica e formale, controllo di merito dove richiesto onde effettuare solo i comandi logicamente possibili (serratura preventiva); generazione dei telecomandi corrispondenti o di comandi di sistema; riscontro dei comandi sulla pulsantiera;
- c) gestione della funzione Q.L.;
- d) formazione automatica degli itinerari in tutti gli impianti periferici secondo quanto previsto dall'Orario Ufficiale. L'operatore ha la possibilità di variare la marcia dei treni intervenendo sia treno per treno, con digitazione da pulsantiera, sia per gruppi di treni, mediante l'uso di liste con funzioni preprogrammate (sul terminale video previsto per le funzioni di colloquio con il sistema) che consentano di introdurre le variazioni limitatamente ad uno o più tratti di linea. Nel caso di mancata attuazione dei comandi, inviati automaticamente dall'elaboratore, è prevedersi la ripetizione degli stessi come già previsto per i comandi manuali. Persistendo la mancata attuazione si manifesta sul video di colloquio un'apposita segnalazione ottica ed acustica per avvertire l'operatore dell'anormalità. Devono essere inoltre rispettate tutte le modalità previste per i telecomandi manuali.
- e) Rivelazione e registrazione cronologica di due gruppi di eventi:

gruppo A): errori, malfunzionamenti, guasti, etc., che il sistema può dominare senza rischio di funzionamenti anomali (esempio P.P. non rispondente al selecting)

gruppo B): errori, malfunzionamenti, guasti, etc., che comportino il rischio di funzionamenti anomali del sistema (es.: malfunzionamenti delle memorie)

Il verificarsi di un evento relativo al primo gruppo viene segnalato sulla stampante di servizio e sulla pulsantiera con segnalazione luminosa a luce "gialla" lampeggiante e con segnalazione acustica tacitabile.

Il verificarsi di un evento relativo al secondo gruppo viene segnalato sulla stampante di servizio, sul Q.L. e sulla pulsantiera con l'accensione di una spia a luce "rossa" lampeggiante e segnalazione acustica tacitabile. La luce "rossa" o "gialla" si fisserà subito dopo la pressione del tasto corrispondente.

Malfunzionamenti e guasti vengono segnalati fino a livello di scheda.

- f) rivelazione e registrazione cronologica di tutti i comandi validi effettuati dalla pulsantiera e delle variazioni dei seguenti controlli periferici:
 - controlli relativi a comandi doppi;
 - regimi di esercizio in atto nelle stazioni;
 - (solo nel caso di ricontrollo) bloccamento dei punti origine degli itinerari, controllo dei deviatoli, dei segnali e dei P.L. di stazione.

Tali eventi vengono registrati sulla stampante di servizio al momento attiva; le registrazioni devono essere distinguibili, anche formalmente, da quelle specificate al precedente punto e).

- g) gestione di un orologio interno di sistema per l'aggiornamento della data e l'associazione dell'orario agli eventi di cui ai precedenti punti e) ed f). Le impostazioni e le modifiche di data ed orario devono poter essere effettuate mediante apposite procedure accessibili al manutentore. All'inizializzazione, in assenza di impostazione dei dati relativi, il sistema deve assumere per l'intero gruppo data/orario un valore convenzionale.

- h) Gestione di una direttrice di tele messaggi per lo scambio di dispacci tra l'operatore del Posto Centrale e quelli delle Stazioni Porta ed i P.P. dotati di Postazione Messaggistica (stazione di Cosenza Vagli Lise, Pedace, Soveria Mannelli, Gimigliano, Catanzaro Città, Catanzaro Lido)
- i) Gestione della funzione di Train Descriptor (T.D.)
- j) Gestione di una stampante con funzioni di Train Graph (T.G.)
- k) Possibilità di gestire il C.T.C. a semitratte con l'utilizzo di due pulsantiere

Apparecchiature di riserva

Il sistema di riserva è in tutto simile al sistema normale e deve potergli subentrare in modo completamente automatico.

L'apparecchiatura di riserva deve avere sempre in memoria lo stato dell'area da controllare. All'atto della commutazione da normale a riserva non si devono avere variazioni apprezzabili dall'operatore se non i necessari allarmi.

Comandi

Per ogni comando impartito dal posto centrale deve essere inviato al Posto Periferico selezionato un messaggio (selecting) contenente l'indicazione del comando da effettuare oltre i bit di servizio e di controllo.

Il messaggio pervenuto al posto periferico viene verificato dall'elaboratore e, se accettato, provoca l'azionamento del corrispondente relè d'interfaccia.

Il comando, se non accettato dal posto Periferico, viene ripetuto per altre due volte; se il comando non viene accettato nemmeno a seguito delle suddette reiterazioni, il posto Periferico deve essere escluso dal regime di selecting e segnalato sulla pulsantiera e sulla stampante di servizio come previsto nei paragrafi precedenti.

Deve essere possibile l'accettazione di un secondo comando durante la temporizzazione del primo comando.

Per alcune operazioni, la cui attuazione non utilizza il supporto della logica di sicurezza dell'apparato locale, è richiesto un comando doppio consistente in una doppia digitazione e nella trasmissione di due distinti messaggi. Dopo il comando deve essere ripreso il polling dal P.P. o dalla S.P. successiva a quella interrogata immediatamente prima del comando.

Controlli

Deve prevedersi un'esplorazione continua della situazione dei Posti Remoti su chiamata ciclica automatica (polling).

Se un Posto Remoto non risponde alla chiamata ciclica automatica dovrà essere richiamato due volte e, se persiste l'anomalia, dovrà essere escluso sia dal polling che dal selecting. L'intervallo di tempo tra un ciclo di controllo ed il successivo non dovrà superare i 4 secondi, considerati i valori massimi di circolazione dei treni.

Potrà accettarsi che la risposta dei P.R. avvenga su variazione della situazione dei controlli; in questo caso dovrà prevedersi una forzatura della risposta nei P.R. alla frequenza di un P.R. per ogni ciclo di controllo.

Protezione dei messaggi

I messaggi di comando e controllo sono protetti con opportuna codificazione.

La protezione dei messaggi consente di ottenere valori della percentuale di errore non rilevato inferiore a:

10^{-22} per comandi

10^{-10} per controlli

ipotizzando l'utilizzazione di un canale binario simmetrico con probabilità di errore pari a 10^{-5} ed una distribuzione casuale degli errori.

Funzioni di visualizzazione, stampa e colloquio

Funzione di Train Describer (T.D.)

La funzione di T.D. ha il compito di visualizzare in ogni istante, su quadro luminoso, la posizione dei treni in circolazione nell'area controllata dal sistema sovrapponendo la sigla treno alla rappresentazione schematica della linea (sezione di blocco), dei Posti Periferici e delle stazioni Porta.

La funzione che indica l'avanzamento del numero del treno viene realizzata impiegando display disposti in coincidenza dei circuiti di binario; essi devono avere le seguenti caratteristiche:.

- a) essere chiaramente visibili nelle condizioni normali di illuminazione prevista nella sala D.C.O. e con possibilità di regolare la loro luminosità;
- b) essere chiaramente visibili alla distanza a cui verrà a trovarsi l'operatore D.C.O.;
- c) essere realizzati impiegando, anche per la loro circuiteria di controllo, componentistiche circuitali ad alta affidabilità, tali da garantire comunque che eventuali guasti e malfunzionamenti degli stessi display, vengano rilevati dall'operatore D.C.O.

L'operatore dispone di tasto di prova sulla pulsantiera che forzerà l'accensione e lo spegnimento di tutti i segmenti o punti dei display stessi.

Sul Q.L. il numero del treno è presentato da un gruppo di sei caratteri alfanumerici "rossi". Deve inoltre essere sempre visualizzato con due caratteri numerici "chiaro" o "rossi", posti in corrispondenza del numero treno, l'eventuale scarto d'orario accumulato dal treno stesso.

L'anticipo del treno viene discriminato dal ritardo, mediante l'accensione di un segmento di colore verde sopra i due digit.

I numeri dei treni rappresentabili sono quelli relativi a treni ordinari, straordinari e ad orario libero; quando una sezione di blocco è occupata da un treno non identificato dal sistema, al posto del numero del treno compaiono quattro "X" seguite da un numero progressivo (01-99) assegnato dall'elaboratore; l'ultima cifra sarà dispari o pari a seconda della direzione di marcia del treno non identificato.

L'avanzamento del numero treno dovrà essere visualizzato utilizzando le informazioni acquisite attraverso i telecontrolli, in aggiunta alla iniziale identificazione del numero del treno al suo ingresso nel sistema. A tal fine si osservano le seguenti modalità:

- a) il numero del treno che entra nell'area gestita dal sistema viene notificato dalla Stazione Porta o dai P.P. ove è prevista la postazione messaggistica attraverso il terminale dei tele messaggi oppure acquisito in modo automatico da altri sistemi;
- b) il sistema (in automatismo o con operazione manuale del D.C.O.) fornisce il consenso per l'ingresso del treno notificato dalla S.P. o S.P.T.;
- c) da questo momento il sistema deve occuparsi della visualizzazione dell'avanzamento reale tramite le informazioni fornite dai telecontrolli relativi.

Criteri di visualizzazione del N.T. in linea

Trattandosi di linea con distanziamento treno realizzato con B.A. conta-assi, la sezione di blocco (S.B.) tra due stazioni è unica e pertanto è presente un unico display di visualizzazione per ogni tratta, nel quale verrà visualizzato il N.T. all'atto dell'occupazione dell'itinerario di partenza della stazione. In caso di mancata occupazione, il sistema deve segnalare, sul terminale video utilizzato per il colloquio con il D.C.O., la perdita del numero del treno in linea con la dicitura "TRENO PERSO" associata al numero del treno ed all'ora in cui tale evento si è verificato.

Criteri di avanzamento in ingresso/uscita in stazione

Ingresso nel binario di stazione (B.S.): un N.T. situato sulla sezione di B.A. di linea (S.B.) verrà spostato alla ricezione dell'impegno del relativo itinerario d'ingresso S.B./B.S..

Il sistema dovrà verificare l'esistenza di un itinerario bloccato in atto; in base a tale informazione il sistema dovrà trasferire il N.T. sul binario corrispondente all'atto dell'occupazione del c.d.b. di occupazione permanente.

Uscita: un N.T. situato su di un B.S. verrà spostato sulla S.B. alla ricezione dell'impegno della tratta di blocco.

In particolare le attività svolte dal sistema dovranno essere le seguenti:

- a) verifica del senso di esercizio del blocco sul binario di uscita della stazione;
- b) verifica della presenza di un N.T. sul binario relativo all'itinerario di uscita dalla stazione; in caso negativo l'occupazione dovrà essere considerata inibita; in caso positivo il sistema dovrà trasferire immediatamente il N.T. nella sezione S.B. di uscita cancellandolo nel contempo dal binario di stazione.

Uscita dalla linea

La liberazione dell'ultima zona di visualizzazione della linea rappresentata sul Q.L. dovrà determinare la scomparsa del N.T. senza alcun trasferimento ad altra zona.

Il sistema provvede all'annullamento del N.T. con conseguente disattivazione delle funzioni collaterali.

Nel caso di un treno giunto al termine di corsa (previsto in stazioni interne all'area controllata), il N.T. verrà sostituito con opportuna segnalazione, anche se il relativo binario rimane occupato, dopo un tempo prefissato.

Avanzamento N.T. in assenza d'itinerari

- a) Mancanza itinerario d'uscita: alla ricezione della liberazione di un binario di stazione (B.S.) il sistema si porrà in attesa dell'occupazione della sezione S.B. nel senso di marcia individuato dal N.T.
- b) Mancanza itinerario d'ingresso: alla ricezione della liberazione della sezione di B.A. (S.B.) precedente una stazione, il sistema si porrà in attesa dell'occupazione di un B.S.; ricevuta la relativa segnalazione il N.T. verrà spostato sul relativo B.S.

Binari fuori servizio (non utilizzabili per la circolazione)

La gestione del N.T. dovrà essere applicata dal sistema solo per movimenti su binari in servizio.

Perdita di controllo

La mancanza d'informazioni dovuta a perdita di controllo del P.R. non comporta lo spegnimento del N.T. visualizzato sul Q.L. mentre provocherà l'annullamento delle funzioni collaterali, analogamente a quanto avviene all'uscita della linea.

Funzione di Train Graph (T.G.)

La funzione di T.G. deve occuparsi della stampa in tempo reale e della memorizzazione su supporto fisico (tipo cd-rom), della rappresentazione reale della marcia dei treni.

Dalle informazioni disponibili, il T.G. preleva la posizione dei treni, eventuali fuori servizio dei binari e li stampa con opportuno simbolismo.

E' prevista, a richiesta dell'operatore, la stampa dei dati riepilogativi di ciascun treno sulla stampante prevista per la messaggistica.

La stampante realizza la scrittura su carta continua a lettura facilitata e configurare il formato di stampa in modo da economizzare il consumo di carta.

Funzione Messaggi (MSG)

E' prevista una funzione di scambio di messaggi (dispacci di movimento e di servizio) tra gli operatori del movimento del P.C. (D.C.O.) e quelli delle S.P. e S.P.T. sedi di postazione messaggistica.

Sono previste opportune codifiche per facilitare e normalizzare i vari messaggi ed in particolare, per i D.M. dei P.R., sono previste delle maschere preformattate che il D.M. potrà richiamare e che saranno predisposte per le varie formule d'uso nelle quali il D.M. dovrà solo inserire dati variabili.

La gestione MSG consente ai D.M. di inserire anche la richiesta di ingresso treno al sistema attraverso la comunicazione del relativo numero dal proprio terminale. La funzione MSG dovrà inoltre provvedere alla stampa dei messaggi nel P.C. e nei P.R. sedi di postazione messaggistica.

Per il sistema in oggetto verranno dotate di postazione messaggistica le stazioni di Cosenza Vaglio Lise, Pedace, Soveria Mannelli, Gimigliano, Catanzaro Città e Catanzaro Lido, in quanto origine e termine di corsa.

Possono essere gestite almeno 10 tipologie diverse di messaggi.

Funzione Quadro Luminoso (Q.L.)

La funzione Q.L. è realizzata allo scopo di rappresentare in modo dettagliato i piani schematici dei P.P. telecomandati e della linea.

Funzione Colloquio con il sistema

Lo scambio d'informazione tra sistema e D.C.O. e viceversa avviene tramite un apposito terminale video con tastiera alfanumerica. Il video può anche essere monocromatico. Su tale terminale il sistema fornisce direttamente al D.C.O. tutte le informazioni di esercizio e diagnostica e deve accettare dal D.C.O. richieste specifiche di informazioni oppure indicazioni riguardanti le assegnazioni di risorse del sistema. Tutte le funzioni d'ingresso sono elencate in un menù facilmente richiamabile.

Apparecchiature della sala operativa del Posto Centrale

Trasmissione dei comandi

Tutti i comandi sono impostati e trasmessi tramite una pulsantiera.

La stessa è organizzata in 5 settori, di seguito specificati:

il primo settore è destinato alla selezione del P.R. cui deve essere inviato il comando od il consenso; i tasti di tale settore sono dotati di segnalazione luminosa incorporata per il riscontro della pulsata; a fianco di ogni tasto è indicato il tipo di gestione in atto nel P.R. con una segnalazione luminosa di forma circolare spenta in automatico e accesa in manuale.

il secondo settore è destinato all'individuazione del tipo di comando da inviare al P.R. o del tipo di operazione da compiere sul Q.L. con l'avvertenza che ad ogni tipo di comando previsto corrisponde uno specifico tasto;

il terzo settore è destinato all'individuazione numerica del particolare ente da comandare, alla selezione del comando o annullamento (comando normale o comando rovescio nelle manovre del deviatore) o ripetizione (per i comandi che richiedono doppia digitazione) ed alla conferma delle pulsate effettuate (tasto C), di riassetto della pulsantiera (tasto R) e di cancellazione sequenziale inversa (tasto CE);

il quarto settore è destinato alla presentazione di segnalazioni e di comandi di servizio;

il quinto settore è destinato alla visualizzazione tramite display di tipo alfanumerico delle manipolazioni effettuate con i pulsanti dei settori precedenti.

L'indicazione relativa alla funzione del tasto è riportata sul piano della pulsantiera, con l'eccezione dei tasti relativi alla selezione numerica, alla cancellazione sequenziale in ordine inverso alla digitazione (tasto CE) ed al riassetto della pulsantiera (tasto R) che devono però essere di tipo non estraibile.

Il messaggio della pulsantiera deve essere organizzato su 5 livelli gerarchici:

- I) scelta del P.R.;
- II) scelta funzione (comando, consenso, operazione su Q.L.);
- III) selezione numerica;
- IV) comando, annullamento, ripetizione;
- V) conferma della digitazione della pulsantiera.

L'azionamento del tasto di riassetto della pulsantiera deve essere accettato in qualunque fase della formazione del messaggio.

La sequenza delle manipolazioni deve essere rigida e la visualizzazione deve progredire pulsata per pulsata.

Un eventuale errore nel corso della seconda digitazione di un comando doppio provoca il riassetto della pulsantiera.

Su ogni pulsata dell'operatore deve essere effettuato un controllo formale. Gli errori devono essere segnalati, mediante segnalazione acustica di durata non superiore ad un secondo, appena rilevati; in caso di errore non deve essere visualizzata la pulsata che ha dato luogo alla segnalazione di errore. L'azionamento dei tasti di quinto livello riassetta la pulsantiera.

Comandi doppi

Per poter eseguire i comandi doppi occorrono le seguenti operazioni:

- 1) selezione del 1° comando:
 - selezione del P.R.

- selezione della funzione
- selezione numerica (eventuale)
- azionamento del tasto di comando o di annullamento
- 2) conferma della digitazione relativa al 1^ comando:
 - selezione del P.R.
 - selezione della funzione
 - selezione numerica (eventuale)
 - azionamento del tasto di comando o di annullamento
- 3) selezione del 2^ comando:
 - selezione del P.R.
 - selezione della funzione
 - selezione numerica (eventuale)
 - azionamento del tasto di comando o di annullamento
- 4) azionamento del tasto di ripetizione
- 5) conferma della digitazione relativa al 2^ comando

La concordanza tra le due selezioni deve essere effettuata man mano che viene digitata la selezione del 2^ comando.

Appena effettuata la seconda operazione (conferma della digitazione), il sistema deve eseguire il controllo della validità della selezione del 1^ comando, il lampeggiamento della luce bianca del tasto di ripetizione e l'inizio del conteggio di un tempo di 20 secondi entro cui deve essere selezionato il 2^ comando ed azionato il tasto di ripetizione.

Nei casi di digitazione errata o di supero del tempo di ripetizione, la pulsantiera si resetta automaticamente. Il primo comando viene inviato alla conferma della digitazione relativa al secondo comando; il secondo comando viene inviato dopo un'ulteriore verifica della concordanza delle due selezioni.

Annullamento comandi doppi

Tutti i comandi che richiedono la doppia digitazione si annullano a seguito del comando da D.C.O. o automaticamente qualora siano trascorsi 6 minuti dal primo invio.

Segnalazioni e comandi di servizio

Sulla pulsantiera sono previste di massima anche le seguenti segnalazioni ottiche:

- normalità alimentazione
- riserva alimentazione
- normalità del sistema
- riserva del sistema
- allarmi per inconvenienti che richiedono l'intervento della manutenzione.

Sono inoltre previsti due tasti per la tacitazione degli allarmi acustici, una chiave di disabilitazione della pulsantiera, un tasto di reinserzione P.R. che consenta la reinserzione tramite pulsantiera nel "polling" e nel "selecting", di un P.R. precedentemente disabilitato.

Formazione automatica degli itinerari

Il sistema gestisce la marcia automatica dei treni, con relativa formazione degli itinerari nei P.R., tramite un programma capace di effettuare i telecomandi in base alla situazione del traffico sulla linea ed al programma di esercizio prestabilito. Deve essere possibile, nel caso risulti necessario, escludere dall'automatismo uno o più P.R. mediante apposito comando da pulsantiera.

Ricezione controlli

Presentazione dei controlli

A) Generalità

Tutti i controlli provenienti dai P.R. saranno presentati su un quadro luminoso a tessere atto a visualizzare tutta la linea telecomandata e su un video operatore costituito da video semigrafico a colori atto a rappresentare in dettaglio il sinottico di uno qualsiasi dei P.R. selezionati dalla pulsantiera.

Salvo quanto successivamente indicato, le informazioni sono rappresentate con le stesse modalità sul quadro e sul video operatore.

Di ogni comando stabilizzato impartito dovrà essere rappresentata, salvo esplicitate altre prescrizioni di cui ai punti successivi, la “sofferenza” cioè la fase di attesa di ricevimento del relativo controllo (se questo esiste), mediante lampeggiamento della relativa ripetizione. La “sofferenza” dovrà essere evidenziata dal momento in cui il sistema ha accettato dalla pulsantiera il comando (nel caso di comando doppio dovrà farsi riferimento al completamento della prima digitazione).

Eventuali variazioni degli stati degli enti dovranno comunque dare luogo al lampeggiamento delle relative spie di controllo. In regime di E.D.C.O. i controlli, se pervengono regolarmente, dovranno essere rappresentati nello stesso modo in cui sono rappresentati nel regime di normale gestione del P.R.

Se il controllo relativo ad un comando doppio non esiste, la “sofferenza” dovrà cessare con l'accettazione della seconda digitazione.

Se il P.R. è disconnesso ne dovrà essere data la relativa indicazione sul Q.L.

Quadro luminoso

A) Generalità

Su tale quadro viene riportata la situazione complessive della circolazione.

La linea è schematizzata in zone corrispondenti alle stazioni ed ai relativi tratti limitrofi.

B) Segnali

Saranno rappresentati i soli segnali di 1^a categoria.

I segnali a via impedita compariranno sul Q.L. spenti; l'operatore può accenderli al “rosso” mediante apposito comando accensione Q.L.

In caso di spegnimento o mancanza di controllo di un segnale, si avrà l'accensione automatica di tutti i segnali del P.R. interessato per i quali esiste il controllo, mentre rimarrà spento quello guasto.

In fase di ricontrollo, invece, la sparizione del controllo sarà indicata con il lampeggiamento dell'aspetto preesistente.

I segnali a via libera saranno indicati con luce “verde”.

L'applicazione al P.R. di un comando di chiusura segnali determinerà al P.C. l'accensione di una ripetizione “rossa” distinta per comando.

C) Circuiti di binario

La condizione di libertà di un c.d.b. sarà mostrata, solo su comando accensione Q.L., dall'accensione a luce “bianca” di un'indicazione posta a fianco del numero del c.d.b.

L'occupazione di un c.d.b. comporterà, oltre allo spegnimento della precedente ripetizione, anche l'accensione a luce “rossa” fissa del tratto di binario corrispondente, indipendentemente dall'effettuazione del comando di accensione Q.L.

D) Deviatoi

L'esistenza del controllo di posizione, normale o rovescio, di un deviatoio sarà evidenziata dall'accensione a luce “bianca” fissa del tratto di binario, relativo al calcio del deviatoio, corrispondente alla posizione del deviatoio stesso. Tale accensione avverrà nel caso sia comandato un itinerario comprendente il deviatoio e quest'ultimo abbia assunto la posizione voluta oppure a seguito del comando accensione Q.L.

Qualora il c.d.b. comprendente il deviatoio risulti occupato, la ripetizione sarà a luce “rossa” fissa indipendentemente dall'esistenza di un comando di itinerario.

La perdita del controllo di posizione del deviatoio sarà indicata, indipendentemente dalla presenza di un comando di itinerario, con il lampeggiamento della ripetizione relativa alla posizione preesistente (“bianca” o “rossa” secondo che il c.d.b. relativo sia libero od occupato).

E) Fermadeviatoi

Saranno evidenziate le condizioni di controllo e bloccamento del fermadeviatoio; la prima riportata sul simbolo del calcio del fermadeviatoio, con modalità analoghe a quelle dei deviatoi centralizzati e la seconda con apposito simbolo.

Esse si accenderanno a luce “bianca” fissa su comando d’itinerario che interessi il fermadeviatoio o su comando accensione Q.L. In assenza di bloccamento la ripetizione relativa sarà sempre a luce lampeggiante.

La stessa sarà lampeggiante anche quando sia stata concessa l’autorizzazione per la manovra a mano del fermadeviatoio.

Al pervenire del controllo di mancanza normalità di bloccamento, si accenderà il calcio del fermadeviatoio. Quest’ultimo lampeggerà al pervenire della mancanza di controllo.

In caso di mancanza controllo di normalità senza aver effettuato il relativo comando, verrà azionata la suoneria di allarme e lampeggerà il calcio del fermadeviatoio.

F) Autorizzazione manovra a mano deviatoi centralizzati

Sarà prevista una ripetizione normalmente spenta; essa apparirà a luce “bianca” fissa solo su comando accensione Q.L.

La ripetizione sarà lampeggiante quando viene concessa l’autorizzazione della manovra a mano. Rimarrà tale anche quando sarà pervenuta la mancanza di normalità del controllo MD.

Al pervenire della mancanza di normalità del controllo MD, a seguito del relativo comando, si accenderanno a luce fissa i controlli (di cassa) di tutti i deviatoi. La perdita di controllo di posizione, in fase di manovra, sarà evidenziata dal lampeggio del calcio del deviatoio.

Al pervenire della mancanza di normalità del controllo MD in assenza del relativo comando, i controlli suddetti saranno a luce lampeggiante.

G) Fasi relative alla formazione degli itinerari

Saranno riassunte in un’unica ripetizione per lato di stazione costituita da un simbolo triangolare e da due frecce, una relativa ai movimenti di ingresso ed un’altra corrispondente ai movimenti di uscita.

Il simbolo triangolare normalmente acceso a luce “bianca” fissa si spegnerà quando pervenga la segnalazione di punto origine bloccato.

All’atto dell’invio del comando di itinerario, la freccia corrispondente al senso del movimento comandato, normalmente spenta, passerà a luce “bianca” lampeggiante; con il bloccamento del punto origine la ripetizione diverrà “rossa” fissa.

Con la liberazione del punto origine si ripristinerà la situazione normale.

In fase di ricontrollo lampeggeranno al “rosso” entrambe le frecce.

H) Sezioni di blocco e senso del blocco

Saranno rappresentate da un simbolo rettangolare posto in corrispondenza del tracciato del binario tra le stazioni: normalmente (sezione libera) la ripetizione sarà spenta, a sezione occupata sarà accesa a luce rossa fissa.

In fase di ricontrollo la ripetizione sarà a luce “rossa” lampeggiante.

Il senso di circolazione sarà rappresentato da due frecce normalmente spente, ubicate superiormente alla ripetizione di sezione libera.

Sarà accesa a luce bianca quella corrispondente al verso di circolazione in atto mentre l’altra sarà spenta.

La freccia sarà accesa a luce “rossa lampeggiante” al momento dell’occupazione del consenso di blocco e a luce “rossa” fissa quando nella stazione di partenza si rieccita il relè bloccatore di linea; si spegnerà alla liberazione della sezione.

In fase di ricontrollo, lampeggerà al rosso la freccia orientata nel senso delle partenze dalla stazione per la quale è in corso il ricontrollo.

I) Distruzione itinerario e liberazione artificiale

I comandi dlt e LA saranno ripetuti sul Q.L. del P.C. con le seguenti modalità:

- all’effettuazione della prima digitazione di un comando dlt o LA lampeggerà al rosso con lampeggiamento veloce la ripetizione corrispondente al comando in via di esecuzione;
- alla perdita del controllo di diseccitato del relè dlt del P.R., si fisserà al rosso la ripetizione corrispondente al comando impartito;
- all’eventuale perdita del controllo di diseccitato del relè dlt del P.R., qualora non risulti in atto né un comando dlt, né un comando LA, si accenderanno al rosso lampeggiante lento entrambe le ripetizioni e squillerà la suoneria di allarme. Verrà, inoltre, immediatamente inviato un comando di annullamento dlt e TIAp.

In fase di ricontrollo non deve naturalmente essere inviato il comando annullamento dlt e TIAP.

J) Passaggi a livello

Per i PL ubicati tra i segnali di protezione delle stazioni e ad almeno 50 metri di distanza da essi, sarà presentato il consueto simbolo con le seguenti indicazioni:

- P.L. aperto: accensione a luce “azzurra” fissa del simbolo perpendicolare al binario;
- P.L. chiuso: accensione a luce “bianca” fissa del simbolo parallelo al binario.

Per i P.L. manovrati da un posto di guardia verrà indicata, con accensione a luce bianca di una ripetizione di forma circolare, l'esistenza del consenso o della segnalazione elettrica di “inteso”.

In fase di ricontrollo sarà fatta lampeggiare l'indicazione preesistente.

Per i P.L. automatici con barriere complete comandate dal treno dovranno essere previste due ripetizioni di forma circolare che, normalmente spente, si accenderanno a luce “bianca” lampeggiante ; la prima per segnalare l'esistenza di un allarme di prolungata chiusura, la seconda per segnalare l'esistenza di un allarme relativo all'alimentazione dell'impianto.

Per i P.L. automatici senza barriere e con segnalazioni ottiche-acustiche, tipo S.O.A., dovrà essere prevista una ripetizione luminosa, normalmente spenta, che si accende a luce “bianca” lampeggiante per segnalare l'esistenza di un allarme relativo all'alimentazione dell'impianto.

Per i P.L. dove è previsto il “ sistema di rilevamento ostacoli sull'attraversamento stradale” dovrà essere prevista un'ulteriore ripetizione luminosa, normalmente spenta, che si accende a luce “bianca” lampeggiante per segnalare l'esistenza di un allarme per guasto dell'impianto.

Tutti i controlli necessari per la gestione dei passaggi a livello saranno trasmessi al P.C. da una delle due stazioni limitrofe secondo le indicazioni riportate nel progetto di realizzazione ed adeguamento degli impianti ACEI della linea.

K) Attraversamenti pedonali a raso (varchi)

Nelle stazioni munite di “sistema di protezione attraversamento pedonale a raso”, indicate nell'allegato profilo schematico C.T.C. dovranno essere previste due ripetizioni di forma circolare AllSsV ed AllSsR (con relativo allarme acustico) che, normalmente spente, si accenderanno a luce “bianca” lampeggiante; la prima per segnalare l'esistenza di un allarme relativo all'accensione delle luci verdi delle lanterne di protezione dell'attraversamento a raso, la seconda per segnalare l'esistenza di un allarme relativo all'accensione delle luci rosse delle lanterne di protezione dell'attraversamento a raso.

L) Regime di esercizio degli impianti

Dovrà essere realizzata una ripetizione luminosa ubicata entro il simbolo del fabbricato viaggiatori con le seguenti indicazioni:

luce “verde” fissa: impianto impresenziato

luce “bianca” fissa: impianto presenziato come stazione porta temporanea

luce “azzurra” fissa: impianto in E.D.C.O.

Le ripetizioni saranno a luce lampeggiante quando, una volta stabilito al P.C. il regime da attuare si è in attesa della corrispondente manovra al P.R.

M) Consensi delle stazioni porta e delle stazioni porta temporanee

Saranno indicati da una ripetizione luminosa a luce “bianca”:

- lampeggiante: quando è in atto la richiesta di consenso, che sarà evidenziata anche dall'azionamento di una suoneria;
- fissa: quando il P.C. ha concesso il consenso e fino alla sua occupazione.

N) Avanzamento del numero del treno

Quando un treno noto al sistema è interamente contenuto nello stazionamento, verrà rappresentato col suo numero caratteristico di 6 caratteri alfanumerici “rossi”.

Valgono per questo punto le considerazioni fatte precedente

O) Alimentazione dell'impianto del Posto Periferico

Dovranno prevedersi due ripetizioni: una per indicare che l'impianto è alimentato in riserva per mancanza tensione di rete (lampada normalmente spenta, accesa a luce “rossa” fissa in caso

d'impianto in riserva), l'altra di allarme per anomalità alimentazione, di tipo analogo alla precedente, ma con luce bianca lampeggiante.

P) Annuncio treni

Qualora l'annuncio treni non si manifesti con l'occupazione della sezione di blocco, dovrà prevedersi un'apposita ripetizione, normalmente spenta, che si accenda a luce "rossa" fissa, contemporaneamente all'azionamento di una suoneria, al momento in cui detto annuncio perviene alla stazione di destinazione.

Q) Segnalazioni varie

Le segnalazioni tipiche del sistema di telecomando relative ad un P.R. dovranno essere raggruppate in corrispondenza del simbolo del F.V. corrispondente. Di massima esse saranno:

- disconnessione del P.R. (a luce "rossa" fissa se il posto non risponde al polling; a luce "bianca" fissa se è escluso dal solo selecting);
- collegamento del P.R. alla linea di riserva (a luce "bianca" fissa);
- segnalazione generica di mancanza di controlli dell'impianto di sicurezza (a luce "bianca" lampeggiante);
- funzionamento automatico del P.C. (a luce "bianca" fissa).

R) Suonerie

Sarà prevista una segnalazione di annuncio treni del tipo monocolpo; essa non dovrà intervenire nel caso che l'annuncio treni si riferisca all'arrivo in una stazione in regime di stazione porta temporanea o in condizioni di gestione automatica della circolazione treni.

Sarà inoltre prevista una suoneria di allarme a suono intermittente unica e tacitabile dal D.C.O. La gestione degli allarmi e delle segnalazioni acustiche corrispondenti, in condizioni di gestione automatica della circolazione treni, sarà fatta sulla base dei seguenti criteri:

- gli allarmi in atto relativi ad un P.R. e distinti per singolo ente saranno memorizzati dal sistema; in mancanza di tacitazione per il singolo allarme (da effettuarsi sulla pulsantiera), la suoneria continuerà a squillare;
- ogni comando di tacitazione, che sarà sempre indirizzato ad un P.P., provocherà la tacitazione degli allarmi pervenuti e non ancora tacitati;
- la suoneria continuerà a squillare fin quando non saranno stati tacitati tutti gli allarmi in atto;
- la sparizione di un allarme precedentemente in atto provocherà la sua cancellazione in memoria e l'annullamento degli effetti relativi;
- dovrà essere prevista una tacitazione generale, distinta per P.R., che dovrà risultare efficace esclusivamente rispetto agli allarmi già in atto.

La richiesta di consenso per l'immissione treno da parte di una stazione porta o porta temporanea dovrà prevedere oltre alle ripetizioni ottiche sul quadro, il funzionamento di una suoneria continua (ronzatore). Questa si attiverà ogni volta che una stazione effettuerà la richiesta di consenso per l'immissione di un treno sulla linea telecomandata.

La suoneria sarà tacitata con la concessione del consenso da parte del D.C.O., oppure dall'annullamento della richiesta da parte del D.M. della stazione.

Video operatore

A) Generalità

Sul video operatore verranno rappresentati i controlli provenienti dal Posto Remoto selezionato a mezzo della pulsantiera.

B) Segnali

Saranno rappresentati i soli segnali di 1^a categoria.

I segnali a via impedita compariranno sul video di colore "rosso fisso".

In caso di spegnimento o mancanza di controllo di un segnale ed in fase di ricontrollo, la sparizione del controllo sarà indicata con il lampeggiamento dell'aspetto preesistente.

I segnali a via libera saranno indicati con il colore "verde" fisso, mentre con P.R.

Disconnesso i segnali saranno rappresentati con bordo grigio.

L'applicazione al P.R. di un comando di chiusura segnali determinerà al P.C. l'accensione al "rosso" fisso di una scritta "S" distinta per comando.

D) Circuiti di binario

La condizione di libertà di un c.d.b. sarà indicata dalla presentazione del numero corrispondente in colore "grigio" fisso.

L'occupazione di un c.d.b. comporterà il passaggio a "rosso" fisso del tratto di binario corrispondente.

Il tratto di binario corrispondente ad un itinerario in atto sarà indicato in colore "verde" fisso se il corrispondente c.d.b. è libero.

E) Deviatoi

In condizione di normalità l'esistenza del controllo di posizione, sarà rappresentato in colore "grigio".

Su comando di itinerario passerà al "verde", unitamente al percorso il ramo di deviatoio interessato la comando il quale darà continuità alla striscia.

Qualora il c.d.b. comprendente il deviatoio risulti occupato, passeranno al rosso entrambi.

La perdita del controllo di posizione del deviatoio sarà evidenziata con il lampeggiamento (rosso o grigio o verde) del calcio del deviatoio nella posizione preesistente.

F) Fermadeviatoi

Saranno presentati in "grigio" analogamente ai deviatoi.

In prossimità del fermadeviatoio sarà riportata la cifra identificativa in "nero" entro un rettangolo "grigio".

In assenza di bloccamento a seguito del comando di autorizzazione manovra a mano fermadeviatoi MFd la scritta passerà al "nero" lampeggiante in campo "grigio".

Rimarrà tale al pervenire del controllo di mancanza normalità del bloccamento mentre si accenderà al luce "verde" il calcio del fermadeviatoio.

Quest'ultimo lampeggerà al pervenire della mancanza di controllo al momento della manovra.

In caso di mancanza di controllo senza aver effettuato il comando di autorizzazione, lampeggerà al "verde" il calcio del fermadeviatoio.

Nel caso di c.d.b. occupato il fermadeviatoio si comporterà come un deviatoio e cioè il calcio rosso con c.d.b. occupato e controllo di posizione presente, oppure calcio rosso lampeggiante con c.d.b. occupato e mancanza del controllo di posizione.

G) Autorizzazione manovra a mano deviatoi centralizzati

Sarà prevista una ripetizione costituita dalla scritta "MD", normalmente spenta che si accenderà a luce "grigio" lampeggiante su invio del comando di autorizzazione manovra a mano dei deviatoi. Al pervenire della mancanza di controllo del dispositivo di campagna la scritta MD rimarrà lampeggiante mentre i controlli dei deviatoi assumeranno l'aspetto di colore verde fisso.

L'invio del comando di annullamento alla "manovra a mano deviatoi" determinerà lo spegnimento della scritta.

La perdita di controllo del deviatoio che sarà manovrato verrà evidenziata dal lampeggiamento in colore verde del calcio del deviatoio stesso.

H) Nel caso di mancanza accidentale di controllo MD, senza concessione dell'autorizzazione, i controlli dei deviatoi saranno lampeggianti unitamente alla scritta MD. Verrà inoltre azionata una suoneria di allarme.

I) Fasi relative alla formazione degli itinerari

I simboli che caratterizzano i punti iniziali e finali d'itinerario, a forma di scudetto, reheranno normalmente la cifra "grigio" in campo "blu".

Le cifre passeranno a luce lampeggiante nella fase compresa tra l'invio del comando ed il ricevimento dei controlli di bloccamento.

Le cifre dei punti iniziali e finali diventeranno rispettivamente "rossa" in campo "grigio" e "nera" in campo "grigio" quando pervenga il controllo di punto origine bloccato e contemporaneamente si evidenzierà il percorso in colore "verde".

Con la liberazione del punto origine si ripristinerà la situazione normale.

Con stazione disconnessa gli scudetti saranno cifra bianca con sfondo nero (scudetto bordato bianco).

In fase di ricontrollo le cifre passeranno a luce lampeggiante.

I) Sezioni di blocco e senso del blocco

Saranno rappresentate da un simbolo rettangolare posto in corrispondenza del tracciato del binario tra le stazioni: normalmente (sezione libera) la ripetizione sarà di colore “grigio” fisso, a sezione occupata sarà di colore “rossa” fissa.

In fase di ricontrollo la ripetizione sarà di colore “rosso” lampeggiante.

Il senso di circolazione sarà rappresentato da due frecce, ubicate superiormente alla ripetizione di sezione libera.

Sarà accesa a luce gialla fissa quella corrispondente al verso di circolazione in atto mentre l'altra sarà spenta.

La freccia sarà accesa a luce “gialla lampeggiante” al momento dell'occupazione del consenso di blocco e a luce “gialla” fissa quando nella stazione di partenza si rieccita il relè bloccatore di linea; si spegnerà alla liberazione della sezione.

In fase di ricontrollo, lampeggerà al giallo la freccia orientata nel senso delle partenze dalla stazione per la quale è in corso il ricontrollo.

J) Distruzione itinerario e liberazione artificiale

I comandi dlt e LA saranno ripetuti con le seguenti modalità:

- all'effettuazione della prima digitazione di un comando dlt o LA lampeggerà al rosso con lampeggiamento veloce la ripetizione corrispondente al comando in via di esecuzione;
- alla perdita del controllo di diseccitato del relè dlt del P.R., si fisserà al rosso la ripetizione corrispondente al comando impartito;
- all'eventuale perdita del controllo di diseccitato del relè dlt del P.R., qualora non risulti in atto né un comando dlt, né un comando LA, si accenderanno al rosso lampeggiante lento entrambe le ripetizioni e squillerà la suoneria di allarme. Verrà, inoltre, immediatamente inviato un comando di annullamento dlt e TIAP.

In fase di ricontrollo non deve naturalmente essere inviato il comando annullamento dlt e TIAP.

K) Passaggi a livello

Per i PL ubicati tra i segnali di protezione delle stazioni e ad almeno 50 metri di distanza da essi, sarà presentato il consueto simbolo con le seguenti indicazioni:

- P.L. aperto: accensione a luce “verde” fissa del simbolo perpendicolare al binario e “grigio del tratto parallelo;
- P.L. chiuso: accensione a luce “grigio” fisso del simbolo parallelo al binario e al “grigio il bordo del tratto perpendicolare.

L) Attraversamenti pedonali a raso (varchi)

Nelle stazioni munite di “sistema di protezione attraversamento pedonale a raso”, indicate nell'allegato profilo schematico C.T.C. dovranno essere previste due ripetizioni di forma circolare AllSsV ed AllSsR (con relativo allarme acustico) che, normalmente spente, si accenderanno a luce “bianca” lampeggiante; la prima per segnalare l'esistenza di un allarme relativo all'accensione delle luci verdi delle lanterne di protezione dell'attraversamento a raso, la seconda per segnalare l'esistenza di un allarme relativo all'accensione delle luci rosse delle lanterne di protezione dell'attraversamento a raso.

M) Regime di esercizio degli impianti

Dovrà essere realizzata una ripetizione luminosa ubicata entro il simbolo del fabbricato viaggiatori con le seguenti indicazioni:

luce “verde” fissa: impianto impresenziato

luce “gialla” fissa: impianto presenziato come stazione porta temporanea

luce “azzurra” fissa: impianto in E.D.C.O.

luce “rossa” fissa nel caso di disconnessione del P.R.

Le ripetizioni saranno a luce lampeggiante quando, una volta stabilito al P.C. il regime da attuare si è in attesa della corrispondente manovra al P.R.

N) Consensi delle stazioni porta e delle stazioni porta temporanee

Saranno indicati dall'accensione della scritta "CONS", normalmente spenta che assumerà l'aspetto "grigio":

- lampeggiante: quando è in atto la richiesta di consenso, che sarà evidenziata anche dall'azionamento di una suoneria;
- fisso: quando il P.C. ha concesso il consenso e fino alla sua occupazione.

O) Avanzamento del numero del treno

Quando un treno noto al sistema è interamente contenuto nello stazionamento, verrà rappresentato col suo numero caratteristico di 6 caratteri alfanumerici "rossi".

Valgono per questo punto le considerazioni fatte precedente.

P) Alimentazione dell'impianto del Posto Periferico

Dovranno prevedersi due scritte: una "RIS" per indicare che l'impianto è alimentato in riserva per mancanza tensione di rete accesa a luce "rossa" fissa, l'altra di allarme per anomalità alimentazione di riserva "ALIM" con luce "rossa" lampeggiante.

Q) Annuncio treni

Qualora l'annuncio treni non si manifesti con l'occupazione della sezione di blocco, dovrà prevedersi una scritta "AT", normalmente spenta, che si accenda a luce "rossa" fissa, al momento in cui detto annuncio perviene alla stazione di destinazione.

R) Segnalazioni varie

Le segnalazioni tipiche del sistema di telecomando relative ad un P.R. dovranno essere raggruppate in corrispondenza del simbolo del F.V. corrispondente. Di massima esse saranno:

- disconnessione del P.R.: scritta "DS" di colore "rosso" fisso se il posto non risponde alla richiesta controllo (polling); a luce "grigio" fisso se è escluso dal solo selecting;
- collegamento del P.R. alla linea di riserva: scritta "LinRis" di colore "grigio" fisso;
- indicazione riscaldamento deviatore: scritta "RD" di colore "grigio" fisso;
- funzionamento automatico del P.C.: scritta "AUT" di colore "grigio".

S) Suonerie

Sarà prevista una segnalazione di annuncio treni del tipo monocolpo; essa non dovrà intervenire nel caso che l'annuncio treni si riferisca all'arrivo in una stazione in regime di stazione porta temporanea o in condizioni di gestione automatica della circolazione treni.

Sarà inoltre prevista una suoneria di allarme a suono intermittente unica e tacitabile dal D.C.O.

La gestione degli allarmi e delle segnalazioni acustiche corrispondenti, in condizioni di gestione automatica della circolazione treni, sarà fatta sulla base dei seguenti criteri:

- gli allarmi in atto relativi ad un P.R. e distinti per singolo ente saranno memorizzati dal sistema; in mancanza di tacitazione per il singolo allarme (da effettuarsi sulla pulsantiera), la suoneria continuerà a squillare;
- ogni comando di tacitazione, che sarà sempre indirizzato ad un P.P., provocherà la tacitazione degli allarmi pervenuti e non ancora tacitati;
- la suoneria continuerà a squillare fin quando non saranno stati tacitati tutti gli allarmi in atto;
- la sparizione di un allarme precedentemente in atto provocherà la sua cancellazione in memoria e l'annullamento degli effetti relativi;
- dovrà essere prevista una tacitazione generale, distinta per P.R., che dovrà risultare efficace esclusivamente rispetto agli allarmi già in atto.

La richiesta di consenso per l'immissione treno da parte di una stazione porta o porta temporanea dovrà prevedere oltre alle ripetizioni ottiche sul quadro, il funzionamento di una suoneria continua (ronzatore). Questa si attiverà ogni volta che una stazione effettuerà la richiesta di consenso per l'immissione di un treno sulla linea telecomandata.

La suoneria sarà tacitata con la concessione del consenso da parte del D.C.O., oppure dall'annullamento della richiesta da parte del D.M. della stazione.

Ricontrollo

Il sistema di telecomando prevede la possibilità di trasmettere dal P.C. ad ogni P.R. un comando che visualizza lo stato di mancanza controllo per tutte le segnalazioni del P.R., con corrispondente presentazione sul Q.L. del P.C.

Lo stato di mancanza controllo, in tutti i casi in cui non è stabilito altrimenti nel precedente punto 4.5., viene rappresentato con l'aspetto che la ripetizione corrispondente assume quando manchi realmente il controllo.

Un eventuale segnale di mancanza di controllo rimarrà spento.

L'effettuazione del comando di ricontrollo provoca automaticamente le seguenti fasi operative:

- attivazione di un comando AccQL, se non era precedentemente in atto, relativo alla stazione per la quale è stato comandato il ricontrollo;
- dopo 5" invio al P.R. del comando di ricontrollo;
- presentazione sul Q.L. del D.C.O. delle ripetizioni di mancanza controllo. Tali ripetizioni devono essere aggiornate seguendo il normale ciclo di polling;
- dopo 10" dall'invio del comando di ricontrollo, invio del comando di annullamento;
- ripresa del polling dalla stazione interessata al ricontrollo dopo un tempo sufficiente a garantire il ripristino delle condizioni normali;
- dopo 5" dall'invio del comando di annullamento del ricontrollo, annullamento del comando di AccQL, solo se esso non era già in atto dal momento del comando di ricontrollo.

Durante l'effettuazione del ricontrollo si sospende il funzionamento della suoneria di allarme.

La verifica che al P.C. tutti i controlli risultino "bassi" dà origine a specifica registrazione sulla stampante di servizio.

Durante la fase di ricontrollo devono essere disabilitate tutte le funzioni della pulsantiera da cui è stato impartito il comando, esclusivamente per il P.R. che ha in atto il ricontrollo

Funzioni speciali

Collegabilità con altri sistemi, ottimizzazione e supervisione

Il sistema C.T.C. permette eventuali future espansioni hardware e software per :

- poter colloquiare con altri sistemi computerizzati (limitrofi o remoti) per la regolazione della circolazione;
- poter raccogliere, elaborare e memorizzare dati ed informazioni riguardanti la circolazione al fine di ottenere funzioni di ottimizzazione e supervisione della circolazione stessa.

Autodiagnostica

E' previsto un software capace di dare indicazioni diagnostiche all'operatore ed al manutentore.

Le indicazioni diagnostiche per l'operatore sono riportate sulla pulsantiera o sul terminale video di colloquio.

Le indicazioni diagnostiche per il manutentore sono riportate sul pannello allarmi, e sulla stampante di servizio.

Software di manutenzione

E' essere previsto per il sistema un opportuno software di manutenzione capace di consentire interventi attraverso il calcolatore da parte del personale di manutenzione.

Automatismi di commutazione

Il software del sistema è organizzato in modo da garantire la massima potenzialità funzionale anche in occasione di degradazione del sistema attraverso automatismi di commutazione capace di sfruttare le ridondanze hardware previste.

Annuncio al pubblico relativo al traffico ferroviario

Essendo stata prevista l'installazione da parte di FdC, nelle stazioni impresenziate e nelle fermate ovvero in tutti i casi diversamente stabiliti dalla Dirigenza, di sistemi di annuncio al pubblico (T.D.S.) realizzati con sintetizzatori di voce, il sistema C.T.C. prevede l'attivazione automatica dei

predetti annunci inviando opportuni codici ad un diverso sistema da collegare con le apparecchiature del sistema C.T.C. in questione.

Trasmissione

Per la trasmissione dei comandi/controlli e dei messaggi tra P.C., P.P. o S.P. dell'area controllata, sono messe a disposizione n. 2 coppie telefoniche non pupinizzate per il C.T.C. (normale e riserva) e n. 2 coppie telefoniche non pupinizzate per la telemessaggistica (normale e riserva).

Il sistema di trasmissione ha le seguenti caratteristiche:

- a) nel caso d'impiego di frequenze in banda vocale e cioè comprese tra 0 e 4 kHz, non deve mai essere superato il livello di 0 dbm;
- b) nel caso di impiego di frequenze superiori ai 4 kHz, i livelli del segnale non devono mai essere superiori, in alcun punto della linea, ai livelli di altre trasmissioni, effettuate nello stesso cavo, con le stesse bande di frequenza e comunque inferiori a -10 dbm. Detti livelli devono essere compatibili con i livelli di rumori accettabili dal sistema; devono quindi essere effettuate, se non già esistenti, misure di scarto di paradiafonia e di telediafonia in tutti i punti di ricezione previsti. Analogamente si deve procedere nel caso in cui sia prevista l'effettuazione di altre trasmissioni nello stesso cavo. Le misure di scarto di diafonia devono essere effettuate simulando segnali sulle altre coppie oppure usando nella misura le trasmissioni già attivate (dovrà essere tenuto conto della contemporaneità dei disturbi dovuti alle altre coppie sommandone opportunamente i contributi della diafonia).
- c) le coppie devono essere usate in modo da non essere mai sbilanciate.
- d) nell'eventualità che le informazioni relative ad una stazione porta possano essere trasmesse unitamente a quelle relative ai comandi ed ai controlli disponibili nel P.P. più vicino, si potranno utilizzare canali telegrafici per lo scambio dati tra il P.P. e la S.P. in luogo delle apparecchiature di teleoperazioni normalmente usate.

Temperatura di funzionamento

Le apparecchiature devono poter funzionare correttamente quando la temperatura dell'ambiente risulti compresa tra 0 e 50 gradi centigradi per i P.R. e tra 10 e 40 gradi centigradi nel P.C..

Interfaccia con apparati di sicurezza

Tra le apparecchiature di telecomando e l'apparato di sicurezza (ACEI) del P.R. è prevista un'interfaccia a connettori di tipo AMP a 40 vie, contenente relè di applicazione comandi di tipo ridotto, ubicati nelle strutture di contenimento delle apparecchiature del telecomando.

Alimentazione

Per l'alimentazione di tutte le apparecchiature del P.C. e dei P.P. l'ente appaltante metterà a disposizione una tensione alternata (a 50 Hz) di 150 V, 220 V o 380 V.

Appendice

Elenco comandi e controlli

Di norma sono previsti i comandi ed i controlli riportati nella tabella a parte.

Per i comandi di tipo stabilizzato devono essere previsti i corrispondenti comandi di annullamento.

Per i comandi di tipo temporaneo, deve essere previsto un tempo di alimentazione del corrispondente relè di interfaccia regolabile fino a 5 secondi.

Elenco informazioni T.D.

- indicazione della vitalità del Q.L.
- indicazione di collegamento del P.R.

- indicazione del regime del P.R.
- indicazione di allarme (cumulativa) e di allarme riconosciuto
- indicazione di esercizio
- indicazione del tipo di gestione del P.R.:
- indicazione dello stato di segnale di 1^ categoria
- indicazione del senso del blocco
- indicazione dello stato del blocco di linea
- indicazione dei c.d.b. occupati di stazione
- indicazione d'itinerari comandati e formati
- indicazione del numero treno
- indicazione di "automatismo impedito"
- indicazione di richiesta consenso ingresso treno n. _____
- indicazione di consenso per ingresso treno n. _____
- indicazione di comandi particolari inviati (MD, Emerg. ecc.)
- indicazioni temporanee di treno perso

Informazioni T.G.

(per ogni pagina di tabulato)

- data, ora e minuti
- elenco eventuale associazione lettere/treni presenti
- posizione reale dei treni
- annotazione dei treni persi
- identificazione nuovi treni entrati in linea controllata
- annotazione treni usciti dalla linea controllata

Menù messaggi

- Inizializzazione lista odierna delle effettuazioni, soppressioni e cambio utilizzazione treni
- Inizializzazione/chiusura lista futura delle effettuazioni, soppressioni e cambio utilizzazione treni
- Visualizzazione lista odierna/futura delle effettuazioni, soppressioni e cambio utilizzazione treni
- Chiusura/trasmisione lista delle effettuazioni, soppressioni e cambio utilizzazione treni
- Annullamento singole effettuazioni, soppressioni e cambio utilizzazione treni
- Comunicazione firma automatica D.C.O.
- Visualizzazione dei messaggi di effettuazione, soppressione e cambio utilizzazione treni
- Visualizzazione dei messaggi in attesa di conferma dal D.C.O.
- Ripetizione invio del messaggio non ricevuto dal destinatario
- Conferma di ricevimento messaggio
- Esclusione/ripristino della funzione messaggio
- Esclusione/ripristino del terminale per i messaggi
- Visualizzazione guida per la compilazione dei messaggi

SEZIONE 23/B

- *REGOLAMENTO C.T.C.* -

ESERCIZIO CON DIRIGENTE CENTRALE OPERATIVO

Articolo 1 **Generalità**

1. Il p.2 dell'art.21 del Regolamento per l'Esercizio integrato dall' O.S. DE n°3/2001 prevede che determinati tratti di linea possono essere subordinati, agli effetti della circolazione treni a posti di comando centralizzato in base a disposizioni specifiche impartite dalla Direzione Esercizio. In applicazione del citato art. una linea (o tratti di linea), a semplice o doppio binario con stazioni munite di A.C.E.I. , doppio segnalamento di protezione e di partenza, B.c.a. ecc. può essere esercitata in telecomando da un Dirigente Centrale Operativo che operando da un posto centrale regola la circolazione dei treni secondo le norme contenute nel presente O.S.
2. Sulle linee esercitate col Dirigente Centrale Operativo (D.C.O.) conservano pieno valore e devono essere osservati i regolamenti ed ogni altra prescrizione di esercizio, in quanto non siano modificati dalle presenti disposizioni o non venga a mancare la ragione della loro applicazione.
3. Le norme di esercizio riguardanti specifiche attrezzature (apparati, blocco, ecc.) risultano dalle rispettive istruzioni, Ordini di Servizio, ecc. emanate dalla Direzione Esercizio, o in conformità alle presenti disposizioni.
4. In casi eccezionali il temporaneo passaggio al sistema di circolazione a Dirigenza Unica (parte II R.E.) può essere dispo

sto solo dalla Direzione Esercizio previo interessamento dei treni con opportuna prescrizione a cura del D.C.O.

Articolo 2

Comando Centralizzato del Traffico

1. Sulle linee di cui alle presenti disposizioni, il comando centralizzato del traffico (C.T.C.) è costituito da un posto centrale e da posti periferici collegati da un canale di trasmissione per l'effettuazione di teleoperazioni che consentono l'invio di comandi dal posto centrale verso la periferia e la ricezione di controlli in senso inverso.
2. Il C.T.C. è un mezzo di relazione fra il posto centrale e i posti periferici; la sicurezza dell'esercizio è affidata agli apparati locali ed al blocco.

Articolo 3

Dirigente Centrale Operativo

1. Il D.C.O. assume personalmente la dirigenza movimento di tutti i posti di servizio della linea a lui affidata; si avvale della collaborazione degli agenti in possesso delle necessarie abilitazioni nelle "Stazioni Porta" e, per determinate operazioni previste in situazioni particolari, si avvale anche della collaborazione del personale dei treni, nonché di quello che eventualmente presenzia i posti di servizio.
2. Il D. C. O. opera per delega della Direzione Esercizio e pertanto dovranno essere eseguiti scrupolosamente i suoi ordini dei quali egli è responsabile.

3. La sede del D.C.O. è provvista di apposita apparecchiatura stampante (T.G. Train Graph) e solo in caso di guasto della stessa a tale compito provvede manualmente il D.C.O. In tal caso gli agenti delle stazioni porta devono comunicare verbalmente al D.C.O. l'ora di arrivo, partenza o transito dei treni dalle rispettive stazioni mentre lo stesso D.C.O. desumerà gli orari interessanti gli altri posti di servizio dalle ripetizioni che pervengono al posto centrale.
4. I Dirigenti Centrali Operativi devono essere in possesso di specifica abilitazione ed avere una conoscenza diretta di tutti i posti di servizio al fine di essere sempre aggiornati sulle caratteristiche degli impianti.
5. In caso di inconvenienti di esercizio spetta al D.C.O. diramare gli indirizzi corrispondenti, nei modi previsti per le stazioni di comando dall'art. 39 della P.G.O.S., per i fatti avvenuti nel tratto di propria giurisdizione.
6. Nell'ufficio del D. C. O., oltre al registro di consegne tra gli agenti che si alternano al servizio, esistono tutti i moduli necessari allo svolgimento della propria attività.

Articolo 4

Agente treno e sue mansioni

1. La funzione di agente treno (A.T.) viene svolta di regola dal Capo Treno o dall'agente che ne assume le mansioni. Tale funzione può essere svolta dal macchinista nei casi in cui il treno circola senza la scorta del Capo Treno, nei limiti indicati al punto 5 art. 21 del Regolamento per l'Esercizio e secondo le modalità contenute nell' O.S. 1/ 1999 del 04/2 /1999.

2. L'intervento dell'A.T. può essere richiesto dal D.C.O. a mezzo dell'apposito segnale di chiamata telefonica (T luminosa). La predetta chiamata si disattiva con il sollevamento del telefono relativo o, in mancanza di risposta, dopo 5 minuti. In alternativa possono essere utilizzati i telefoni cellulari di servizio in dotazione al personale.
3. L'A.T. di un treno fermo ad un segnale a via impedita di protezione o di partenza di un posto di servizio, in caso di mancata chiamata telefonica deve, dopo 3 minuti di fermata, comunicare col D.C.O. utilizzando il telefono cellulare o il posto telefonico fisso (anche pubblico).
4. L'A.T. su richiesta del D.C.O. :
 - riceve prescrizioni;
 - verifica e conferma al D.C.O. le condizioni di esercizio relative al blocco desumibile direttamente dalle apposite ripetizioni luminose;
 - effettua la manovra a mano dei deviatoi;
 - adempie alle altre particolari incombenze previste dalle presenti disposizioni o dalle disposizioni che saranno via via impartite.

Articolo 5 *Posti Periferici*

1. Sono posti periferici tutti quei posti di servizio ricadenti sotto le giurisdizioni del D.C.O. (stazioni, fermate, bivi, posti di linea) e possono essere presenziati o meno da operatore del movimento. Le stazioni sono munite di A.C.E.I e doppio segnalamento di protezione e di partenza distinto per binario.

2. I posti di servizio periferici presenziabili possono essere esercitati nei seguenti modi:
 - IMPRESENIATO = il D.C.O. comanda direttamente gli enti del posto;
 - STAZIONE PORTA = il D.C.O. concede consensi per l'immissione dei treni nella tratta di sua giurisdizione. L'agente che presenzia il posto su ordine del D.C.O. può escludersi dal sistema azionando l'apposito tasto (EDCO).
3. I posti di servizio di cui ai commi precedenti sono provvisti delle necessarie apparecchiature per la manovra a mano dei deviatoi, nonché dei segnali di chiamata telefonica dell'agente treno.
I posti di servizio possono essere provvisti anche di ripetizioni relative alle condizioni di determinati enti verificabili dall'A.T.
4. I segnali di protezione sono muniti di segnali di chiamata che possono essere attivi solo in condizioni di presenziamento della relativa stazione.
5. Nelle stazioni delle linee a semplice binario esercitate con C.T.C. esistono apposite maniglie di consenso (RAR) ubicate di regola in corrispondenza del FV e su ogni marciapiede. Quando la stazione è impresenziata, in corrispondenza di tali maniglie, viene attivata una indicazione ottico-acustica (a luce lampeggiante) che annuncia il treno incrociante. In tal caso il Capo Treno, del treno arrivato per primo fermo in stazione, dopo essersi accertato della libertà dell'attraversamento a raso, dovrà azionare la suddetta maniglia che determinerà la caduta del bloccamento che ini-

bisce la formazione dell'itinerario d'ingresso del secondo treno tacitando contemporaneamente la suddetta segnalazione ottico - acustica.

6. La condizione di presenziamento o meno dei posti periferici non viene notificata al personale dei treni.

Articolo 6 Devatoi

1. I devatoi esistenti nei posti di servizio possono essere con manovra centralizzata (manovrabili anche a mano) o con manovra a mano. Anche i devatoi non centralizzati, che restano assicurati a chiave, sono muniti di controllo cumulativo di posizione e di efficienza quando sono richiesti per la formazione di itinerari.
2. Tutte le casse di manovra dei devatoi centralizzati sono munite di segnale indicatore dell'istradamento e della leva per l'eventuale manovra a mano. Il tipo di casse di manovra, le caratteristiche di tallonabilità ed intallonabilità e le modalità per eseguire la manovra a mano risultano dalle singole istruzioni predisposte dalla Direzione Esercizio.
3. Su uno stante in prossimità dei devatoi, in una cassetta munita di serratura a chiavino (in dotazione al personale interessato) viene custodita e bloccata la chiave occorrente per manovrare a mano il relativo scambio. Tale chiave può essere sbloccata con apposito comando del D.C.O. (condizione di impresenziamento della stazione) o a mezzo della manovra dell'apposita maniglia dell'A.C.E.I. del posto (condizione di presenziamento). La serratura bloccabile può essere munita di

tasto di liberazione artificiale che permette l'estrazione della chiave nel caso di inefficienza del comando di sbloccamento. Ovviamente - sempre nei posti impresenziati - l'uso del suddetto tasto di liberazione da parte dell'agente treno è sempre subordinato ad apposito dispaccio di autorizzazione del D.C.O.

Articolo 7 Passaggi a livello

1. Di norma la chiusura del passaggio a livello avviene automaticamente :
 - a seguito della formazione di itinerari (con protezione dei segnali dei posti di servizio)
 - a seguito di comando del relativo pedale dei P.L. di linea protetti con propri segnali.
2. Il D.C.O. può comandare l'automatismo o la chiusura di ogni P.L. di stazione.
3. I passaggi a livello di stazione sono muniti di controllo di chiusura e d'apertura riportato al posto centrale. Il controllo di chiusura è da ritenersi valido solo in presenza dell'avvenuto bloccamento dell'itinerario interessato.
4. I PL di linea possono essere muniti di controllo di apertura e di chiusura riportato al posto centrale.

Articolo 8

Documenti delle stazioni

1. Nell'ufficio movimento di ciascuna stazione, normalmente esercitata in telecomando esiste, oltre al registro di consegne fra gli agenti che possono presenziare l'impianto, anche tutta la modulistica necessaria per le attività dei predetti agenti nonché dell'agente treno.

Articolo 9

Fogli di corsa e prescrizioni

1. I fogli di corsa ed i relativi moduli di prescrizione riguardanti i treni che hanno origine da stazioni telecomandate devono essere compilati in tempo utile dal Capo Treno anche nella parte di spettanza della stazione, in base alle comunicazioni che riceveranno dal D.C.O. Le prescrizioni praticate dovranno essere confermate al D.C.O. dal Capo Treno interessato. Disposizioni in deroga per la compilazione dei fogli di corsa ed emissione di prescrizioni potranno essere emanati a cura della Direzione Esercizio ove si ritenesse utile far eseguire le predette operazioni all'agente che opera nel posto abilitato.
2. Sulle tratte di giurisdizione del D.C.O. oltre alla modulistica in uso vengono utilizzati i mod. M 40 DCO/2 (dal DCO) ed M40 DCO/1 (dal personale delle stazioni e dei treni) per prescrizioni specifiche che sono prestampate sui medesimi mod. (all. n° 1) nelle cui righe in bianco possono essere praticate altre prescrizioni. Il D.C.O. , quando deve comunicare all'agente treno prescrizioni di movimento che prevedono l'uso del mod. M 40 DCO/1, compilerà il mod. M 40 DCO/2 in suo possesso e ne trasmetterà il contenuto come dispaccio indicando i

singoli numeri d'ordine delle prescrizioni da praticare, nonché quelle da annullare depennandole. In ogni caso il D.C.O. deve dettare testualmente il contenuto di ogni prescrizione da rispettare. Nel trasmettere il contenuto dei moduli il D.C.O. deve indicare la data, il numero progressivo del modulo, completato da un numero casuale di due cifre, le ore di trasmissione e la sua firma. Il ricevente, dopo il collazionamento, dovrà trasmettere il numero progressivo del modulo in suo possesso completato da un numero casuale di due cifre facendolo seguire dalla sua firma. Il mod M 40 DCO/1 viene compilato a decalco in tre esemplari di cui :

- a) uno rimane attaccato al blocchetto;
- b) uno, con la firma del macchinista, rimane al Capo Treno che l'alleggerà al foglio di corsa;
- c) uno rimane al macchinista che l'alleggerà al bollettino di trazione.

Nel caso in cui il treno viaggia senza Capo Treno, a quanto previsto dal p.2b provvederà lo stesso macchinista. L'agente di un posto di servizio, utilizzerà il mod. M 40 DCO/1 compilandolo autonomamente per quanto di sua competenza e aggiungendovi eventualmente anche le prescrizioni impartite dal D.C.O. con dispaccio.

Articolo 10

Costituzione degli itinerari

1. L'agente della stazione porta, per l'inoltro di ciascun treno verso il tratto telecomandato effettua, automaticamente a seguito di formazione d'itinerario di partenza, la richiesta di consenso al D.C.O. che lo concede con l'apposito comando. Tale consenso è richiesto per la disposizione a via libera del segnale di partenza.

2. Il comando degli itinerari di arrivo e partenza nelle stazioni intermedie, se telecomandate, viene impartito direttamente dal D.C.O.; se presenziate, viene impartito dall'agente abilitato del posto. Nel caso di treno che abbia origine da una stazione impresenziata, il D.C.O. prima di disporre per la costituzione dell'itinerario di partenza, dovrà espletare le procedure di cui all'art. 9 p. 1.
3. In situazioni particolari di esercizio, il comando dell'itinerario di partenza può essere affidato al Capo Treno secondo quanto previsto da specifiche istruzioni attraverso il comando di emergenza locale C.L.E.
4. In alcune stazioni può essere consentito l'ingresso contemporaneo di due treni in senso opposto quando i rispettivi itinerari non sono convergenti ovvero quando le stazioni stesse sono attrezzate con i cosiddetti "Varchi" (attraversamenti pedonali a raso protetti). Alla regolamentazione si procederà con apposito Ordine di Servizio da emanarsi a cura della Direzione Esercizio.
5. Quando un treno termina la propria corsa in una stazione intermedia impresenziata spetta all'agente treno trasmettere il dispaccio di giunto dopo essersi accertato della completezza dello stesso treno. Inoltre nelle stazioni munite di maniglia di consenso per treno incrociante (RAR) di cui all'art. 5 il Capo Treno, indipendentemente dal manifestarsi dell'indicazione ottico - acustica, dovrà azionare la maniglia in argomento e completare il dispaccio di giunto con la dizione: "Azionata maniglia per treno incrociante".

Articolo 11 *Incroci e precedenza*

1. Le sedi normali di incrocio sono riportate nell'Orario Generale di Servizio; in caso di necessità il D.C.O. provvede a stabilire una sede diversa di incrocio senza particolari formalità.
2. Il personale dei treni non interviene mai nel controllo degli incroci indipendentemente dal tipo di segnalamento esistente nelle stazioni.
3. Le sedi normali di precedenza sono riportate nell'Orario Generale di Servizio. In caso di necessità il D.C.O. provvede alla variazione della successione dei treni senza particolari formalità dandone comunicazione con dispaccio alle stazioni porta interessate.

Articolo 12 *Licenziamento dei treni*

1. Al licenziamento del treno provvede il Capo Treno (o il macchinista in funzione di A.T.) dopo la disposizione a via libera del segnale di partenza. Nel caso di partenza con segnale a via impedita si potrà provvedere al licenziamento del treno dopo aver ricevuto la prescrizione relativa (M 40 DCO).

Articolo 13
Effettuazione treni straordinari
Soppressione dei treni

1. I treni per invio e rientro materiale rotabile ed i treni per soccorso vengono effettuati dal D.C.O. senza alcuna autorizzazione.
I rimanenti treni, salvo casi eccezionali, dovranno essere effettuati dal D.C.O. secondo le norme in atto previste dal Regolamento per l'Esercizio e dalle disposizioni in vigore.
2. Il dispaccio di effettuazione dei treni non richiede conferma e deve essere diramato alle stazioni porta nonché ai posti di servizio presenziati interessati al passaggio dei treni.
3. Per la soppressione e fusione valgono le stesse norme di cui al precedente comma 1.

Articolo 14
Anticipo nella corsa dei treni

1. E' consentito inoltrare treni facoltativi e straordinari in anticipo sul proprio orario. In tal caso il D.C.O. dovrà preventivamente avvisare i treni interessati utilizzando il mod. M 40 DCO nonché con dispaccio le stazioni porta.
2. L'anticipo dei treni per viaggiatori previsti dall' Orario Generale di Servizio può essere disposto dal D.C.O. solo a seguito di specifiche disposizioni della Direzione Esercizio.

Articolo 15
Manovre

1. Alla dirigenza, sorveglianza ed esecuzione delle manovre nelle stazioni intermedie impresenziate deve provvedere il Capo Treno coadiuvato dal personale di scorta, se presente. Il Capo Treno può richiedere, all'occorrenza, la collaborazione del personale di stazione eventualmente presente. Nelle stazioni porta le manovre avvengono secondo quanto previsto dal Regolamento per l'Esercizio. Le manovre nelle stazioni intermedie devono essere sempre autorizzate dal D.C.O.
2. Quando la manovra debba superare il picchetto limite, il D.C.O. prima di autorizzarla, deve comandare l'inibizione apertura segnali nel posto di servizio limitrofo e mantenerla fino all'ultimazione della manovra.
3. Quando si presenti la necessità di effettuare una manovra in una stazione impresenziata, il Capo Treno dovrà chiedere verbalmente l'autorizzazione al D.C.O. Nel caso in cui la manovra debba superare il punto protetto la richiesta va formulata con il seguente dispaccio:

*D.C.O. chiedo autorizzazione alla
manovra oltre il picchetto limite della stazione
di lato*

L'avvenuto sbloccamento delle chiavi da parte del D.C.O. equivale ad autorizzazione alla manovra. La manovra degli scambi centralizzati dovrà essere, di regola, effettuata a mano dal Capo Treno.

4. Il Capo treno, per tutto il tempo di svolgimento della manovra, dovrà custodire presso di sé la chiave estratta dall'unità bloccabile. Tale chiave dovrà sempre essere prelevata, anche se non occorrente per la manovra dei deviatori, per garantire il mantenimento a via impedita dei corrispondenti segnali. A manovra ultimata il Capo Treno dovrà reinserire la chiave nell'unità bloccabile avvisandone verbalmente il D.C.O. che provvederà al suo bloccamento. Il D.C.O., prima di qualsiasi ulteriore operazione, dovrà accertarsi a mezzo di ricontrollo che la chiave stessa è regolarmente inserita e bloccata. Con l'inserimento della chiave nell'unità bloccabile, il Capo Treno conferma che la manovra è ultimata e che sono stati effettuati tutti gli accertamenti e le incombenze relative allo stazionamento dei rotabili, visita ai deviatori, ecc. Nell'eventualità che nella relativa unità bloccabile il tasto di liberazione artificiale dovesse risultare spiombato, il Capo Treno dovrà confermare con dispaccio l'ultimazione della manovra e la reintroduzione della chiave nell'unità bloccabile.
5. E' ammesso che nelle stazioni impresenziate la manovra dei deviatori sia eseguita in telecomando dal D.C.O.; inoltre, ove possibile, la manovra elettrica dei deviatori può essere eseguita dal Capo Treno, previa intesa con il D.C.O. In tali casi il D.C.O. dovrà autorizzare con dispaccio l'esecuzione della manovra dopo aver comandato l'inibizione apertura segnali su ambedue i lati della stazione, inibizione che sarà mantenuta fino a quando il Capo Treno non abbia comunicato con dispaccio l'ultimazione della manovra. Quando la manovra dei deviatori è effettuata dal D.C.O., questi dovrà autorizzare verbalmente ogni singolo movimento dopo la predisposizione dell'istradamento; l'agente che comanda la manovra dovrà sempre accertare per ogni singolo deviatoio, dopo il superamento del relativo Picchetto speciale e prima di impegnare gli aghi, la regolare disposizione del deviatoio.

6. Quando la manovra in una stazione impresenziata interessi uno o più passaggi a livello, l'agente che comanda la manovra deve farla arrestare prima di impegnare ciascun passaggio a livello e farla proseguire solo dopo aver provveduto alla protezione dell'attraversamento.
7. Nelle stazioni impresenziate non possono aver luogo manovre con i treni senza Capo Treno, salvo casi di emergenza.
8. Nelle stazioni impresenziate lo stazionamento dei rotabili non è ammesso sui binari di circolazione, salvo casi particolari disciplinati caso per caso dalla Direzione Esercizio.
9. Nei posti di servizio telecomandati può essere considerato manovra, su specifico ordine del D.C.O., il movimento di un treno con segnali disposti a via impedita. In tale caso non vanno osservate le modalità di cui ai commi precedenti, ma le sole prescrizioni impartite con M40 DCO.
10. I movimenti di veicoli devono essere effettuati solo in regime di interruzione, con le modalità previste all'art. 17 per i treni materiali.

Articolo 16

Interruzioni

1. Le richieste di interruzione devono essere rivolte al D.C.O. , dall'agente del servizio interessato. Il dispaccio di annuncio dovrà essere diramato dal D.C.O. alle sole stazioni limitrofe all'interruzione, se presenziate. Il D.C.O. , espletati gli obblighi di propria competenza, confermerà con dispaccio l'interruzione all'agente richiedente. Nei posti di servizio impresenziati non occorre esporre sul binario interrotto il segnale di arresto N°3 del Regolamento per l'Esercizio. L'interruzione di un binario di linea si intende sempre delimitata dai segnali di protezione dei posti in servizio, salvo specifica richiesta e concessione di ulteriori tratti di binario oltre i suddetti segnali.
2. Il D.C.O. , prima di concedere l'interruzione all'agente richiedente espletterà le seguenti procedure:
sulle linee a semplice binario e su quelle a doppio binario dovrà comandare l'inibizione all'apertura dei segnali che immettono nel tratto interrotto; qualora ciò non fosse possibile, dovrà vincolare con dispaccio al proprio nulla osta la partenza dei treni dalle stazioni interessate.
3. Sulle linee a doppio binario, in caso di circolazione sul binario illegale, occorre il presenziamento con agenti abilitati dei posti interessati dall'interruzione. La circolazione a binario unico dovrà essere regolata secondo quanto previsto al p. 9 del F.D. 1/89 del 16/12/1988; in tal caso per la dizione "Stazione di Comando" deve intendersi il D.C.O.

4. Il D.C.O., ricevuto il dispaccio di nulla osta alla ripresa della circolazione dall'agente titolare dell'interruzione, dovrà togliere l'inibizione all'apertura dei segnali ed inoltre dovrà diramare con dispaccio la riattivazione del binario alle stazioni cui era stato notificato l'annuncio di interruzione.
5. Per la richiesta e la concessione di interruzioni interessanti i binari di una stazione impresenziata vanno osservate norme analoghe a quelle previste per le interruzioni dei binari di linea. Il D.C.O. prima di concedere l'interruzione che dovrà intendersi in ogni caso limitata entro le rispettive traverse limite, dovrà, al fine di proteggere il binario interrotto, comandare l'inibizione apertura segnali su entrambi i lati della stazione. L'agente titolare dell'interruzione, ricevutane la concessione dovrà, prima di utilizzare l'interruzione , applicare il dispositivo di corto circuito al fine di assicurare l'occupazione del binario per tutta la durata dell'interruzione, oppure, ove esistenti, azionare i particolari dispositivi di occupazione. L'inibizione apertura segnali potrà essere rimossa dal D.C.O. , in occasione di arrivi e partenze di treni sui binari rimasti in esercizio, dopo aver acquistato la certezza della regolarità dell'itinerario. L'inibizione dovrà essere subito ripristinata dopo l'avvenuto movimento del treno.
6. Per particolari necessità di servizio il D.C.O. può interrompere d'iniziativa un binario.

Articolo 17

Treni materiali e carrelli

1. I movimenti dei carrelli e dei treni materiali nell'ambito delle stazioni impresenziate avvengono con le norme previste per le manovre; dovranno inoltre essere utilizzati i particolari

manovre; dovranno inoltre essere utilizzati i particolari comandi eventualmente previsti nell'impianto. Quando un carrello o treno materiale sosti su un binario di circolazione il D.C.O. dovrà disporre il comando inibizione apertura segnali da ambo i lati della stazione. L'eventuale ricevimento di un treno su altro binario dovrà avvenire con le procedure previste nel caso di binario interrotto di cui al precedente art. 16 comma 5. L'utilizzazione del dispositivo di occupazione del circuito di binario, da prevedersi solo per i carrelli, verrà richiesta verbalmente dal D.C.O. e confermata con dispaccio dall'agente di scorta. In mancanza di tale conferma il ricevimento dei treni dovrà avvenire con segnale disposto a via impedita.

2. La circolazione in linea dei carrelli e dei treni materiali deve sempre avvenire in regime di interruzione di linea. L'uscita dei carrelli e treni materiali dai posti di servizio impresenziati, avverrà, dopo la predisposizione dell'istradamento, su autorizzazione verbale del DCO. L'agente di scorta, dopo che il carrello o treno materiale ha liberato la stazione, trasmetterà al DCO, utilizzando il telefono installato nei pressi del segnale di protezione, il seguente dispaccio:

- Stazione di liberata. Carrello (o treno materiale) prosegue su binario interrotto.

Per il ricovero nei posti di servizio, il carrello o treno materiale dovrà arrestarsi all'altezza del segnale di protezione e l'agente di scorta dovrà annunciarsi al telefono per ricevere istruzioni. Nei posti di servizio impresenziati il D.C.O. , dopo aver impartito il comando inibizioni apertura segnali anche dal lato opposto della

stazione e aver predisposto l'istradamento, ordinerà il rientro con il dispaccio:

-Avanzate per ricoverarvi nel binario.....

Quando sia possibile effettuare il ricovero direttamente in binari di località di servizio (deposito, aste di manovra ecc.), il D.C.O. provvederà preventivamente a sbloccare dall'unità bloccabile la chiave occorrente all'agente di scorta per la manovra degli scambi non centralizzati. L'agente di scorta, avvenuto il ricovero, dovrà confermare al D.C.O. con il dispaccio:

-Carrello (o treno materiale) ricoverato in binario.....
dell'asta di manovra (o del deposito) di

In tal caso dovrà anche provvedere al reinserimento della chiave nell'unità bloccabile. Norme diverse per l'uscita o l'ingresso di carrelli o treni materiali nei posti di servizio possono essere stabilite dalle istruzioni specifiche in relazione all'esistenza di particolari dispositivi di sicurezza. Nel caso di treno materiale il ricovero potrà avvenire con la disposizione a via libera del segnale di protezione senza particolari cautele. In questo caso, nelle stazioni di linee a semplice binario munite di maniglia di consenso per treno incrociante, il D.C.O. dovrà ordinare verbalmente all'agente di scorta di azionare la suddetta maniglia.

Articolo 18 **Cantieri di lavoro**

1. I cantieri di lavoro potranno operare solo in regime di interruzione o con protezione autonoma. I rapporti fra i cantieri di lavoro e il D.C.O. si svolgeranno secondo le norme comuni in quanto applicabili.

Articolo 19
Inibizione apertura segnali

1. Il comando di inibizione apertura segnali provoca la chiusura dei corrispondenti segnali eventualmente aperti e ne inibisce la disposizione a via libera.
2. In relazione alle caratteristiche del C. T. C., è necessario far ricorso al comando di inibizione apertura segnali, oltre che nei casi espressamente previsti dalle presenti disposizioni, ogni qualvolta esistano situazioni che richiedano l'adozione di provvedimenti restrittivi riguardanti la sicurezza dell'esercizio. In ogni caso quando non sia possibile comandare o fare affidamento sulle inibizioni a cui si è fatto ricorso, il D.C.O. dovrà, oltre che astenersi dall'effettuare comandi o concedere consensi relativi agli itinerari di cui è prevista l'inibizione, vincolare con dispaccio al proprio nulla osta i treni che non intende far avanzare.

Articolo 20
Nulla osta del D.C.O.

1. Quando la partenza di un treno è subordinata al nulla osta del D.C.O., detto nulla osta dovrà essere richiesto verbalmente e concesso con dispaccio.
2. Il nulla osta concesso dal D.C.O. **non ha valore di via libera**, ma solo di benessere all'immissione del treno in linea.

Articolo 21
Operazioni di ricontrollo

1. Per le caratteristiche del C.T.C., di cui all'art. 2, l'utilizzazione di determinate ripetizioni nel posto centrale in particolari situazioni di esercizio è subordinata all'effettuazione con esito positivo di una operazione, denominata "ricontrollo da effettuarsi con apposito comando.
2. L'operazione di ricontrollo è necessaria in tutti i casi previsti dalle presenti disposizioni e deve essere effettuata due volte nei seguenti casi:
 - quando il DCO deve disporre per movimenti di treni con segnale a via impedita;
 - quando deve essere utilizzato un controllo di inibizione all'apertura dei segnali.

Articolo 22
Guasto delle apparecchiature telefoniche

1. In caso di guasto delle telecomunicazioni, il servizio può continuare purché i segnali possano essere regolarmente disposti a via libera; nel caso in cui ciò non risultasse possibile la circolazione dovrà essere arrestata fino alla riparazione del guasto.

Articolo 23

Guasto delle apparecchiature del sistema C.T.C.

1. Il guasto delle apparecchiature del sistema C.T.C. può comportare:
 - fuori servizio del posto centrale per cui risulta impossibile inviare comandi a tutti i posti periferici e/o ricevere controlli da essi.
 - Impossibilità di impartire comandi ad uno o più posti periferici o di ricevere controlli da essi.
2. Il D. C. O. dovrà sempre dare immediato avviso all'agente della manutenzione, con comunicazione registrata, di qualsiasi guasto intervenuto nelle apparecchiature del sistema. In caso di disconnessione, per guasto, di uno o più posti periferici il D.C.O. non dovrà più fare affidamento su eventuali comandi di inibizione apertura segnali e dovrà sostituirli con vincolo al proprio nulla osta trasmettendo al personale dei treni interessati il seguente dispaccio:

- *Capo Treno (o macchinista) treno.....vostra partenza davincolata a mio nulla osta*

I movimenti dei treni nei posti telecomandati disconnessi dovranno effettuarsi con segnali disposti a via impedita. Nei posti di servizio muniti dei comandi locali di emergenza (C.L.E.), il D. C. O. dovrà autorizzare con dispaccio il CapoTreno all'uso di tale dispositivo per comandare l'itinerario di partenza.

3. Nel caso di guasto del dispositivo di concessione di consenso per la partenza dei treni da un posto di servizio presenziato verso il tratto di giurisdizione del D.C.O. quest'ultimo autorizzerà verbalmente l'agente abilitato ad escludersi dal sistema, allo scopo di poter disporre a via libera i segnali di partenza. Il predetto agente dovrà confermare con dispaccio l'avvenuta esclusione e chiedere verbalmente, treno per treno, l'autorizzazione all'invio verso il tratto telecomandato, invio stesso che dovrà essere sempre autorizzato con il seguente dispaccio:
 - *N. O. partenza treno..... in esclusione D.C.O. (premettendo quando occorra) dopo arrivo vostra stazione treno.....*

Articolo 24

Movimenti di treni con segnali disposti a via impedita

1. In tutti i casi di mancata disposizione a via libera del segnale di un posto impresenziato, il D.C.O. dovrà effettuare doppia operazione di ricontrollo per accertare quali siano le condizioni presenti e quali mancanti. Se a seguito del ricontrollo di cui sopra risulta che:
 - esistono i controlli nella posizione voluta di tutti i deviatori interessanti l'itinerario;
 - risulta normale il dispositivo di manovra a mano deviatori (chiavi inserite e bloccate nelle unità bloccabili);
 - esiste il bloccamento del punto d'origine dell'itinerario;il treno può essere autorizzato a superare il segnale a via impedita con marcia a vista e non superando i 15 Km orari su tutto

l'itinerario. Qualora manchi una delle predette condizioni dovrà essere prescritto al treno di percorrere l'itinerario a velocità di manovra fermando prima di impegnare i deviatori e proseguire solo dopo averne accertata l'integrità e la regolare posizione. Per eventuali passaggi a livello protetti dal segnale del posto di servizio il cui controllo sia riportato nel posto centrale, non occorre praticare alcuna prescrizione, purché oltre al relativo controllo di chiusura, esistano le tre condizioni sopra specificate. In mancanza di una delle suddette condizioni, al treno dovrà essere prescritta la marcia a vista in corrispondenza dei PL interessati.

2. L'ingresso dei treni con segnale disposto a via impedita nelle stazioni telecomandate viene ordinato all'agente treno dal D.C.O. il quale oltre ad aver ottemperato a quanto disposto dal comma 1, deve di regola comandare l'inibizione all'apertura dei segnali di protezione in senso inverso. In caso di incrocio o di precedenza che debba avvenire nella stazione, il D.C.O. autorizzerà l'eventuale ingresso con segnale a via impedita del secondo treno (incrociante o che prende il passo) dopo aver ricevuto dall'agente treno del primo treno conferma che detto treno è regolarmente ricoverato in stazione con il dispaccio:

treno giunto a in binario

Nei posti presenziati, all'ingresso dei treni provvederà l'agente che li presenzia.

3. L'esistenza della condizione di blocco non è mai accertabile dal posto centrale, per cui, quando il relativo segnale non si dispone a via libera, **il blocco deve essere considerato guasto** a meno che l'esistenza della via libera di blocco elettrico non venga accertata da un agente sul posto. Quando non è utilizza-

bile il blocco elettrico, spetta sempre al D.C.O. provvedere al distanziamento dei treni. Il D.C.O., prima di consentire la partenza di un treno, deve acquisire la certezza che la tratta sia libera, procurandosi il "giunto" dell'ultimo treno che vi ha circolato.

4. In caso di guasto della sezione di blocco attigua ad un posto impresenziato verso il quale occorre inoltrare un treno, il D.C.O. deve effettuare l'operazione di ricontrollo per accertare l'efficienza del segnale di protezione del posto stesso; in caso di esito negativo dovrà essere prescritto al treno di fermare a quel segnale comunque disposto.
5. Il D.C.O., prima di consentire la partenza di un treno con segnale disposto a via impedita, dovrà comandare nel posto limitrofo l'inibizione all'apertura dei segnali di partenza in senso opposto. Tale inibizione sarà mantenuta fino a che il treno, partito, abbia impegnato la sezione di blocco della tratta. Quando non fosse possibile comandare l'inibizione di cui sopra, il D.C.O. dovrà vincolare la partenza dell'eventuale treno in senso inverso al proprio nulla osta, che concederà condizionandolo al giunto, in quel posto di servizio, del treno in circolazione nella tratta.
6. Per le partenze da una stazione porta con segnale disposto a via impedita, occorre sempre il dispaccio di nulla osta del D.C.O. L'agente che abilita la stazione, nel chiedere il nulla osta dovrà anche precisare se esiste la via libera di blocco elettrico. Il D.C.O., nel caso in cui manchi la suddetta condizione, completerà il nulla osta con le prescrizioni da praticare al treno. Se esiste la condizione di blocco elettrico l'agente che abilita la stazione praticherà, di sua iniziativa, la relativa prescrizione, utilizzando il mod. M40 DCO.

7. Per la partenza da una stazione telecomandata, con segnale disposto a via impedita, il D.C.O. , ove previsto, si farà confermare con dispaccio dall'agente treno le condizioni di sicurezza relative al blocco.

Articolo 25

Anormalità nella corsa dei treni

1. Tutte le comunicazioni previste dal Regolamento per l'Esercizio, relative alla circolazione dei treni ed ai rapporti fra macchinista, capo treno e dirigenti movimento, devono svolgersi tra agente treno e D.C.O.
2. In caso di fermata o di riduzione di velocità al di sotto di 25 Km/h nel tratto compreso tra un segnale di avviso ed il successivo segnale di prima categoria , l'avvicinamento a quest'ultimo segnale dovrà avvenire a velocità tale da rispettarlo nel caso in cui venga a trovarsi a via impedita, ancorché il rispettivo avviso sia stato impegnato a via libera.
3. In caso di arresto accidentale fra il segnale di protezione o di partenza incontrati a via libera ed il primo deviatoio a valle di esso, il treno non deve riprendere la corsa sino a quando l'agente treno non si sia procurato dal D.C.O. l'ordine di proseguimento con segnale disposto a via impedita a meno che, prima di ripartire, non possa accertare che il segnale è ancora disposto a via libera.

FERROVIE DELLA CALABRIA

ALLEGATO N° 1

M. 40 D.C.O./2

Data

N. / del D.C.O.

Ore di trasmissione

Si ordina al CAPOTRENO ed al MACCHINISTA del treno _____ fermo al segnale di protezione/partenza (1) di _____ di rispettare le sottoindicate prescrizioni n. _____ e di ritenere nulle (depennandole) le rimanenti prescrizioni n. _____

- 1 - Superate il segnale di protezione/partenza (1) disposto a via impedita osservando marcia a vista nel percorrere il relativo itinerario.
- 2 - Avanzate in manovra fermandovi prima di ciascun deviatoio ed oltrepassatelo dopo averne accertata l'integrità, la posizione e l'assicurazione rispetto al vostro istradamento.
- 3 - Esiste via libera fino alla successiva stazione di _____
- 4 - Marcia a vista in corrispondenza del P.L. Km. _____ e P.L. _____ (1) guasto/i ed impresenziato/i (1), guasto/i ma presenziato/i (1).
- 5 - Fermatevi al segnale di protezione della stazione di _____ comune che disposto per ricevere ulteriori istruzioni del D.C.O.
- 6 - Nella stazione di _____ trasmettete dispaccio di giunto Vs. treno.
- 7 - Osservate marcia a vista non superando la velocità di 30 Km/h in corrispondenza del deviatoio ubicato in linea al Km. _____
- 8 - Fermate prima di impegnare il deviatoio ubicato in linea al Km. _____ ed oltrepassatelo con cautela dopo averne accertata la regolare disposizione.
- 9 - _____
- 10 - _____

Firma del D.C.O.

Cognome dell'Agente ricevente

Capotreno (1)

Macchinista(1) _____

Il ricevente deve ripetere il dispaccio e trasmettere al D.C.O. il seguente:
N° _____ / _____ (progressivo/casuale)

(1) Cancellare la dizione non occorrente

FERROVIE DELLA CALABRIA

M. 40 D.C.O./I

Data

N. / del D.C.O.

Ore di trasmissione

Si ordina al CAPOTRENO ed al MACCHINISTA del treno _____ fermo al segnale di protezione/partenza (1) di _____ di rispettare le sottoindicate prescrizioni n. _____ e di ritenere nulle (depennandole) le rimanenti prescrizioni n. _____

- 1) Superate il segnale di protezione/partenza (1) disposto a via impedita.
- 2) Avanzate in manovra fermandovi prima di ciascun deviatoio ed oltrepassatelo dopo averne accertata l'integrità, la posizione e l'assicurazione rispetto al vostro istradamento.
- 3) Esiste via libera fino alla successiva stazione di _____
- 4) Marcia a vista in corrispondenza del P.L. Km. _____ guasto/i ed impresenziato/i guasto/i ma presenziato/i (1).
- 5) Fermatevi al segnale di protezione della stazione di _____ comunque disposto per ricevere ulteriori istruzioni del D.C.O.
- 6) Nella stazione di _____ trasmettete dispaccio di giunto Vs. treno.
- 7) Osservate marcia a vista non superando la velocità di 30 Km/h in corrispondenza del deviatoio ubicato in linea al Km. _____
- 8) Fermate prima di impegnare il deviatoio ubicato in linea al Km. _____ ed oltrepassatelo con cautela dopo averne accertata la regolare disposizione.
- 9) _____
- 10) _____

Cognome del D.C.O. (1)

Firma del D.M. (1)

Firma dell'agente ricevente

IL CAPOTRENO (2)

IL MACCHINISTA (2) (3)

Il ricevente deve ripetere il dispaccio e trasmettere al D.C.O. il seguente:

N° _____ / _____ (progressivo/casuale)

1) Cancellare la dizione non occorrente

2) Tale firma non occorre se è lo stesso agente che compila il modulo.

3) Nelle stazioni impresenziate tale firma va apposta solo sulla copia del capotreno

INDICE

Art. 1	Generalità	pag. 1
Art. 2	Comando Centralizzato del Traffico	pag. 2
Art. 3	Dirigente Centrale Operativo	pag. 2
Art. 4	Agente treno e sue mansioni	pag. 3
Art. 5	Posti Periferici	pag. 4
Art. 6	Deviatoi	pag. 6
Art. 7	Passaggi a livello	pag. 7
Art. 8	Documenti delle stazioni	pag. 8
Art. 9	Fogli di corsa e prescrizioni	pag. 8
Art. 10	Costituzione degli itinerari	pag. 9
Art. 11	Incroci e precedenza	pag. 11
Art. 12	Licenziamento dei treni	pag. 11
Art. 13	Effettuazione treni straordinari	
	Soppressione treni	pag. 12
Art. 14	Anticipo nella corsa dei treni	pag. 12
Art. 15	Manovre	pag. 13
Art. 16	Interruzioni	pag. 16
Art. 17	Treni materiali e carrelli	pag. 17
Art. 18	Cantieri di lavoro	pag. 19
Art. 19	Inibizione apertura segnale	pag. 20
Art. 20	Nulla osta del D.C.O.	pag. 20

Art. 21	Operazioni di riconrollo	pag. 21
Art. 22	Guasto delle apparecchiature telefoniche	pag. 21
Art. 23	Guasto delle apparecchiature del sistema C.T.C.	pag. 22
Art. 24	Movimenti di treni con segnali disposti a via impedita	pag. 23
Art. 25	Anormalità nella corsa dei treni	pag. 26
Allegato n° 1		pag. 27/28

MODIFICHE

SEZIONE 23/C

- REGOLAMENTO BLOCCO ELETTRICO CONTA ASSI BA-CA -

ART. 1

CARATTERISTICHE E FUNZIONI DEL BLOCCO CONTA-ASSI

1.1- Generalità

Il sistema di blocco conta-assi (B.c.a.) provvede ad assicurare il distanziamento dei treni a mezzo di segnali controllati o comandati da apposite apparecchiature, azionate dai treni stessi che, contando gli assi del treno in due punti determinati, accertano la libertà della via.

Con l'impianto B.c.a. le linee o tratti di linea, indicati nell'orario di servizio con apposito simbolo, vengono divise in sezioni di blocco, di lunghezza variabile, delimitate da segnali.

La sezione di blocco per ciascun senso di marcia è delimitata dal segnale di partenza (che è anche segnale di blocco) di una stazione e dal segnale di protezione della stazione successiva.

Sulle linee a semplice binario la disposizione a via libera di un segnale di blocco indica anche la condizione che nessun treno si trovi a viaggiare in senso opposto tra detto segnale e la stazione successiva.

In casi particolari è ammesso che esistano segnali di blocco intermedi di B.c.a. per i quali dovranno essere emanate specifiche norme dalla Direzione Esercizio.

Tutte le stazioni e gli eventuali segnali di blocco intermedi sono distinti con numeri progressivi riportati nell'orario generale di servizio.

I segnali di blocco delle stazioni (segnali di partenza) sono normalmente disposti a via impedita e per disporli a via libera occorre, treno per treno, l'intervento dell'operatore, ma si dispongono a via impedita automaticamente con il passaggio del treno sul dispositivo di occupazione.

ART. 2

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI B.C.A.

2.1 - Apparecchiature del B.c.a.

Per ciascuna sezione di blocco esistono le seguenti apparecchiature:

- **Due pedali elettronici bidirezionali**, che rappresentano per ogni sezione di blocco i due punti di conteggio atti a rilevare il passaggio degli assi sul binario, inviando, per ogni asse transitato, la relativa informazione all'unità conta-assi. In relazione alla doppia direzionalità ogni pedale è punto di conteggio per i movimenti di entrambi i sensi; nelle stazioni i pedali sono evidenziati da apposito picchetto.

Sulla tratta a doppio binario **Cosenza-Cosenza Centro**, essendo stata prevista la circolazione con la sola marcia a sinistra (circolazione specializzata), il B.c.a. è del tipo non reversibile.

- **Un dispositivo unità conta-assi** che riceve, conta e memorizza le informazioni trasmesse dal punto di conteggio degli assi; ne confronta il numero d'ingresso con quello in uscita dalla sezione, accertando lo stato di libero ed occupato della sezione di blocco stesso.

Quando la differenza fra i due conteggi è nulla, il dispositivo segnala che la sezione di blocco è libera.

In tutti gli altri casi, indipendentemente dal valore della differenza, segnala l'occupazione della sezione. I punti di conteggio, contando in ambo i sensi di marcia, e cioè in aumento (ingresso in sezione) o in diminuzione (uscita da sezione), rendono possibile il controllo del movimento dei veicoli in qualsiasi senso, anche contemporaneamente, in entrambi i punti di conteggio.

Le indicazioni di libero ed occupato del blocco sono fornite da due segnalazioni luminose gemellate (una a luce bianca indicante che la sezione di blocco è libera ed una a luce rossa indicante che la sezione di blocco è occupata), che si manifestano sul quadro luminoso (Q.L.) dell'apparato della stazione.

- Un tasto per la liberazione artificiale del blocco a due posizioni:

* centrale, di riposo;

* ruotato a sinistra, previo spiombamento e con ritorno automatico nella posizione centrale, effettua la liberazione artificiale del blocco.

Il tasto è corredato da una lampadina normalmente accesa a luce bianca che si spegne con l'occupazione del blocco; per la liberazione artificiale del blocco conta-assi il tasto dovrà essere mantenuto azionato per circa 3 secondi e quindi lasciato tornare nella posizione centrale.

Se l'operazione eseguita ha avuto effetto positivo, la lampadina si accenderà e sul quadro luminoso apparirà l'indicazione di blocco libero.

Su tutte le linee sono previsti due tasti TIBca per ogni sezione di blocco, installati nelle due stazioni che delimitano la sezione stessa.

ART. 3

DISPOSITIVI ED INDICAZIONI PER L'INVERSIONE DEL BLOCCO

In aggiunta alle apparecchiature del blocco, sulle linee a semplice binario sono previsti i seguenti dispositivi e indicazioni.

3.1- Tasto TmRCs

Sul banco di manovra è previsto un tasto TmRCs per ogni direzione di partenza, per la presa e la stabilizzazione del senso del blocco, quando l'operazione non fosse realizzata automaticamente con la formazione dell'itinerario.

Tale tasto è a due posizioni:

- centrale, di riposo;
- ruotato a destra, orienta e stabilizza il blocco per la partenza.

Il tasto, una volta utilizzato, deve essere riportato nella posizione normale solo dopo che il treno ha abbandonato l'itinerario.

E' corredato da due lampadine: una a sinistra ed una a destra; queste si accendono a luce bianca fissa automaticamente o per azionamento del tasto stesso: la lampadina di sinistra per richiesta da destra o verso sinistra e quella di destra per richiesta da sinistra o verso destra.

La lampada si spegne per il treno in partenza, quando questo occupa permanentemente il segnale di partenza della stazione che invia.

3.2 - Frecce direzionali

Sul Q.L. sono previste frecce direzionali del blocco, normalmente spente; si accendono a luce bianca congiuntamente nelle due stazioni limitrofe (senso di partenza e libertà di blocco nell'una e senso di arrivo nell'altra), con la presa di senso da parte della stazione interessata alla partenza del treno.

ART. 4

ESERCIZIO NORMALE COL BLOCCO ELETTRICO CONTA ASSI

4.1 - Segnalazioni luminose del blocco

Sulle linee a doppio binario le due segnalazioni luminose gemellate (Art. 2) forniscono l'indicazione dell'esistenza o meno di via libera di blocco.

E' accesa la luce bianca quando la sezione di blocco protetta dal segnale di partenza è libera e l'ultimo treno è stato regolarmente protetto dal segnale di protezione della successiva stazione.

Quando invece la sezione è occupata, oppure per un treno precedente non si è verificata la suddetta condizione, l'indicazione libero/occupato mostra la luce rossa ed i segnali di partenza che comandano l'ingresso nella sezione stessa non possono essere disposti a via libera.

L'occupazione della sezione avviene quando il treno impegna con il primo asse il pedale conta-assi: l'indicazione di libero/occupato passa dal bianco al rosso.

Quando il treno supera il pedale del B.c.a. della successiva stazione ed è stato regolarmente protetto dal relativo segnale di protezione, l'indicazione sul Q.L. di libero/occupato si riaccende a luce bianca.

4.2 - Presa e stabilizzazione senso del blocco

Nelle linee a semplice binario, con la formazione dell'itinerario di partenza si effettua automaticamente sia la richiesta che la presa di senso del blocco. Negli apparati A.C.E.I. la presa di senso avviene con la registrazione dell'itinerario.

La presa di senso è subordinata alla verifica automatica delle necessarie condizioni di apparato e della libertà della sezione di blocco.

L'avvenuta presa di senso si manifesta con l'accensione a luce fissa della freccia nelle due stazioni limitrofe alla tratta.

La presa di senso può essere effettuata anche manualmente dalla stazione richiedente, a mezzo del tasto TmRCs.

L'accensione a luce bianca della freccia di senso per la partenza cumula anche la condizione di libertà della sezione e costituisce via libera di blocco solo a condizione che il senso del blocco venga stabilizzato con la disposizione a via libera del segnale di partenza oppure a mezzo dell'apposito tasto di bloccamento TmRCs.

Dopo la stabilizzazione del senso del blocco per la partenza dalla stazione richiedente, restano inibiti gli itinerari di partenza nella stazione limitrofa, per il senso opposto fino alla liberazione provocata dal treno.

4.3 - Circolazione dei treni con regolare funzionamento del B.c.a.

Considerato che la disposizione del segnale di partenza garantisce che la sezione da esso protetta è libera da vincoli e che il consenso di blocco si è stabilizzato in maniera da non consentire il contemporaneo invio, con segnale a via libera, nella medesima sezione di blocco, di altro treno viaggiante in senso opposto, il Capo treno prima di ordinare la partenza di un treno deve accertarsi che il segnale di partenza è disposto a via libera.

4.4 - Annullamento presa di senso

In caso di mancata partenza del treno per il quale era stata effettuata automaticamente la presa di senso, questa si annulla con la liberazione del punto origine o finale (appareati A.C.E.I.).

Quando la presa di senso sia stata effettuata a mezzo del tasto **TmRCs**, l'annullamento della stessa si otterrà riportando il tasto in posizione di riposo.

Negli apparati predisposti per il telecomando, l'annullamento della presa di senso del blocco è sempre subordinato all'azionamento del tasto di liberazione artificiale dell'itinerario (TI) anche dopo l'eventuale sparizione della freccia di senso.

4.5 - Occupazione senso e sezione

L'occupazione del senso e della sezione di blocco avviene quando il treno impegna con il primo asse il pedale conta-assi.

L'indicazione di libero/occupato passa dal bianco al rosso e contemporaneamente si spegne la freccia di senso.

4.6 - Ripetizioni nella stazione limitrofa

Sul Q.L. delle stazioni limitrofe con l'occupazione del B.c.a., si verifica quanto segue:

- nella stazione di partenza si spegne la freccia di senso;
- nella stazione di arrivo resta accesa la freccia di senso;

4.7 - Liberazione senso e sezione di blocco

Quando il treno in arrivo supera il pedale del B.c.a., liberando la sezione di blocco, sul Q.L. di entrambe le stazioni limitrofe alla detta sezione di blocco, le indicazioni di libero/occupato si riaccendono a luce bianca e sul Q.L. della stazione di arrivo si spegne la freccia di senso.

In tali condizioni, l'apparato è in grado di consentire una nuova richiesta di senso con la procedura precedentemente descritta, per l'invio di un altro treno a seguito od in senso contrario.

4.8 - Consegne tra Capi Stazione

Nelle consegne scritte, fra i Capi Stazione che si succedono in servizio, deve essere sempre esplicitamente dichiarato se il funzionamento del B.c.a. è regolare, o quali irregolarità siano in atto.

ART. 5

CIRCOLAZIONE A BINARIO UNICO SU LINEA A DOPPIO BINARIO

5.1 - Norme Generali

La circolazione a binario unico deve essere regolata con le norme del Regolamento per l'Esercizio, considerando il blocco come non esistente.

5.2 - Ripristino del servizio a doppio binario

Dopo la ripresa del servizio normale su entrambi i binari, in aumento al blocco deve essere mantenuto il regime del blocco telefonico per il primo treno in entrambi i sensi.

ART. 6

CIRCOLAZIONE CARRELLI, TRENI MATERIALI E MANOVRE

6.1- Carrelli

La circolazione dei carrelli deve avvenire considerando il B.c.a. come non esistente nel rispetto delle norme previste nell'apposita istruzione, con le seguenti varianti:

- è escluso il regime di protezione affidato alla scorta del carrello;
- non è ammessa la circolazione carrelli a seguito del treno che li precede prima che questo sia giunto nella stazione successiva.

Se, dopo l'avvenuto ricovero, il blocco risulta occupato, si dovrà procedere alla liberazione artificiale utilizzando il **TIBca**.

6.2 - Manovre

Nel caso in cui in manovra occorra impegnare il pedale di blocco, è necessario che tutti i veicoli componenti la colonna in manovra superino detto pedale onde evitare un possibile anomalo funzionamento del dispositivo di conteggio.

6.3 - Mancata liberazione del blocco

Nel caso in cui non avvenga la regolare liberazione del blocco dopo che la relativa sezione sia stata impegnata da un treno materiale o manovra, si dovrà procedere alla liberazione artificiale con il tasto **TIBca** dopo aver acquisito la certezza che la tratta sia libera da rotabili.

6.4 - Ripresa del servizio normale

La circolazione dei treni sulla sezione interessata dovrà riprendere solo dopo l'avvenuto ripiombamento del **TIBca**.

ART. 7

ANORMALITA' E GUASTI

a) LINEE A DOPPIO BINARIO

7.1 - Mancata apertura del segnale di partenza

Sulle linee a doppio binario l'operatore, se ha accertato che la ripetizione del blocco è tornata o permane bianca dopo la regolare occupazione fatta dal treno precedente, nel caso che il segnale di partenza non si disponga a via libera, deve dare i necessari avvisi ai treni per la partenza con segnale a via impedita come è stabilito dalle norme regolamentari, ritenendo efficiente il blocco agli effetti del distanziamento.

7.2 - Spegnimento delle segnalazioni luminose del blocco

In caso di spegnimento di entrambe le segnalazioni luminose del blocco, questo deve essere considerato efficiente se il segnale di partenza si dispone a via libera.

L'Operaio della Manutenzione deve essere avvisato e deve essere praticata l'annotazione sul mod. **M125a**.

7.3 - Liberazione artificiale del blocco

Se, anche dopo uscito il treno dalla sezione, permane sul Q.L. di una stazione la segnalazione di blocco occupato, il C.S. dovrà informare a mezzo fonogramma il D.M. e il C.S. della stazione successiva abilitata. Quest'ultimo dopo il ricevimento in stazione del treno interessato, allo scopo di accertare la libertà della sezione interessata, dovrà trasmettere il seguente fonogramma al D.M. e alla stazione precedente.

"Rispetto liberazione artificiale blocco ultimo treno _____giunto"

Il D.M. dopo il ricevimento del suddetto dispaccio autorizzerà con fonogramma lo spiombamento e l'azionamento del **TIBca**.

Una volta iniziata la procedura per la liberazione artificiale, la tratta in soggezione non deve essere impegnata da treni fino a che non sia stato ripiombato il **TIBca**.

L'operatore dovrà ogni volta fare annotazione sul mod. **M125a** dell'avvenuto spiombamento e successivo ripiombamento del tasto.

7.4 - Mancata liberazione del blocco

Quando, anche dopo l'azionamento del tasto di liberazione artificiale, permane accesa sul Q.L. la segnalazione rossa il D.M. della stazione di comando per la circolazione dei treni sul tratto interessato al guasto provvederà ad istituire il regime di blocco (o consenso) telefonico.

I treni devono essere avvisati del mancato funzionamento del blocco, con il mod. **M5** (all.to 1). Il mod. **M5** verrà emesso dalla stazione interessata su ordine specifico del D.M. competente della tratta.

La circolazione dei treni col regime di blocco elettrico conta assi potrà essere ripresa, su disposizione del D.M. dalla stazione di comando che ha provveduto ad istituire il regime del blocco telefonico. Egli prima di controfirmare il Mod. **M45a** o di autorizzare alla stessa firma il capo stazione, dovrà accertarsi della libertà della linea, richiedendo il giunto completo dell'ultimo treno che ha circolato sulla tratta. Quindi trasmetterà il fonogramma di riattivazione con la seguente formula:

"Capi stazione... (stazioni interessate al ripristino del B.ca) dà questo momento blocco elettrico conta assi funziona regolarmente. Circolazione treni riprende col regime del blocco elettrico conta assi.

b) LINEE A SEMPLICE BINARIO

7.5 - Mancata apertura del segnale di partenza

Sulle linee a semplice binario, quando sul Q.L. è accesa a luce bianca fissa la freccia di senso del B.c.a. ed è accesa a luce bianca l'indicazione di blocco libero, ma il segnale di partenza comandato non si dispone a via libera (per un qualsiasi guasto), l'operatore deve provvedere, nel caso in cui l'accensione della freccia sia stata ottenuta automaticamente con la formazione dell'itinerario, alla stabilizzazione del senso di blocco a mezzo dell'apposito tasto di bloccamento **TmRcs** e quindi dare i necessari avvisi ai treni per la partenza con segnale a via impedita.

7.6 - Liberazione artificiale del blocco

Potrebbe accadere che, uscito il treno dalla sezione, permanga sul Q. L. delle due stazioni interessate l'indicazione rossa di tratta occupata.

In tale evenienza si dovrà procedere alla liberazione artificiale del blocco da una o dall'altra stazione, dopo avere informato il D.M., chiesto alla corrispondente ed aver ottenuto con dispaccio il giunto dell'ultimo treno inviato verso la stessa ("Rispetto liberazione artificiale B.c.a. ultimo treno _____ partito ore _____") oppure la precisazione dell'ultimo treno partito della corrispondente ("Rispetto liberazione artificiale B.c.a. ultimo treno _____ partito ore _____"), per accertare la libertà della sezione interessata.

Il tasto **TIBca** è ubicato in ambedue le stazioni delimitanti la sezione di blocco e la liberazione artificiale della sezione deve essere effettuata da una delle suddette stazioni a seguito della trasmissione del seguente fonogramma da parte del D.M..

"Autorizzo spiombamento TIBca."

Il tasto **TIBca** è ubicato in ambedue le stazioni delimitanti la sezione di blocco e quando una delle due stazioni fosse impresenziata, la liberazione dovrà essere sempre effettuata a cura della stazione abilitata.

Una volta iniziata la procedura per la liberazione artificiale, il tratto in soggezione non deve essere impegnato da treni fino a che non sia stato ripiombato il tasto **TIBca** qualunque sia stato l'esito dell'operazione.

Pertanto, nell'ipotesi che un treno debba partire da una stazione diversa da quella che ha azionato il tasto **TIBca**, quel Capo Stazione deve ricevere il dispaccio:

"TIBca ripiombato"

dall'operatore che ha eseguito lo spiombamento.

L'operatore dovrà ogni volta fare annotazioni sul mod. **M 125a** dell'avvenuta spiombatura e la successiva ripiombatura del tasto e informare dell'esito il D.M.

Nel caso in cui l'anormalità si ripeta per più treni consecutivi, dovrà essere avvisato l'Operaio della Manutenzione.

7.7 - Spegnimento delle segnalazioni luminose del blocco

Nel caso di spegnimento di entrambe le lampade dell'indicazione di libero occupato, il B.c.a. può essere considerato efficiente se è accesa a luce fissa la freccia di senso.

7.8 - Mancata accensione della freccia di senso

Nel caso in cui resti spenta la freccia di senso, il B.c.a. deve essere considerato efficiente se il segnale di partenza si dispone a via libera.

L'Operaio della Manutenzione deve essere avvisato a deve esserè praticata la relativa annotazione sul mod. **M125a**.

In caso di mancata accensione della freccia di senso a seguito della formazione dell'itinerario, questa si potrà tentare di ottenere con l'azionamento del tasto **TmRcs**.

ART. 8

INEFFICIENZA DEL BLOCCO CONTA ASSI

8.1 - Inefficienza del B.c.a.

La mancata accensione della freccia di senso, o il suo spegnimento con la contemporanea disposizione del segnale a via impedita, determina l'inefficienza del B.c.a.

Pertanto, la circolazione del treno per il quale era stata fatta la richiesta di senso (con la formazione dell'itinerario di partenza o con il tasto **TmRcs**) dovrà essere regolata con il blocco telefonico di cui al punto 6 del F.D. 1/89 del 16-12-1988 applicabile anche sulle tratte a semplice binario.

Il mancato funzionamento del blocco fino al posto corrispondente limitrofo deve essere notificato al personale del treno con il mod. **M5** (all.to n. 1)

Per l'inoltro del treno successivo, nello stesso senso od in senso inverso, il Capo Stazione che ottenga la freccia di senso (a seguito di formazione d'itinerario od azionamento del **TmRcs**) potrà utilizzare il B.c.a. informando preventivamente il D.M. il quale attiverà il B.c.a. con fonogramma.

Nel caso in cui l'anormalità si ripeta per più treni consecutivi dovrà essere avvisato l'Operaio della Manutenzione.

8.2 - Istituzione del blocco telefonico

Perdurando la mancata presa di senso per più di un treno o non riuscendo a ripristinare il regolare funzionamento dell'indicazione libero/occupato con l'uso del TIBca, il D.M. deve istituire il blocco telefonico per la circolazione di tutti i treni, avvisando i Capi Stazione interessati con il seguente dispaccio:

"Blocco conta-assi inefficiente fra _____ e _____ (posti limitrofi alla tratta in cui il B.c.a. è inefficiente). Circolazione tutti i treni regolata con blocco telefonico dopo passaggio treno _____"

Il regime di blocco telefonico dovrà essere subito istituito in caso di emissione di modulo **M45** (barrato rosso).

Tutti i treni in entrambi i sensi devono essere avvisati del mancato funzionamento del blocco nella tratta compresa fra le due stazioni abilitate ed esonerate dal rispetto dei segnali di partenza dalle stazioni interessate.

La circolazione con il solo blocco conta-assi potrà essere ripresa solo dopo che il D.M. interessato ha controfirmato il Mod. M45a (o ne ha autorizzato la firma), secondo le procedure di cui al successivo art. 9.3.

Del ripristino del blocco devono essere avvisati con dispaccio anche tutte le stazioni interessate.

8.3 - Mancanza di alimentazione

Un'eventuale mancanza dell'alimentazione provoca l'immediata occupazione del B.c.a.; con la alimentazione dell'apparato non si avrà il ripristino automatico del blocco ma lo si potrà tentare di ottenere agendo artificialmente sul dispositivo di liberazione con le modalità di cui al punto 7.6.

Nel caso in cui non si ottenga la liberazione del B.c.a. dovrà ripetersi l'operazione della liberazione artificiale dopo la circolazione nella tratta del primo treno con blocco inefficiente.

Non ripristinandosi ancora la libertà del B.c.a. dovrà essere richiesto l'intervento dell'Operaio della Manutenzione e istituire il blocco telefonico.

ART. 9

LAVORI DI MANUTENZIONE E RIPARAZIONE DEGLI IMPIANTI DI BLOCCO

9.1 - Emissione mod. M45 (Barrato rosso)

Per l'esecuzione di lavori sul B.c.a. o su enti che hanno influenza su di esso che richiedono l'emissione del modulo M45 (barrato rosso), l'Operaio della Manutenzione deve comunque specificare la sezione di blocco interessata. Il CS prima di firmare deve farsi autorizzare con fonogramma dal D.M. della propria stazione di comando.

a) Linee a doppio binario

Sulle linee a doppio binario il mod. M45 (Barrato rosso) emesso per il B.c.a. deve essere, di regola, consegnato e trasmesso alla stazione che invia i treni nel senso legale sul binario interessato ai lavori al B.c.a.

Nel caso particolare in cui i lavori che hanno riflessi sul B.c.a. interessino la stazione che normalmente riceve i treni, il mod. M45 (barrato rosso), deve essere consegnato a tale stazione ed il D.M., prima di firmarlo o di autorizzare la firma deve avvisare con dispaccio la stazione interessata. Durante il periodo dei lavori il DM della stazione di comando dovrà istituire il blocco telefonico.

b) Linee a semplice binario

Sulle linee a semplice binario il DM, prima di firmare il mod M45 (barrato rosso), deve comunicare alle stazioni interessate che il blocco non funziona con il seguente dispaccio:

"Dalle ore _____ blocco conta-assi guasto fra _____ e _____ circolazione tutti i treni regolata con blocco telefonico dopo passaggio treno _____"
(Il numero del treno deve essere lo stesso di quello indicato nel mod M45 (barrato rosso))

Ovviamente tale dispaccio non occorre se alla presentazione del mod M45 (barrato rosso) il blocco telefonico fosse già stato istituito.

9.2 - Emissione mod. M45 (barrato rosso) in posto presenziato da Capo Stazione

Nel caso in cui il mod. M45 (barrato rosso), venisse emesso in un posto presenziato da Capo Stazione, quest'ultimo dovrà richiedere verbalmente al DM l'autorizzazione alla firma, che dovrà essere data con dispaccio.

9.3 - Emissione mod. M45a

L'Agente della Manutenzione, ultimati i lavori indicati nel mod. M45 (barrato rosso), emetterà il mod. M45a di riattivazione.

Il DM, prima di firmare od autorizzare con dispaccio la firma del medesimo M45a, dovrà accertare l'arrivo dell'ultimo treno che ha circolato con il blocco telefonico, facendosi dare, all'occorrenza, il giunto dalla stazione limitrofa abilitata interessata.

Il DM dopo la controfirma del mod. M45a dovrà trasmettere dispaccio di riattivazione alle stazioni interessate con la formula:

"Dalle ore _____ B.c.a. binario _____ (suile linee a doppio binario specificare pari o dispari) fra _____ e _____ funziona regolarmente".

ART. 10

IMPRESEZIAMENTO DELLE STAZIONI

10.1- Generalità

Per le stazioni destinate ad essere impresenziate in alcuni periodi della giornata, l'impianto A.C.E.I. dispone di apposito dispositivo di autocomando attivato il quale la formazione per gli itinerari di ingresso e di partenza avvengono in automatismo sul binario prestabilito.

10.2 - Regime di automatismo

Per attivare il dispositivo di automatismo, per l'impresenziamento della stazione, il capo stazione deve:

- a) accertarsi che la sezione o le sezioni di blocco siano libere;
- b) accertarsi che esista il controllo nella posizione normale di tutti deviatori richiesti per il libero transito nei due sensi;
- c) rovesciare, previo spiombamento, la levetta a chiave E/DCO;
- d) rovesciare, previo spiombamento, la levetta a chiave AUT;
- e) chiudere le due chiavi in sacchetto piombato e custodirle nel cassetto del banco di manovra, quindi, confermare a mezzo fonogramma, al D.M. della propria stazione di comando la posizione bloccata dei deviatori e la presenza dei relativi controlli.

Solo dopo le suddette operazioni il D.M. potrà autorizzare, con fonogramma, l'impresenziamento della stazione.

Con l'attivazione del regime di automatismo, i segnali luminosi di protezione e di partenza assumono l'aspetto di posizione di via impedita, e si dispongono a via libera quando il treno impegna il pedale "annuncio treno". Pertanto i treni, in via normale, dovranno entrare in stazione impresenziata temporaneamente, con l'aspetto del segnale a via libera.

Il capo stazione, alla ripresa del servizio, dopo ogni interruzione, dovrà informare il D.M. della propria stazione di comando, della ripresa del servizio per ottenere l'autorizzazione ad effettuare sul banco di manovra le operazioni di esclusione del regime di automatismo.

10.3 - Anormalità e guasti

Se durante il periodo di impresenziamento il personale del treno si ferma al segnale di protezione o di partenza disposto a via impedita, si metterà tempestivamente in contatto telefonico con la stazione di comando per ricevere i relativi ordini a mezzo fonogramma.

Inoltre il Capo Treno dovrà accertare la regolarità dell'itinerario d'ingresso e/o d'uscita con marcia a vista non superiore a 15 km/h. Per l'attraversamento dei P.L. posti sul predetto itinerario dovranno essere osservate le norme cui OS. n° 20/1961 e CZ 5/1994.

Art. 11

GUASTO ALLE TELECOMUNICAZIONI

1 - In caso di guasto alle telecomunicazioni, le stazioni si avvarranno di ogni più conveniente mezzo di comunicazione, allo scopo di assicurare, per quanto possibile, la continuità e la regolarità della circolazione dei treni.

2 - In caso di contemporaneo guasto del B.c.a. e delle linee telefoniche, dovranno essere rigorosamente rispettati gli incroci e le precedenza fissate dall' O.G.S.

Inoltre, ai treni interessati dovrà essere praticata la seguente prescrizione:

"Blocco elettrico conta-assi e linee telefoniche guaste.

Partite da col segnale di partenza a via impedita ".

In tal caso i treni dovranno effettuare fermata in stazione, anche se non prevista, nonché osservare marcia a vista in ingresso ed uscita dalla stazione e sui PL presenti nell'ambito della stessa.

3 - Inoltre, un treno potrà partire, a seguito di un altro, solo dopo che siano trascorsi 10 minuti dall'ora presunta di arrivo del treno precedente alla stazione successiva, tenuto conto della percorrenza normale e degli eventuali ritardi previsti. Al treno così licenziato dovrà essere prescritto MARCIA A VISTA su tutto il percorso ed in arrivo alla stazione successiva.

Art. 12

DISPOSIZIONI FINALI

12.1- Le presenti "Istruzioni" sostituiscono quelle contenute nel libretto "Istruzioni per l'esercizio con sistemi di blocco elettrico BLOCCO ELETTRICO CONTA - ASSI (autorizzato con provvedimento USTIF di BARI n° 802 del 20.03.95) che restano abrogate.

12.2- Le presenti disposizioni sono integrate dalle norme del Regolamento Esercizio, Regolamento Segnali e degli OO.SS. In vigore

INDICE

Art. 1	Caratteristiche e funzioni del blocco conta-assi	<i>pag.</i> 2
Art. 2	Descrizione dell'impianto di B.c.a.	<i>pag.</i> 3
Art. 3	Dispositivi ed indicazioni per l'inversione del blocco	<i>pag.</i> 4
Art. 4	Esercizio normale col blocco elettrico conta-assi	<i>pag.</i> 5
Art. 5	Circolazione a binario unico su linea a doppio binario	<i>pag.</i> 7
Art. 6	Circolazione carrelli, treni materiali e manovre	<i>pag.</i> 8
Art. 7	Anormalità e guasti:	
	Linee a doppio binario	<i>pag.</i> 9
	Linee a semplice binario	<i>pag.</i> 10
Art. 8	Inefficienza del B.c.a.	<i>pag.</i> 13
Art. 9	Lavori di manutenzione e riparazione degli impianti di blocco	<i>pag.</i> 15
Art. 10	Impresenziamento delle stazioni	<i>pag.</i> 17
Art. 11	Guasto alle telecomunicazioni	<i>pag.</i> 18
Art. 12	Disposizioni finali	<i>pag.</i> 19

Catanzaro 5.10.99

ORDINE DI SERVIZIO N° 3

ISTRUZIONI PER L'ESERCIZIO CON SISTEMA DI BLOCCO ELETTRICO

BLOCCO ELETTRICO CONTA ASSI

Si porta a conoscenza di tutto il personale che le **ISTRUZIONI PER L'ESERCIZIO CON SISTEMI DI BLOCCO ELETTRICO – BLOCCO ELETTRICO CONTA ASSI**, autorizzate con provvedimento U.S.T.I.F. di Bari N° 802 del 20.3.1995 sono state aggiornate con la nuova edizione allegata al presente O.S.

Di conseguenza le norme allegate annullano e sostituiscono quelle in vigore dal 20.3.1995 e dovranno essere osservate con decorrenza immediata sulla tratta Cosenza – Cosenza Centro esercitata con sistema B.c.a..

IL DIRETTORE DELL'ESERCIZIO
(DOTT. ING. ERNESTO GIGLIOTTI)

SEZIONE 23/D

- *REGOLAMENTO SUI SEGNALI* -

REGOLAMENTO SUI SEGNALI

Negli impianti di linea e di stazione sono installati segnali fissi, segnali sussidiari e accessori e segnali complementari.

I - SEGNALI FISSI

I segnali fissi si distinguono in:

- dischi (vedi R.E.),
- segnali luminosi,
- segnali luminosi di chiamata per i treni,
- segnali bassi luminosi per manovra.

ART. 1

SEGNALI LUMINOSI - GENERALITA'

1. I segnali luminosi danno le segnalazioni a mezzo di luci, sia di giorno che di notte, e sono costituiti da fanali speciali applicati ad uno schermo dipinto in nero.

Essi proiettano verso i treni luci di colore diverso a seconda delle segnalazioni che devono dare.

Le luci colorate sono: rossa, gialla, verde; singole o sovrapposte.

2. I segnali luminosi sono di 1ª categoria o di avviso.

Sono segnali di 1ª categoria quelli che sono posti in precedenza immediata del punto protetto (punta scambi, traversa limite, coda di un treno di massima composizione fermo in stazione, ecc.) e che, quando sono disposti a via impedita, non debbono essere oltrepassati dai treni (segnali di protezione e di partenza).

Sono segnali di avviso quelli che vengono posti in precedenza ai segnali di 1ª categoria e che, ad una conveniente distanza da essi (lunghezza di frenatura), hanno la funzione di dare al treno una segnalazione di avviso che gli consenta di poter rispettare le indicazioni del successivo segnale di 1ª categoria.

Ad un segnale di 1ª categoria può essere accoppiato il segnale di avviso del segnale di 1ª categoria immediatamente successivo.

3. I segnali ubicati sulla sinistra del binario percorso dal treno sono muniti di vela circolare. Quelli ubicati sulla destra del binario percorso dal treno sono muniti di vela quadrata.

ART. 2

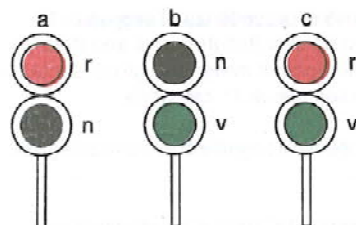
SEGNALI LUMINOSI DI 1ª CATEGORIA E DI AVVISO

SIGNIFICATO E RISPETTO

A) SEGNALI DI 1ª CATEGORIA

- Segnali di partenza

I segnali di partenza possono mostrare:



a) una luce rossa - via impedita: il macchinista deve fermare il treno senza oltrepassare il segnale con la testa del treno.

b) una luce verde - via libera per partenza da binario di corretto tracciato.

c) una luce rossa sovrapposta ad una luce verde - via libera per partenza da binario in deviata.
Il macchinista deve oltrepassare detto segnale a velocità ridotta e rispettare tale limite anche nel percorrere il successivo gruppo di scambi.

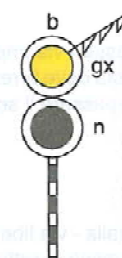
Quando il segnale è a via libera (casi b e c), il Macchinista può avanzare soltanto dopo averne ricevuto ordine nei modi prescritti dal vigente Regolamento per l'Esercizio

B) SEGNALI DI AVVISO (1)

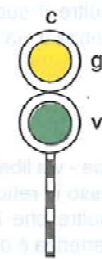
I segnali di avviso possono mostrare:



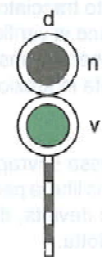
a) una luce gialla - avviso di via impedita.
In tal caso il successivo segnale di 1ª categoria è a via impedita (una luce rossa) e quindi il macchinista deve regolare la corsa in modo da essere in grado di arrestarsi al successivo segnale di 1ª categoria.
Se però quest'ultimo viene trovato a via libera, il macchinista proseguirà la corsa nel rispetto delle indicazioni fornite dal segnale stesso.



b) una luce gialla lampeggiante - avviso anticipato di via impedita.
Il prossimo segnale di 1ª categoria è a via libera per il corretto tracciato ma si trova a distanza ridotta rispetto al successivo segnale che è disposto a via impedita oppure a via libera per un percorso deviato.
Il macchinista deve tener conto di tale distanza ridotta per mettersi in condizione di rispettare quest'ultimo segnale.



c) una luce gialla sovrapposta a una luce verde - avviso di via libera per un itinerario di ingresso in deviata.
Il successivo segnale di 1ª categoria è a via libera (una luce rossa sovrapposta a una luce gialla), per un itinerario di ingresso in deviata, che comporta fino al suo termine, una velocità ridotta del treno.



d) una luce verde - avviso di via libera per l'itinerario di ingresso in retto tracciato, con distanza normale rispetto al segnale di partenza.
Il successivo segnale di 1ª categoria è disposto a via libera (una luce gialla) per l'itinerario di ingresso in retto tracciato, con fermata in stazione, oppure è disposto a via libera (una luce verde) nel caso di libero transito.

(1) Lo stante dei segnali di avviso è dipinto a strisce bianche e nere alternate per distinguere detti segnali da quelli di 1ª categoria in caso di spegnimento.

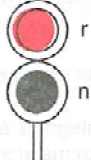



SEGNALI LUMINOSI DI 1ª CATEGORIA E DI AVVISO ACCOPPIATI

SIGNIFICATO E RISPETTO

Segnali di protezione

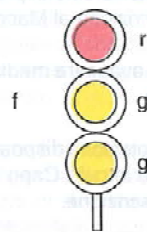
Danno tutte le indicazioni dei segnali di 1ª categoria o di avviso, con lo stesso rispettivo significato.

I segnali di protezione possono mostrare:

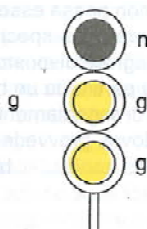
- a)  una luce rossa - via impedita: il macchinista deve arrestare il treno senza oltrepassare il segnale.
- b)  una luce gialla - via libera per l'itinerario di ingresso in retto tracciato. Preavvisa inoltre il successivo segnale di partenza a via impedita.
- c)  una luce verde - via libera per l'itinerario di ingresso in retto tracciato. Preavvisa inoltre che il successivo segnale di partenza è disposto a via libera sul retto tracciato. Tale situazione si verifica quando si dispone il libero transito dei treni senza fermata in stazione.
- d)  una luce rossa sovrapposta a una luce gialla - via libera per un itinerario d'ingresso in deviata, da percorrere a velocità ridotta. Preavvisa inoltre il successivo segnale di partenza a via impedita.



- e) una luce gialla sovrapposta a una verde - via libera per un itinerario di ingresso in retto tracciato. Preavvisa inoltre che il successivo segnale è disposto a via libera per una partenza da binario deviato. Il macchinista deve oltrepassare quest'ultimo segnale a velocità ridotta e mantenerla anche nel successivo gruppo di scambi.



- f) una luce rossa sovrapposta ad una coppia di luci gialle - via libera per un itinerario di ingresso in deviata. Preavvisa inoltre un successivo segnale a via impedita o un successivo segnale di arresto a distanza anormalmente ridotta o su un binario di limitata lunghezza o parzialmente ingombro.



- g) una coppia di luci gialle sovrapposte - via libera per un itinerario d'ingresso in corretto tracciato. Preavvisa inoltre un successivo segnale a via impedita od un successivo segnale di arresto, a distanza anormalmente ridotta, oppure un binario di limitata lunghezza o parzialmente ingombro.

N.B.) Per l'aspetto del segnale di protezione R/G/G e G/G il relativo avviso presenterà sempre l'aspetto di G.

ART. 4

DISPOSIZIONI RIGUARDANTI TUTTI I SEGNALI DI 1ª CATEGORIA

E DI AVVISO

1. Un treno che si è fermato ad un segnale di 1ª categoria di protezione disposto a via impedita può, senza attendere che il segnale assuma l'indicazione di via libera, entrare in stazione osservando "Marcia a vista":
 - a) quando presso il segnale, sia fatto pervenire al treno (al Capo Treno ed al Macchinista) regolare ordine scritto di proseguimento.
 - b) quando il Capo Treno abbia ricevuto l'ordine di proseguimento con regolare fonogramma e ne dia prescrizione al Macchinista.
 - c) quando il treno possa essere fatto avanzare mediante il segnale di chiamata di cui al successivo Art. 5.
2. Un treno può oltrepassare un segnale di protezione disposto a via impedita, senza effettuarvi fermata, soltanto nel caso in cui il Capo Treno ed il Macchinista siano in possesso di apposita prescrizione.
3. Quando un treno debba partire da un binario comandato da segnale di partenza che, per guasto od altro motivo, non possa essere disposto a via libera, al treno stesso dovrà essere praticata specifica prescrizione ("partite da con segnale disposto a via impedita"). Quando, eccezionalmente, un treno debba partire da un binario sprovvisto di segnale, pur essendo la stazione munita di segnalamento di partenza per la direzione di inoltro del treno stesso, dovrà provvedersi con apposita prescrizione (partite da dal binario sprovvisto di segnale di partenza").
4. La disposizione normale dei segnali fissi di protezione e di partenza è quella di via impedita.

ART. 5

SEGNALI LUMINOSI DI CHIAMATA PER I TRENI

SEGNALAZIONE AUSILIARIA DI LIMITE DI VELOCITÀ

1. I segnali di "chiamata" sono costituiti da due fanali speciali abbinati orizzontalmente, applicati sullo stante che porta le luci del segnale di 1ª categoria di protezione al di sotto delle medesime.

I fanali del segnale di "chiamata" sono normalmente spenti (inattivi).

Quando vengono illuminati (cioè resi attivi) proiettano verso il treno due luci bianche lattee lampeggianti.

2. Il segnale di "chiamata" serve per autorizzare un treno ad entrare in stazione superando un segnale di protezione di 1ª categoria disposto a via impedita o spento.
3. Il segnale di "chiamata", quando è attivo, autorizza il macchinista, dopo aver effettuato la fermata al segnale di 1ª categoria, a far avanzare il treno fino al binario di ricevimento in stazione procedendo con marcia a vista e senza rispettare le indicazioni dei segnali bassi eventualmente incontrati sul percorso.
4. In ogni caso, il treno fatto avanzare con il segnale di "chiamata", non deve proseguire oltre l'ambito della stazione e comunque oltre un successivo segnale, anche se disposto a via libera, e deve ricevere ordini per la ripresa della corsa.
5. I segnali luminosi di 1ª categoria semplici o multipli, quando presentano una indicazione di via libera con riduzione di velocità possono essere integrati da una segnalazione ausiliaria che presenta il limite di velocità da rispettare.

Tale segnalazione è costituita da:

- una tabella rettangolare a fondo nero recante una striscia luminosa orizzontale di colore bianco, quando la riduzione di velocità sia a 60 Km./h.

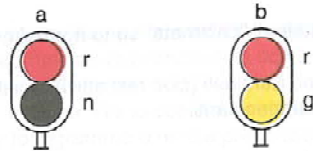
Le specifiche norme relative all'osservanza della segnalazione sopra descritta sono emanate dalla Direzione di Esercizio.

ART. 6

SEGNALI BASSI LUMINOSI PER MANOVRE

INDICAZIONI E RISPETTO

Danno le segnalazioni a mezzo di una luce rossa e una luce gialla portate da uno schermo nero a forma ovale posto a limitata altezza sul suolo.



Le indicazioni dei segnali bassi si riferiscono alle manovre e sono le seguenti:

a) **Fermata**: una luce rossa (R)

b) **Libero Passaggio**: una luce rossa sovrapposta ad una luce gialla (R/G).

Quando il segnale indica **Libero Passaggio** il macchinista può avanzare soltanto dopo averne ricevuto ordine nei modi prescritti dal vigente Regolamento per l'Esercizio.

Qualora con una manovra si debba oltrepassare un segnale basso disposto al rosso (**Fermata**) o spento per guasto od altra causa che ne impedisca il regolare funzionamento, il Capo Stazione deve informarne verbalmente il Macchinista e il Capo Trenò, ove sia quest'ultimo a comandare la manovra, fornendo loro i chiarimenti eventualmente richiesti.

ART. 7

SEGNALI DI ARRESTO PER BINARI TRONCHI

1. Nelle stazioni di testa, nonché in quelle passanti e nelle fermate, aventi binari di ricevimento tronchi (e cioè senza comunicazioni di testa), si deve collocare un segnale permanente di arresto all'estremità di ogni binario tronco di ricevimento.
2. Tale segnale può essere munito di un fanale che proietta una luce rossa sia di giorno che di notte.

ART. 8

MANOVRA DEI SEGNALI FISSI

1. Gli agenti preposti alla manovra dei segnali fissi devono sempre assicurarsi che il segnale manovrato dia realmente l'indicazione voluta e per tutto il tempo necessario.
2. La manovra a via libera dei segnali, normalmente disposti a via impedita, deve essere fatta solo quando sia prossimo il treno che si vuol far transitare, pur evitando ogni causa di ingiustificato ritardo.
3. La manovra a via impedita di un segnale deve essere fatta tempestivamente, e cioè in tempo utile perché, a seconda del significato del segnale, questo possa essere rispettato da un treno sopravveniente.
4. La protezione dei segnali non può considerarsi efficace se la manovra non è stata fatta tempestivamente, come previsto al precedente comma 3.

In ogni modo, dopo aver disposto a via impedita un segnale di 1ª categoria con il corrispondente di avviso, precedentemente andato a via libera, l'agente che ne ha eseguito la manovra deve, prima di ingombrare il punto che con la manovra stessa intende proteggere, accertarsi che un treno non si sia già introdotto nel tratto compreso fra il segnale di avviso ed il punto protetto.

ART. 9

APPARECCHI DI CONTROLLO DEI SEGNALI FISSI

1. I segnali fissi di stazione, non essendo visibili all'agente che li manovra, sono muniti di apparecchio di controllo (Ripetizione sul Q.L.).
2. Quando l'apparecchio di controllo non funziona e non è possibile accertare altrimenti la regolare indicazione del segnale, questo, ogni qualvolta deve essere disposto a via impedita, dovrà essere considerato come guasto agli effetti dell'art. 11.

ART. 10

RISPETTO DEI SEGNALE FISSI NEI CASI DI MANCANZA OD IMPERFETTA

DISPOSIZIONE OPPURE DI SPEGNIMENTO DELLE LUCI

La mancanza di segnalazione in un posto in cui dovrebbe trovarsi un segnale fisso, oppure l'imperfetta od incompleta indicazione di un segnale, nonché i segnali luminosi spenti, debbono essere considerati come segnalazioni di via impedita.

I treni potranno evitare la fermata nei casi di cui sopra quando abbiano ricevuto specifiche prescrizioni a riguardo.

ART. 11

PROVVEDIMENTI IN CASO DI GUASTO O DI MANCANZA DEI SEGNALE FISSI

1. Se un segnale fisso non funziona oppure fornisce una indicazione incerta, il Capo Stazione deve provvedere perchè esso sia, possibilmente, disposto e mantenuto a via impedita.

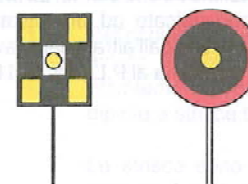
Se ciò non fosse possibile, il segnale fisso dovrà essere sostituito sul posto con segnale di arresto a mano.

2. Un segnale fisso che manchi sul posto o di notte sia spento, dovrà essere sostituito con un segnale di arresto a mano.

ART. 12

PASSAGGI A LIVELLO CON SEGNALE LUMINOSA-ACUSTICA

- 1) - I Passaggi a Livello azionati automaticamente dai treni sono protetti lato ferrovia con apposito segnale fisso (*segnale lampeggiante di controllo*), costituito da una vela rettangolare, dipinta a scacchi gialli e neri oppure da un disco a fondo nero con bordo rosso, recanti al centro un fanale che, quando è acceso, proietta in direzione del treno, sia di giorno che di notte, una luce gialla lampeggiante.



Detto segnale è sempre preceduto, a distanza dal P.L. maggiore dello spazio di frenatura dei rotabili ferroviari, da uno speciale segnale di attenzione (*tabella di attenzione*) formato da una vela triangolare equilatera, con fondo giallo e bordo nero, recante la scritta P.L.



Il pannello rettangolare giallo con bordo nero, eventualmente ubicato alla base del pannello triangolare della tabella di attenzione, indica la presenza del segnale ferroviario "ripetitore".

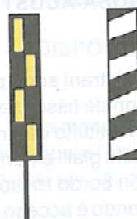


- 2) - Il segnale ferroviario, normalmente spento, indica in tali condizioni che il P.L. non è regolarmente protetto da ambo i lati della strada; quando entrano in funzione i segnali luminosi lato strada, proietta verso i treni una luce gialla lampeggiante.

Qualora all'approssimarsi di un treno detto segnale risulti normalmente spento il Macchinista dovrà:

- Osservare marcia a vista, qualora trattasi di P.L.A. senza barriere complete o senza semi-barriere;
- Fermare la marcia del treno e, per l'attraversamento del P.L.A. medesimo, osservare le norme cui O.S. n° 20/1961 e O.S. CZ n° 5/1994, qualora trattasi di P.L.A. con barriere complete o con semi-barriere.

- 3) - Per richiamare l'attenzione del Macchinista sulla presenza dei segnali di protezione dei Passaggi a Livello azionati automaticamente dai treni, vengono impiegate *tavole di orientamento*, costituite da un pannello rettangolare dipinto a scacchi gialli e neri oppure da una tavola verticale dipinta a strisce alterne bianche e nere inclinate a 45°, con superficie rifrangente, installate su uno stante. Le tavole di orientamento sono ubicate ad una distanza variabile tra 50 e 75 ml. una dall'altra e dalla tavola di orientamento più prossima al P.L., verso il P.L. stesso.



II - SEGNALE SUSSIDIARI ED ACCESSORI

A) SEGNALE SUSSIDIARI

ART. 13

TAVOLE DI ORIENTAMENTO

1. Per richiamare l'attenzione dei Macchinisti sulla presenza dei segnali fissi di avviso e protezione sono installate, in precedenza ad essi, n° 3 tavole di orientamento, verticalmente disposte, opportunamente distanziate tra loro e dipinte a strisce bianche e nere alterne.

Le strisce sono disposte orizzontalmente sulle tavole che precedono il segnale di avviso; sono disposte in senso inclinato su quelle che precedono il segnale di protezione.



in precedenza a segnale di avviso



in precedenza a segnale di protezione

ART. 14

PICCHETTO LIMITE DELLE MANOVRE

Per individuare nella stazione il punto estremo da considerarsi protetto dal segnale di protezione, viene impiegato un picchetto "limite delle manovre".



Tale picchetto, terminante a punta e dipinto a strisce bianche e nere orizzontali, è ubicato a 100 metri dal segnale di 1ª categoria verso la stazione.

ART. 15

DISCHETTI AGLI ESTREMI DEI TRATTI A DENTIERA

Gli estremi della tratta di binario armato a dentiera sono segnalati da un dischetto.

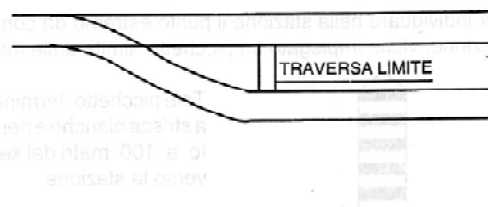
Tale dischetto ha le due facce dipinte al centro in verde e alla periferia in bianco e porta impresso su una faccia la lettera E e sull'altra la lettera U, le quali servono ad indicare rispettivamente Entrata ed Uscita dalla cremagliera.



ART. 16

TRAVERSA LIMITE DI STAZIONAMENTO

Fra i binari divergenti di ciascun deviatoio è collocata una traversa dipinta in bianco nel punto dove l'interbinario comincia ad essere tale da permettere l'occupazione di un binario senza ingombrare la circolazione sull'altro.



SEGNALI INDICATORI DA DEVIATOIO

I segnali indicatori da deviatoio servono ad indicare la posizione del deviatoio a cui sono applicati.

Essi danno le seguenti indicazioni, rese di notte visibili da apposita luce interna.

A) Segnale indicatore da deviatoio semplice tallonabile e da deviatoio inglese doppio (tallonabile o intallonabile).

Il segnale fornisce le seguenti indicazioni che sono identiche tanto se il deviatoio è incontrato di punta tanto se è incontrato di calcio.

1. Deviatoio semplice disposto per il tracciato diretto:



una striscia verticale bianca sul fondo nero.

Indica che il deviatoio è predisposto per l'itinerario A-B.

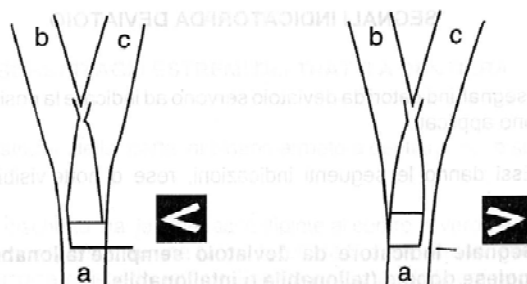
2. Deviatoio semplice disposto per la deviazione:



una freccia bianca su fondo nero.

La punta della freccia indica la parte verso la quale il binario devia. Indica che il deviatoio è predisposto per l'itinerario A-C.

Tale indicazione è usata anche per ciascun ramo di deviatoio simmetrico.



Indica che il deviatoio è predisposto per l'itinerario A-B.

Indica che il deviatoio è predisposto per l'itinerario A-C.



ART. 18

TABELLE PER CANTIERI DI LAVORO

1) - In corrispondenza delle zone ove si svolgono i lavori interessanti la linea, devono essere collocate, a cura del Capo Squadra del cantone ove si svolgono i lavori, apposite tabelle rettangolari portatili, aventi le forme e caratteristiche di cui alle figure indicate:

a) tabella per "cantiere di lavoro"



Fondo nero con lettera "C" dipinta in bianco su una delle facce.

b) tabella per "fine cantiere di lavoro"



Fondo bianco con lettera "C" dipinta in nero su una delle facce.

Ad ogni tabella "C" deve corrispondere una tabella "C".

Ambedue devono essere collocate sullo stesso lato del binario.

2) - Quando il cantiere di lavoro è composto da un unico gruppo di operai operanti su un breve tratto di linea, anziché dei segnali "C" e "C", deve essere collocato un segnale costituito da una tabella a fondo nero con dipinta la lettera "S" in bianco su una faccia. Tale segnale non deve essere seguito da altra segnalazione indicante la fine del cantiere.



Tanto di notte che in galleria, le tabelle di cui ai commi 1 e 2 devono essere rese appariscenti con mezzi rifrangenti oppure illuminate.

3)- Sulle tratte a semplice binario deve essere collocata una tabella "C" e conseguente "C" oppure, secondo il caso, "S" per ogni senso di marcia, a sinistra del binario ed a mt.400 dall'inizio della zona di lavoro.

4)- Sulle tratte a doppio binario, se i lavori interessano entrambi i binari, devono essere collocate due tabelle "C" e "C" (oppure "S") per ciascuna provenienza, una a sinistra del binario di sinistra ed una a destra del binario di destra (per le eventuali circolazioni su binario illegale).

Se invece i lavori interessano un solo binario, deve essere collocata una tabella "C" e "C" (oppure "S") per ciascuna provenienza, a sinistra del binario per circolazione legale ed a destra per quella illegale.

In entrambi i casi le tabelle devono essere poste a mt.400 dall'inizio della zona di lavoro.

5)- Sulle linee a doppio binario, quando il cantiere operi su un solo binario, o lato dell'altro binario ed in precedenza alla tratta di lavoro, si devono collocare due tabelle "F", l'una a sinistra per i treni che percorrono il binario legale e l'altra a destra per il senso illegale.

6)- Le tabelle: "S" - "C" - "C" ed "F" devono essere collocate con la faccia portante la lettera rivolta verso la provenienza dei treni. Devono rimanere esposte per tutto il periodo di permanenza in linea del cantiere e rimosse alla fine di detto periodo.

7)- Avvicinandosi alle zone dei lavori segnalate dalle tabelle "C" ed "S" e nel percorrere le zone stesse, i Macchinisti devono emettere ripetuti fischi e prestare particolare attenzione alla linea.

ART. 19

TABELLA PER SEGNALAZIONE ACUSTICA

Determinati passaggi a livello o punti particolari della linea possono essere preceduti da apposita tabella.



E' costituita da una tavola rettangolare a fondo nero e con bordo bianco, al centro della quale è scritta in bianco la lettera "F" in materiale rifrangente. Tali tabelle, non illuminate nelle ore in cui è prevista l'illuminazione notturna, sono poste a sinistra del binario percorso dai treni.

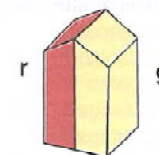
In corrispondenza di tali tabelle, il macchinista deve emettere un fischio moderatamente prolungato.

Provvedimento U.S.T.I.F. di Bari n. 802 del 20/03/1995

III - SEGNALI COMPLEMENTARI

ART. 20

PICCHETTO LIMITE PER CIRCUITI DI BINARIO

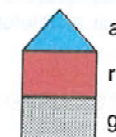


Picchetto con testa a scalpello il cui spigolo superiore è disposto perpendicolarmente al binario.

E' installato in corrispondenza dei giunti isolanti dei circuiti di binario ed è dipinto in rosso dalla parte della rotaia isolata ed in giallo dalla parte di quella non isolata.

ART. 21

PICCHETTO INDICATORE DELLA POSIZIONE DEI PEDALI DEL BLOCCO ELETTRICO CONTA-ASSI

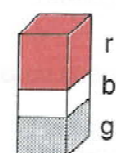


Picchetto a sezione quadrata con testa a piramide dipinto in azzurro, rosso e grigio.

Può essere installato in corrispondenza dei pedali di conteggio del blocco conta-assi allo scopo di facilitare l'individuazione.

ART. 22

PICCHETTO LIMITE SPECIALE PER CIRCUITO DI BINARIO DI IMMOBILIZZAZIONE DI DEVIATOI TELECOMANDATI



Picchetto prismatico a sezione quadrata, dipinto in rosso, bianco e grigio, che può essere impiegato su linee con Dirigente Centrale Operativo.

Indica il punto oltre il quale deve essere portato il primo asse della locomotiva, in caso d'intervento dell'agente del treno per la manovra a mano di un deviatoio centralizzato guasto o per l'accertamento della posizione e dell'integrità del deviatoio.

Provvedimento U.S.T.I.F. di Bari n. 802 del 20/03/1995

ART. 23

CROCE PER SEGNALI NON IN SERVIZIO



E' costituito da una croce di S. Andrea di colore bianco che viene applicata su un fisso per indicare al personale di macchina, che il segnale stesso non è in servizio.

ART. 24

SEGNALI DI CHIAMATA TELEFONICA DELL'AGENTE DEL TRENO



Tabella rettangolare a fondo nero recante la lettera maiuscola "T" normalmente spenta. Quando detta lettera è accesa (a luce fissa) l'agente del treno deve recarsi al telefono per ricevere istruzioni.

L'indicazione ottica eventualmente sussidiata da una suoneria, cessa appena l'agente si annuncia al telefono.

INDICE

I - SEGNALI FISSI

Art. 1	Segnali luminosi - Generalità	Pag. 3
Art. 2	Segnali luminosi di 1ª categoria e di avviso - Significato e rispetto	Pag. 4
Art. 3	Segnali luminosi di 1ª categoria e di avviso accoppiati - significato e rispetto	Pag. 6
Art. 4	Disposizioni riguardanti tutti i segnali di 1ª categoria e di avviso	Pag. 8
Art. 5	Segnali luminosi di chiamata per i treni - Segnalazione ausiliaria di limite di velocità	Pag. 9
Art. 6	Segnali bassi luminosi per manovre - Indicazioni e rispetto	Pag. 10
Art. 7	Segnali di arresto per binari tronchi	Pag. 10
Art. 8	Manovra dei segnali fissi	Pag. 11
Art. 9	Apparecchi di controllo dei segnali fissi	Pag. 11
Art. 10	Rispetto dei segnali fissi nei casi di mancanza od imperfetta disposizione oppure di spegnimento delle luci	Pag. 12
Art. 11	Provvedimenti in caso di guasto o di mancanza dei segnali fissi	Pag. 12
Art. 12	Passaggi a Livello con segnalazione luminosa acustica	Pag. 13

II - SEGNALI SUSSIDIARI ED ACCESSORI

A) - SEGNALI SUSSIDIARI

Art. 13	Tavole di orientamento	Pag. 15
Art. 14	Picchetto limite delle manovre	Pag. 15

B) - SEGNALI ACCESSORI

Art. 15	Dischetti agli estremi dei tratti a dentiera	Pag. 16
Art. 16	Traversa limite di stazionamento	Pag. 16
Art. 17	Segnali indicatori da deviatori	Pag. 17
Art. 18	Tabelle per cantieri di lavoro	Pag. 19
Art. 19	Tabella per segnalazione acustica	Pag. 20

III - SEGNALI COMPLEMENTARI

Art. 20	Picchetto limite per circuiti di binario	Pag. 21
Art. 21	Picchetto indicatore della posizione dei pedali del blocco elettrico conta-assi	Pag. 21
Art. 22	Picchetto limite speciale per circuito di binario di immobilizzazione di deviatori telecomandati	Pag. 21
Art. 23	Croce per segnali non in servizio	Pag. 22
Art. 24	Segnali di chiamata telefonica dell'Agente del treno	Pag. 22

FERROVIE DELLA CALABRIA GESTIONE F.S. S.p.A.

CATANZARO 27 AGOSTO 1998

ORDINE DI SERVIZIO CZ - N° 6/1998

REGOLAMENTO SUI SEGNALI

- Integrazione Art. 2 e Art. 3 -

(Autorizzazione F.S. N° 140 del 03/09/98)

A seguito attivazione dell'Impianto A.C.E.I. della stazione di Pedace, nella quale uno degli aspetti del segnale di protezione lato Cosenza risulta non previsto nel **REGOLAMENTO SUI SEGNALI** (autorizzato con provvedimento U.S.T.I.F. N° 802 del 20/3/95), dovranno essere apportate al suddetto Regolamento, le seguenti integrazioni:

ART. 2/B - SEGNALI DI AVVISO

Il 2° cpv del punto c dovrà essere così modificato:

Il successivo segnale di 1° categoria è a via libera e può presentare due aspetti (Rosso/Giallo o Rosso/Verde)

- Una luce rossa sovrapposta ad una luce gialla
Per un itinerario d'ingresso in deviata che comporta fino al suo termine una velocità ridotta del treno
- Una luce rossa sovrapposta ad una luce verde
Per un itinerario d'ingresso in deviata e un itinerario sul retto tracciato in uscita.

ART. 3 - SEGNALI DI PROTEZIONE

Dopo il punto g aggiungere il punto h

- h)** Una luce rossa sovrapposta ad una luce verde
Via libera per un itinerario d'ingresso in deviata da percorrere a velocità ridotta. Preavvisa inoltre il successivo segnale di partenza a via libera sul retto tracciato.

**IL DIRETTORE DELL'ESERCIZIO
DOTT. ING. ERNESTO GIGLIOTTI**

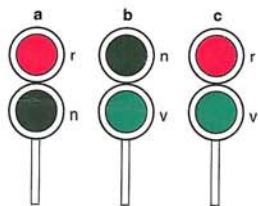
ART. 2

SEGNALI LUMINOSI DI 1ª CATEGORIA E DI AVVISO

SIGNIFICATO E RISPETTO

A) SEGNALI DI 1ª CATEGORIA

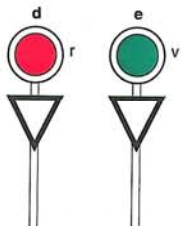
I segnali di partenza possono mostrare:



a) una luce rossa - via impedita:
il macchinista deve fermare il treno
senza oltrepassare il segnale con la
testa del treno.

b) una luce verde - via libera per partenza
da binario di corretto tracciato.

c) una luce rossa sovrapposta ad una
luce verde - via libera per partenza da
binario in deviata.



d) una luce rossa con segnale sussidiario
a forma triangolare - via impedita.

e) una luce verde con segnale sussidiario
a forma triangolare - via libera per par-
tenza da binario in deviata.

Nei casi **c** ed **e** il macchinista deve oltrepassare i segnali a velocità ridotta e rispettare tale limite anche nel percorrere il successivo gruppo di scambi.

FERROVIE DELLA CALABRIA S.r.l.

Catanzaro 19/12/2002

Ordine di Servizio n° 10/2002

REGOLAMENTO SUI SEGNALI

- Art.2 - Modifica comma A

(Approvazione U.S.T.I.F. n° 3328 del 25 Ottobre 2002)

Con decorrenza dal 20 Gennaio 2002 la pagina 4 del Regolamento sui Segnali di cui al Provvedimento dell'U.S.T.I.F. di Bari n° 802 del 20/3/1995 resta annullata e sostituita dall'allegato al presente Ordine di Servizio.

IL DIRETTORE GENERALE

D.P.R.753/80

(Dott. Ing. Ernesto Gigliotti)

SEZIONE 25

- BONIFICA ORDIGNI ESPLOSIVI (B.O.E.) -

INDICE

- 1.0. Generalità
- 1.1. Taglio vegetazione
- 1.2. Bonifica ordigni esplosivi

1.0. Generalità

I lavori di bonifica da ordigni esplosivi dovranno essere condotti sotto l'esatta osservanza di tutte le condizioni e norme di seguito esposte.

L'appaltatore dovrà comunicare alla competente Autorità Militare nella cui giurisdizione ricade l'area da bonificare:

- la data di inizio dei lavori;
- l'elenco del personale tecnico specializzato (dirigenti, tecnici, assistenti tecnici, rastrellatori, artificieri ecc.) che dovrà essere in possesso di brevetti di idoneità all'impiego, rilasciati dal Ministero della Difesa, nonché l'elenco del personale ausiliario;
- l'elenco degli ordigni rinvenuti nel corso dei lavori;
- la data di fine lavori;
- la planimetria delle zone bonificate;
- la dichiarazione di garanzia prescritta dal capitolato speciale del Genio Militare.

La Stazione appaltante potrà richiedere alla stessa Autorità Militare :

- la consulenza tecnica;
- i sopralluoghi del personale dell'A.M;
- il collaudo tecnico al termine dei lavori o in corso d'opera.

L'Appaltatore eseguirà i lavori con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone e alle cose, osservando, a tale scopo, le particolari norme tecniche specificate nel Capitolato edito dal Ministero della Difesa Esercito – Direzione Generale dei lavori, del demanio e dei materiali del Genio, per la bonifica da ordigni esplosivi residuati bellici, nonché le vigenti prescrizioni di pubblica sicurezza per il maneggio, uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi.

L'Appaltatore assume ogni e qualsiasi responsabilità, sia civile che penale, tanto nei riguardi del proprio personale quanto verso terzi, per danni di qualsiasi natura comunque e dovunque derivanti dai lavori di bonifica oggetto del contratto.

L'Appaltatore, alla fine dei lavori, dovrà rilasciare esplicita dichiarazione per garantire la completa bonifica da mine e da altri ordigni esplosivi residuati bellici di qualunque genere della intera zona assegnata.

L'Appaltatore dovrà attenersi nella esecuzione dei lavori, alle disposizioni del direttore dei lavori per conto della Stazione appaltante, specie nei riguardi delle precauzioni da osservare per assicurare la continuità e la sicurezza dell'esercizio ferroviario.

Per l'esecuzione dei lavori di bonifica l'Appaltatore dovrà disporre delle necessarie idonee attrezzature ed in particolare di apparecchi rilevatori con sensibilità non inferiore a cm. 30 e cm. 100 di profondità e di attrezzature di perforazione per la localizzazione di ordigni esplosivi posti a profondità maggiori di cm. 100 a partire dal piano di campagna. Sono compresi tutti gli oneri relativi al trasporto, posizionamenti, spostamenti e ritrasporti delle attrezzature per la ricerca e per l'esecuzione dei fori nonché gli oneri derivanti dall'eventuale rivestimento del foro.

L'Appaltatore è tenuto ad assicurare il necessario servizio di pronto soccorso d'urgenza agli operai per il caso di incidenti per scoppio di ordigni esplosivi (infermiere, autoambulanza, materiali sanitari ecc.).

Tutti i prezzi di tariffa sono comprensivi degli oneri relativi alle speciali soggezioni, forme di assicurazione, maggiorazioni ecc. inerenti il lavoro e gli speciali rischi che il medesimo

comporta, in particolare in conseguenza delle interruzioni delle operazioni di bonifica durante il transito dei convogli ferroviari.

Al collaudo tecnico procederà l'A.M. dietro richiesta dell'Amministrazione con emissione di relativo verbale di garanzia da consegnare al collaudatore incaricato dall'Amministrazione, al quale spetterà di emettere il certificato di collaudo amministrativo.

L'Appaltatore dovrà avere cura nello svolgimento delle attività di bonificare alla presenza di servizi a rete, sia aerei che interrati, restando suo onere qualsiasi ripristino in caso di rotture di reti (idriche e fognarie) e qualsiasi accorgimento sul tipo di attrezzatura da impiegare per evitare pericoli da contatti elettrici.

L'appaltatore dovrà provvedere alla preparazione di tutta la documentazione occorrente per l'autorizzazione della bonifica da ordigni bellici al reparto Infrastrutture dell'Esercito – Ufficio BCM (di competenza) ed alla gestione di tutto l'iter autorizzativo, sino all'emissione del certificato di garanzia, compreso il sostenimento delle eventuali spese ed oneri relative a verifiche e sopralluoghi da parte delle Autorità Militari. L'appaltatore dovrà inoltre provvedere alla tenuta di una planimetria in scala adeguata su cui riportare le aree bonificate suddivise in zone da mt 50 per mt 50 dette campi e numerate secondo una sequenza logica. In calce a detta planimetria dovrà essere apposta una dichiarazione sottoscritta da ciascun rastrellatore che ha provveduto alla bonifica dei campi loro assegnati con indicazione degli stessi.

I lavori di bonifica dovranno essere condotti secondo quanto previsto dagli articoli di lavoro del Capitolato B.C.M. edito dal Ministero della Difesa (edizione 1984).

Nessuna proroga sarà concessa ai termini di esecuzione dei lavori in relazione al tempo occorrente per l'acquisizione della dichiarazione di garanzia da parte dell'ufficio preposto dell'autorità militare.

L'appaltatore dovrà:

a) notificare, all'Autorità militare con congruo anticipo, la data di inizio dei lavori e della presumibile ultimazione;

b) inviare allo scrivente copia del verbale di consegna lavori, redatto dalla Stazione Appaltante, contenente quantità e tipo dei lavori di bonifica ordinati. Tale documento è indispensabile per ottenere, a fine lavori, il verbale di constatazione di buona esecuzione da parte di questo Reparto;

c) trasmettere, prima dell'inizio dei lavori:

l'elenco di tutto il personale (brevettato e non) che sarà impiegato negli stessi, corredato della fotocopia del relativo brevetto nonché della copia conforme del corrispondente libro matricola;

l'elenco del materiale e delle attrezzature che verranno impiegate, specificando relativamente agli apparati rilevatori la marca, il tipo ed il numero di matricola;

d) segnalare tempestivamente assunzioni, licenziamenti, trasferimenti ed ogni altra variazione riferita al personale, nonché sospensioni, riprese ed ultimazione lavori;

e) curare la tenuta del diario lavori, dei registri del personale, degli attrezzi e degli ordini rinvenuti;

f) riportare, giornalmente sul predetto diario, la quantità dei lavori eseguiti, l'apparato rilevatore utilizzato e le relative modalità di impiego. Detto diario dovrà essere sottoscritto dal rastrellatore impiegato nella ricerca e dall'Assistente Tecnico BCM;

g) impiegare il personale specializzato limitatamente per le attività di rilevamento e scoprimiento dell'ordigno e secondo le competenze e responsabilità di cui al paragrafo C delle Prescrizioni Generali del Capitolato BCM. In particolare si precisa che le operazioni di scoprimiento dell'ordigno dovranno essere effettuate in modo da evitare qualsiasi spostamento

dello stesso dalla posizione in cui si trova. Qualora durante la fase di scoprimento l'ordigno presentasse caratteristiche di pericolosità, dovranno essere immediatamente sospese dette lavorazioni.

h) denunciare immediatamente il rinvenimento di tutti gli ordigni esplosivi di qualsiasi genere e natura alla competente stazione dei Carabinieri, preventivamente informata dell'esecuzione dei lavori di ricerca;

i) inoltrare tempestivamente la segnalazione scritta (anche telegrafica o via fax) alla Prefettura, e, per conoscenza a questo Reparto, al Comando Stazione Carabinieri ed al Comando FOD di San Giorgio A Cremano per attivare la procedura della "Bonifica Occasionale" volta alla rimozione e/o brillamento degli ordigni da parte del personale artificiere;

j) porre in atto la segnaletica di pericolo e tutti gli accorgimenti ritenuti necessari, da valutare di volta in volta in funzione dei luoghi per evitare che estranei posano avvicinarsi all'ordigno e allo scavo effettuato;

k) mettere, qualora intenda richiedere una verifica sull'area di bonifica, a proprie spese a disposizione di questo 10° Reparto Infrastrutture, un'autovettura con relativo conducente per raggiungere la località del sopralluogo richiesto.

Successivamente alla conclusione dello specifico lavoro dovrà, altresì, fornire a proprie spese, per le operazioni finalizzate al rilascio del verbale di constatazione, idoneo automezzo con conducente alla scrivente, qualora quest'ultima non abbia all'occorrenza disponibilità di propri mezzi di trasporto.

1.1. Taglio vegetazione

Il taglio della vegetazione dovrà essere eseguito in tutte quelle zone ove la presenza della stessa ostacola l'uso delle apparecchiature cercamine e sarà effettuato da manovali specializzati BCM sotto il controllo di uno sminatore.

Nel tagliare la vegetazione non dovranno essere esercitate pressioni sul terreno da bonificare e dovranno essere rispettate tutte le eventuali piante di alto fusto e tutte le matricine da lasciare in zona, salvo diverse disposizioni del direttore dei lavori per conto della Stazione appaltante.

Nel prezzo unitario sono compresi e compensati anche gli oneri per l'allontanamento e l'accatastamento in zona già bonificata, ed il trasporto a rifiuto su aree da provvedersi a cura e spese dell'Appaltatore, delle materie provenienti dal taglio della vegetazione.

1.2. Bonifica ordigni esplosivi

L'Appaltatore dovrà attenersi a tutte le prescrizioni e disposizioni che l'Autorità Militare riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica.

Per l'identificazione degli operai che saranno impiegati nei lavori, l'Appaltatore dovrà uniformarsi alle disposizioni che verranno impartite dall'ufficio del direttore dei lavori per conto della Stazione appaltante, assoggettandosi agli oneri che ne deriveranno. Il personale tecnico specializzato (dirigenti, tecnici, assistenti tecnici, rastrellatori, artificieri ecc.) dovrà essere in possesso di brevetti di idoneità all'impiego non scaduti, rilasciati dal Ministero della Difesa.

SEZIONE 25

- OPERE DI FINITURA, ARREDI e IMPIANTI DELLE FERMATE -

INDICE

1. Generalità.....	6
Lavorazioni.....	6
Descrizione sommaria delle opere.....	6
1- Banchina	6
2- Pensilina:.....	7
3- Locali tecnici:	7
4- Illuminazione:	7
5- Scale e rampe:.....	8
6- Segnaletica:.....	8
7- Arredo:.....	8
8- Impianti:.....	9
Osservazioni e rimandi	9
1- Superamento delle barriere architettoniche:	9
2. Demolizioni in genere	10
Demolizioni - Generalità	10
Demolizioni Totali di fabbricati	11
Demolizioni e Rimozioni	13
1- Demolizione di murature	13
2- Demolizione di tramezzi.....	13
3- Demolizione di intonaci e rivestimenti.....	13
4- Demolizione di pavimenti.....	14
5- Rimozioni Manufatti decorativi e opere di pregio	14
6- Rimozioni Serramenti e cancelli.....	14
7- Demolizione Controsoffitti.....	15
8- Demolizioni Tamponamenti e intercapedini.....	15
9- Demolizioni Sottofondi.	16
10- Rimozioni Manti impermeabilizzanti e coperture discontinue.....	16
11- Rimozioni Sporti, aggetti, cornicioni e manufatti a sbalzo.....	17
12- Rimozioni Lattonerie.....	17
13- Demolizioni Parti strutturali in elevazione, orizzontali e verticali.	17
14- Dismissione impianti sanitario ed elettrico.....	18
15- Impianto riscaldamento	18

16-	Fognature	18
17-	Rimozione e smontaggio di rivestimenti lapidei	19
18-	Rimozione e smontaggio di elementi contenenti amianto	19
19-	Bonifica manufatti contenenti amianto	20
3.	Qualità dei materiali e dei componenti.....	24
	Campi di impiego	24
	Tolleranze geometriche	24
	Caratteristiche tecnico-prestazionali chiusure verticali	24
1-	Elementi di laterizio e calcestruzzo	24
2-	Prodotti per pareti esterne e partizioni interne	24
	Caratteristiche tecnico-prestazionali finiture e rivestimenti	26
1-	Prodotti di pietre naturali o ricostruite	26
2-	Prodotti per pavimentazione	27
3-	Prodotti per rivestimenti interni ed esterni	30
	Caratteristiche tecnico-prestazionali opere di impermeabilizzazione	32
1-	Prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane	32
	Caratteristiche tecnico-prestazionali infissi	35
4.	Modalità di esecuzione delle Opere Civili	37
	Esecuzione coperture continue (piane)	37
	Opere di impermeabilizzazione	39
	Massetti	41
	Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne	41
	Intonaco civile interno ed esterno	43
	Pavimenti e pavimenti loges per non vedenti e mappe tattili	44
1-	Esecuzione delle pavimentazioni	45
	Sistemi per rivestimenti interni ed esterni	48
	Controsoffitti	51
	Inferriate, cancellate, cancelli	52
	Porte interne ed esterne in acciaio	53
	Opere di vetratura e serramentistica	54
	Elementi di arredo	55
	Materiali per la pulizia di manufatti lapidei e per consolidamenti	56

5. Impianti delle Fermate.....	67
PREMESSA	67
DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE.....	67
1- Elenco impianti di progetto.....	67
2- Lavorazioni annesse alle installazioni previste.....	70
3- Osservazioni e rimandi	70
OSSERVANZA DELLE LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI	71
1- Premessa	71
2- Prevenzione infortuni.....	71
3- Inquinamento atmosferico, delle acque ed acustico	72
4- Norme per la sicurezza degli impianti – Dichiarazione di conformità	73
5- Norme tecniche di riferimento	73
DATI DI PROGETTO E PRESCRIZIONI TECNICHE	74
1- Premessa	74
2- Dati tecnici di progetto impianti elettrici.....	74
3- Dati tecnici di progetto impianti meccanici	75
DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	76
1.1. Impianto di luce e forza motrice	76
4- Riferimenti normativi	76
5- Quadri elettrici	77
6- Interruttori automatici	79
7- Distribuzione dell'energia.....	81
8- Pozzetto di raccordo illuminazione esterna	82
9- Cavi di Bassa Tensione.....	82
10- Prese.....	83
1.2. Impianto di terra.....	84
1.2.1. Costituzione dell'impianto	84
1.2.2. Collegamenti Equipotenziali e di Terra.....	84
1.2.3. Dispersore.....	85
1.2.4. Distribuzione dell'Impianto di Terra	85
1.3. Impianto TVCC.....	85
1.3.1. Riferimenti normativi	85
1.3.2. Classificazione e costituzione dell'impianto	86
1.3.3. Zone da sorvegliare	86

1.3.4.	Numero e tipo di unità di ripresa	87
1.3.5.	Sorgenti luminose	87
1.3.6.	Rete di interconnessione	87
1.3.7.	Centri di controllo	87
1.4.	Impianto diffusione sonora	88
1.4.1.	Riferimenti normativi	88
1.4.2.	Descrizione impianto	88
1.5.	Impianto segnale	89
1.5.1.	Cavi	89
1.5.2.	Tubi protettivi	89
1.5.3.	Scatole di derivazione	89
1.5.4.	Pozzetto di predisposizione	90
1.6.	Impianto adduzione acqua	91
1.6.1.	Contatore	91
1.6.2.	Tubazioni	92
1.6.3.	Valvole e saracinesche e rubinetti	92
1.6.4.	Produzione acqua calda sanitaria servizi igienici	92
1.7.	Impianto smaltimento acque reflue	92
1.7.1.	Tubazioni	92
1.7.2.	Rivestimenti insonorizzanti	93
1.7.3.	Pozzetto di ispezione	93
1.8.	Impianto estrazione forzata servizi igienici	93
1.9.	Impianto smaltimento acque meteoriche	93
1.9.1.	Canalette di drenaggio	94
1.9.2.	Tubazioni	94
1.9.3.	Gruppi di sollevamento	94
1.9.4.	Pozzetti per gruppi di sollevamento	94
1.9.5.	Pozzetti diaframmati	94

1. Generalità

Il presente Disciplinare descrittivo e prestazionale contiene le indicazioni di massima che devono essere sviluppate nei successivi livelli di progettazione relative alle necessità funzionali, requisiti e specifiche prestazioni che dovranno essere presenti nell'intervento riguardante gli elementi architettonici e le soluzioni di arredo a servizio delle stazioni previste nell'ambito del nuovo Collegamento metropolitano ferroviario tra la nuova stazione FS di Catanzaro in località Germaneto e la stazione di Catanzaro Sala, nonché dell'adeguamento a linea metropolitana della rete ferroviaria esistente nella valle della Fiumarella tra Catanzaro Sala e Catanzaro Lido.

Lavorazioni

Le principali categorie delle opere riguardano la realizzazione o la posa in opera di :

Pavimentazione delle stazioni, dei sottopassi e dei locali tecnici e di servizio

Rivestimento delle stazioni, dei sottopassi e dei locali tecnici e di servizio

Soffitti o controsoffitti locali tecnici e di servizio

Finiture di scale e rampe

Finiture della pensilina

Cancelli, balaustre, recinzioni ed altre opere in ferro non strutturali

Accessori, arredi ed elementi di segnaletica

Infissi

Opere in lattoneria

Impianti delle fermate

Descrizione sommaria delle opere

Le opere edili possono essere così sintetizzate, in riferimento agli elementi architettonici in oggetto:

1- Banchina

La pavimentazione dei marciapiedi delle banchine è in masselli di cls autobloccante vibrocompresso a doppio strato di colore grigio scuro, dello spessore di 4-6 cm, con finitura superficiale liscia; questa scelta è stata effettuata anche per dare un segno di continuità con la nuova Stazione F.S. di Catanzaro Germaneto, da cui origina il tratto Germaneto-Sala; il ciglio di banchina è in cordoli prefabbricati di calcestruzzo di colore grigio; su ogni marciapiede è presente la fascia di sicurezza gialla in cemento e graniglia di quarzo sferoidale.

La banchina presenta una profilatura trasversale con pendenza verso il corpo stradale ferroviario, per facilitare il deflusso delle acque meteoriche.

Lo spazio della banchina è protetto dall'esterno con un sistema di cancellate metalliche, che possono essere chiuse quando la linea non è in esercizio. Le recinzioni sono costituite da pannelli grigliati in acciaio zincato elettroforgiato, collegati tondini lisci di diametro 5 mm. Hanno bordi orizzontali e piantane in ferro bugnato zincato a caldo con collegamenti effettuati tramite bulloni di acciaio inox zincati, del tipo antisvitamento.

Le cancellate sono in ferro zincato, composte da strutture realizzate mediante profilati scatolari a sezione rettangolare e fasce verticali di chiusura, di spessore 5 mm, fissate mediante saldatura. Sono realizzate come elementi ad anta singola o doppia, con serratura di sicurezza.

2- Pensilina:

L'architettura della pensilina è il vero tratto distintivo delle fermate della linea metropolitana. Concepita come una struttura continua di parete e copertura, è tendenzialmente chiusa verso l'esterno ed aperta verso il fascio dei binari.

Ha struttura metallica, con profili d'acciaio zincati e verniciati.

Il manto esterno di copertura, incassato fra le travi della struttura principale, è in pannelli sandwich di lamiera grecata. Il canale di gronda è a filo della parete, ed il discendente corre nell'intercapedine fra i due manti di rivestimento.

Il rivestimento interno è in lamiera metallica zincata e verniciata con colori brillanti. Questo provvede una superficie interna continua, luminosa e vivace, in netto contrasto con il prospetto esterno, ritmato dal passo strutturale e segnato dalla sagomatura delle lamiere grecate di rivestimento.

I telai della struttura si ancorano sul parapetto in c.a. solidale con lo scatolare che contiene le discenderie; questo parapetto di altezza 1 metro funge da protezione per lo spazio di banchina e disegna un basamento continuo, interrotto solo in corrispondenza dell'accesso.

Un secondo appoggio è previsto fra la parete longitudinale della discenderia e il ciglio di banchina, a sostenere lo sbalzo di copertura.

Nelle sue diverse modulazioni tipologiche questa pensilina si trova a dover mediare fra diverse quote di imposta del terreno esterno e del piano del ferro (Campus Universitario, Pistoia) mantenendo tuttavia le stesse caratteristiche essenziali.

Nei casi di banchina centrale (Corvo, Aranceto), la struttura della pensilina diventa simmetrica, con due appoggi ai lati delle discenderie e due sbalzi simmetrici a coprire i due lati della banchina.

Altri casi prevedono l'utilizzo della pensilina a coprire le sole discenderie isolate (Aranceto, Sala, Corvo); o a coprire banchine centrali prive di sottopasso (Lido, Sala, Germaneto); o infine a coprire banchine ad un solo binario prive di sottopasso (Cittadella).

3- Locali tecnici:

In tre stazioni/fermate sono presenti alcuni locali tecnici. A Germaneto sono realizzati come un volume autonomo in muratura, che conclude il marciapiede della nuova banchina verso la scarpata; a Campus Universitario ed a Dulcino fanno parte del sistema architettonico della pensilina.

I locali tecnici hanno muratura in blocchetti di cls di spessore 12 cm, rivestimento esterno in intonaco premiscelato con malta fine di pozzolana per esterni, tinteggiato con idropittura lavabile di colore bianco; le pareti interne sono in mattoni forati posti in foglio di spessore 8 cm, intonacate con intonaco premiscelato di malta fine di pozzolana per interni (spessore circa 15 mm) e tinteggiate con idropittura lavabile di colore bianco.

Hanno pavimento in grès ceramico e zoccolatura in grès fine porcellanato con aggiunta di ematite e zirconio, di colore grigio scuro e spessore di 14 mm; le soglie sono in lastre di pietra di trani scura, poste in opere con malta bastarda.

I locali igienici hanno rivestimento delle pareti interne realizzato con piastrelle di ceramica smaltata monocottura con superficie liscia o semilucida, formato 20x25, colore grigio e bianco montati a mosaico. Le porte sono in acciaio zincato preverniciato, dello spessore di 40 mm, con riempimento in nido d'ape di cartone e serratura di sicurezza.

I locali sono areati direttamente dall'esterno ovvero hanno impianti di areazione meccanica.

4- Illuminazione:

Il sistema di illuminazione della banchina è integrato con il sistema architettonico della pensilina, ed è costituito da plafoniere incassate in tagli continui del rivestimento interno in lamiera metallica.

Si prevede l'illuminazione dei piazzali e delle aree circostanti le fermate con corpi illuminanti montati su pali di diversa altezza.

5- Scale e rampe:

le scale e le rampe sono contenute entro strutture scatolari di cemento armato che fungono da pareti di sostegno contro terra; hanno pavimentazione in lastre di granito; zoccolatura in pietra; pareti di cemento armato a vista, protetto con vernici speciali.

I corrimano sono in tubolare metallico.

Tutte le scale e le rampe hanno larghezza di cm 170, al lordo dei corrimano.

6- Segnaletica:

Il sistema della segnaletica comprende:

- le insegne delle fermate in corrispondenza degli accessi e lungo le banchine;
- le mappe per l'orientamento
- le indicazioni per l'utenza
- il sistema LOGES per i non vedenti

Le insegne delle fermate avranno un unico font, ricorrente in tutta la linea.

Sono concepite come fasce segnaletiche a parete in lamiera pressopiegata di acciaio zincato preverniciato su sottostruttura in acciaio zincato; sono colorati ed illuminati e rappresentano un deciso segno grafico di riconoscibilità della linea.

Sono previsti elementi segnaletici sospesi in lamiera pressopiegata in acciaio zincato preverniciato, riportanti in ogni stazione le informazioni principali con il nome della fermata.

Le mappe per l'orientamento saranno sorrette su supporti in lamiera sp. 5 mm delle dimensioni indicative di 1x1 ml; saranno collocate in ogni stazione, in prossimità della biglietteria automatica; saranno raggiunte dalla segnaletica a terra per non vedenti (sistema LOGES)

Il sistema LOGES (LINEA DI ORIENTAMENTO GUIDA E SICUREZZA) è un linguaggio speciale, impresso su piastrelle in grès, in grado di garantire una maggiore autonomia e sicurezza ai disabili visivi nei loro spostamenti. Il sistema risponde a tutti i requisiti della normativa vigente in materia di eliminazione delle barriere architettoniche.

7- Arredo:

Le scelte per l'arredo sono improntate alla massima semplicità e durevolezza dei materiali e dei componenti impiegati.

In ogni fermata la seduta è integrata al sistema della pensilina; la panca è realizzata in lamiera di acciaio microforata piegata e saldata, su sottostruttura in acciaio zincato sospesa alla struttura in c.a. di sostegno della pensilina. Ne risulta un segno continuo ed unitario che accompagna e sottolinea l'andamento della banchina.

Altri arredi come i cestoni portarifiuti in metallo, totem informativi e rastrelliere per le biciclette in ferro zincato, saranno collocati nelle diverse fermate.

Le fermate saranno provviste di emettitrici automatiche di biglietti e di obliterate, del tipo comunemente in uso presso le stazioni ferroviarie; di orologio rivestito in acciaio zincato, con superficie trasparente in vetro infrangibile; di altoparlante; di fontanella prefabbricata in cls con rubinetteria in ottone; di colonnina SOS rivestita in materiale plastico di colore arancio o rosso su sottostruttura in acciaio zincato.

Gli arredi esterni ovvero urbani, quali sedili e panche, beverini o gettacarte, dissuasori e bordi delle fontane, sono previsti con gli spigoli arrotondati con raggio minimo mm.50 e tali da evitare ogni contundenza per gli utenti.

8- Impianti:

Ogni stazione o fermata sarà dotata dei seguenti impianti:

- luce e forza motrice;
- impianti meccanici;
- impianti di diffusione sonora;
- Impianti di videosorveglianza;
- biglietteria automatica.

Osservazioni e rimandi

Per le descrizioni particolareggiate delle opere edili così sommariamente indicati si rimanda a quanto detto agli articoli successivi, agli elaborati ed ai disegni allegati.

1- Superamento delle barriere architettoniche:

Il progetto delle fermate è redatto nel rispetto delle norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche ai sensi del DPR 24 luglio 1996 n. 503, che rinvia alle disposizioni contenute nel Decreto Min. LLPP 14/06/89 n. 236.

I percorsi interni alle stazioni sono piani; le rampe hanno pendenza dell'8%, con pianerottoli di riposo ogni 10 metri.

Laddove non sia stato possibile realizzare rampe regolamentari sono stati introdotti ascensori (vedi Fermata Santa Maria).

Anche all'esterno le pavimentazioni sono di norma orizzontali, ovvero con pendenza massima dell'8% in modo da consentire un agevole transito da parte di persone su sedia a rotelle.

I pavimenti antisdrucciolevoli assumono coefficiente di attrito come previsto e misurato secondo il metodo della B.C.R.A. di 0,40 di cuoio su pavimentazione asciutta e di 0,40 di gomma dura su pavimentazione bagnata.

Pavimenti grigliati, lì dove tecnicamente necessari, sono previsti in acciaio inox a maglia stretta 15x76 che non costituisce impedimento o pericolo rispetto a ruote.

Scale esterne e cordone presentano un andamento regolare ed omogeneo lungo l'intero sviluppo.

I gradini sono di altezza massima 17 cm. e pedata larga 30, tale che la somma tra il doppio dell'alzata e la pedata risulti uguale a 64 cm.; hanno spigoli anteriori arrotondati anti-infortunio; i rampanti hanno numero di gradini non inferiore a tre e non superiore a 15; parapetti pieni di altezza minima un metro; corrimano in acciaio di diametro 54 mm., di facile prendibilità, distante dal filo interno del parapetto almeno 10 cm.; larghezze non inferiori a 120 cm., variabili secondo esigenze di flusso in ragione di moduli di 60 cm.

All'interno delle aree-parcheggio a servizio dell'area, contrassegnati da apposito segnale di cui all'art. 120 del DPR 16.12.92 n.495, saranno previsti stalli speciali da 3,20x5.00 mt., ad uso esclusivo dei portatori di handicap. Gli stalli speciali, proporzionati in genere in ragione di uno ogni 50, saranno ubicati in posizione baricentrica rispetto alle stesse aree di parcheggio; pavimenti in genere in modo da evitare asperità che possano impedirne l'uso. Nei tratti di attraversamento di strade carrabili sono previste due strisce pedonali a rilievo costituenti segnale alla deambulazione anche per i non vedenti.

2. Demolizioni in genere

Demolizioni - Generalità

Murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), (ponti, viadotti ad arco e non, cavalcavia, scatolari ecc.), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

scalpellatura a mano o meccanica; martello demolitore; o clipper attrezzature di taglio ad utensili diamantati; agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

Inoltre l'impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per evitare danni ambientali ed in particolare la caduta di frammenti nei corsi d'acqua (o altre emergenze ambientali) ed il danneggiamento di questi con le strutture provvisorie ed i mezzi d'opera.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire.

In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli intempestivi.

I lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso e devono essere condotti in maniera da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento di quelle eventuali adiacenti, e in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione appaltante, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'Imprenditore e dal dipendente Direttore dei lavori, ove esista, e deve essere tenuto a disposizione degli Ispettori di lavoro.

È vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso convogliandoli in appositi canali il cui estremo inferiore non deve risultare ad altezza maggiore di due metri dal livello del piano di raccolta. I canali suddetti devono essere costruiti in modo che ogni tronco imbocchi nel tronco successivo; gli eventuali raccordi devono essere adeguatamente rinforzati. L'imboccatura superiore del canale deve essere sistemata in modo che non possano cadervi accidentalmente persone. Ove sia costituito da elementi pesanti od ingombranti, il materiale di demolizione deve essere calato a terra con mezzi idonei.

Durante i lavori di demolizione si deve provvedere a ridurre il sollevamento della polvere, irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta.

La demolizione dei muri deve essere fatta servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione.

Gli obblighi di cui sopra non sussistono quando si tratta di muri di altezza inferiore ai cinque metri; in tali casi e per altezze da due a cinque metri si deve fare uso di cinture di sicurezza.

Inoltre, salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti da altre parti.

Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata; la successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti pericolosi ai lavoratori addetti.

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Impresa, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro arresto e per evitare la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto o in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre essere trasportati dall'Impresa fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Nel preventivare l'opera di demolizione e nel descrivere le disposizioni di smontaggio e demolizione delle parti d'opera, l'appaltatore dovrà sottoscrivere di aver preso visione dello stato di fatto delle opere da eseguire e della natura dei manufatti.

Demolizioni Totali di fabbricati

La presente specifica definisce le modalità di esecuzione dei lavori di demolizione delle strutture in c.a. e in muratura.

L'Appaltatore deve usare particolare cura durante i lavori di demolizione di opere e/o manufatti adiacenti a costruzioni che devono essere preservate non essendo queste comprese nel progetto delle demolizioni.

L'Appaltatore deve adottare tutti i provvedimenti atti ad evitare danni ed a garantire l'incolumità delle persone e delle cose. L'Appaltatore sarà responsabile civilmente e penalmente dei sinistri che comunque dovessero insorgere in conseguenza delle demolizioni.

Le demolizioni devono essere eseguite secondo i progetti e le eventuali prescrizioni forniti dalla Committente all'atto dell'esecuzione. I materiali provenienti dalle demolizioni restano di proprietà della Committente.

Comunque i materiali eventuali non utilizzabili e/o non ritenuti idonei dalla committente devono essere portati a rifiuto nei luoghi di scarico. Preventivamente devono essere effettuati test di cessione a 16 gg (come previsto nell'allegato 3 al Decreto del Ministero dell' Ambiente 05/02/1998 e s.m.i. *"Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli artt. 31 e 33 del D. Lgs. 5/02/1997 n° 22"*) di un campione di materiale da sottoporre ad analisi e successive analisi degli eluati per tutti i parametri previsti da tale normativa.

Le demolizioni potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione e a qualsiasi altezza. E' vietato l'impiego di macchinari a percussione, ossia l'uso di martello pneumatico o meccanico. Saranno impiegati i mezzi previsti in progetto e ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, di seguito indicati insieme alle lavorazioni rispettive.

Frantumatori e cesoie di tipo idraulico – Frantumazione primaria

La tecnologia permette di controllare in modo graduale l'azione di demolizione, con assenza di impatti e vibrazioni, nonché con produzione di polveri e rumorosità contenute, consentendo inoltre ritmi più veloci rispetto a quelli a percussione, senza provocare danni alle strutture da mantenere. I frantumatori e cesoie idrauliche sono applicabili al braccio di un escavatore ed utilizzano il circuito idraulico per il loro funzionamento e sono dotate di rotazione idraulica a 360° continua che consente di demolire e frantumare le strutture in cemento armato dalla posizione più razionale.

Il contenimento delle polveri è previsto con l'abbattimento a veli d'acqua, che dovranno essere prodotti da ugelli incorporati nel complesso cesoia/braccio meccanico, in modo da operare immediatamente alla sorgente della pulverulenza. Non si ritiene invece necessario prevedere un abbattimento indipendente esterno, viste le limitate dimensioni del corpo di fabbrica e la sua non immediata adiacenza ad edificazioni sensibili da questo punto di vista (p.e. ospedali).

Deferrizzazione – Frantumazione secondaria

Deferrizzazione con piastra magnetica a magnete fisso inserito tra trituratore e mulino per prevenire rotture delle lame del granulatore in caso di accidentale inserimento di parti metalliche di spessore elevato. I demolitori sono applicabili al braccio di un escavatore ed utilizzano il circuito idraulico per il loro funzionamento. Tale attrezzatura è impiegata per la frantumazione del calcestruzzo proveniente dalla demolizione primaria di strutture, liberandole dai ferri delle armature, permettendo il riutilizzo del calcestruzzo come materiale di risulta e dell'acciaio da rottamare.

Attrezzature di taglio ad utensili diamantati – Taglio travi e solette

E' previsto l'impiego di troncatrici manuali a disco e/o filo diamantato che consentono il taglio del cemento armato a diverse profondità, con assenza di vibrazioni dannose, buona maneggevolezza, buona precisione. E' previsto l'utilizzo di macchinari con motorizzazioni idrauliche per il cui funzionamento è necessario l'impiego di personale qualificato.

Gli utensili di taglio per le troncatrici a disco sono dischi diamantati raffreddati ad acqua per abbattere la polvere.

Le seghe a filo diamantato consistono in una puleggia rotante che mette in movimento veloce un circuito di filo di acciaio con inanellate perle di diamante industriale distanziate tra loro da piccole molle di acciaio; il filo diamantato dovrà essere quello del tipo ad anello chiuso, raffreddato con ampi getti d'acqua.

Interventi di minimizzazione in fase di cantiere

L'utilizzo dei macchinari necessari per la demolizione primaria e secondaria e il taglio controllato delle strutture dovranno essere del tipo silenziato e le lavorazioni non dovranno avere il carattere di continuità, ma dovranno alternarsi con periodi di quiete acustica al fine di non sottoporre la popolazione esposta a lunghi periodi di stress acustico. Le recinzioni di cantiere dovranno essere dotate di pannelli con opportune caratteristiche di isolamento acustico la cui installazione sarà a cura e spese dell'Appaltatore.

In particolare dovranno essere osservate le disposizioni di cui al D.P.R. 524 del 8/06/1982 nonché del D. Lgs. 81/08 e successive modifiche in materia di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro, nonché le disposizioni di cui al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1/03/1991 sui "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", e successive integrazioni ed in ottemperanza a quanto disposto nell'ordinanza sindacale n. 151 del 21/01/1988 per quanto concerne l'uso dei macchinari ed attrezzature di cantiere. Sarà inibita qualunque attività di cantiere nel periodo notturno e dovrà essere progettata una opportuna regolamentazione oraria dei lavori nel periodo diurno, con alternanza delle fasi più rumorose con le attività a minor emissione acustica. Per le lavorazioni si dovranno limitare quelle ad alto impatto acustico in fasce orarie comprese il mattino fra le ore 7.00 e le 14.00 e il pomeriggio tra le 16.00 e le 19.00, prevedendo l'interruzione di tutte le attività nei fine settimana. I motocompressori ed i gruppi elettrogeni debbono essere opportunamente schermati, in modo che il livello di rumore ambientale non superi di 5 DBA (con sorgenti in funzione) il livello del rumore residuo misurato senza le sorgenti in funzione, dalle ore 7.00 alle ore 22.00.

Demolizioni e Rimozioni

1- Demolizione di murature

Verrà, in genere, pagata a volume di muratura concretamente demolita, comprensiva di intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza; tutti i fori, pari o superiori a 2 mq, verranno sottratti. Potrà essere accreditata come demolizione in breccia quando il vano utile da ricavare non supererà la superficie di 2 mq, ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non supererà i 50 cm.

L'appaltatore potrà re-impiegare i materiali di recupero, valutandoli come nuovi, in sostituzione di quelli che egli avrebbe dovuto approvvigionare ossia, considerando lo stesso prezzo fissato per quelli nuovi oppure, in assenza del prezzo, utilizzando il prezzo commerciale detratto, in ogni caso, del ribasso d'asta. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo netto dei lavori.

2- Demolizione di tramezzi

dovrà essere valutata secondo l'effettiva superficie (mq) dei tramezzi, o delle porzioni realmente demolite, comprensive degli intonaci o rivestimenti; detraendo eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 mq.

3- Demolizione di intonaci e rivestimenti

la demolizione, a qualsiasi altezza, degli intonaci dovrà essere computata secondo l'effettiva superficie (mq) asportata detraendo, eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 mq, misurata la luce netta, valutando a parte la riquadratura solo nel caso in cui si tratti di murature caratterizzate da uno spessore maggiore di 15 cm.

4- Demolizione di pavimenti

dovrà essere calcolata, indipendentemente dal genere e dal materiale del pavimento per la superficie compresa tra le pareti intonacate dell'ambiente; la misurazione comprenderà l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco. Il prezzo sarà comprensivo dell'onere della, eventuale, demolizione dello zoccolino battiscopa indipendentemente dalla natura.

5- Rimozioni Manufatti decorativi e opere di pregio

Per manufatti decorativi e opere di pregio si intendono tutti i manufatti di qualsiasi materiale che costituiscono parte integrante dell'edificio. Tra i quali la rimozione di strutture realizzate con qualsiasi profilato metallico, come profili metallici tipo IPE che erano utilizzate come guidovie per il trasporto delle carni, colonnine in ghisa presenti all'interno del padiglione, manufatti facenti parte dell'edificio e dei suoi caratteri stilistici, che verranno smontati con estrema cura per poi essere eventualmente riposizionati in altro luogo.

Sono altresì considerati allo stesso modo i decori o manufatti realizzati in passati allestimenti dell'edificio e volutamente occultati da successive operazioni di ristrutturazione e manutenzione. Tali manufatti potrebbero essere oggetto di tutela in quanto patrimonio storico, archeologico, architettonico e sottoposti a vincolo da parte dell'autorità competente.

La Stazione appaltante segnalerà per iscritto all'Appaltatore, prima dell'avvio delle opere (inizio lavori), la presenza di manufatti di decoro o di pregio estetico connessi o fissati ai paramenti murari, soffitti, pavimenti, ecc. di cui si intende salvaguardare l'integrità.

Per ogni altro manufatto decorativo applicato o integrato nella costruzione l'Appaltatore potrà procedere con i mezzi di demolizione, ove previsto dalle indicazioni di progetto, nei tempi e nelle modalità ritenute utili.

Durante i lavori di demolizione il ritrovamento di decori o manufatti di evidente pregio storico, tipologico, sacro, artistico, o comunque di pregevole manifattura saranno immediatamente segnalati alla Direzione dei Lavori che, di concerto con la Stazione appaltante, indicherà all'Appaltatore le condizioni e le operazioni necessarie alla salvaguardia e rimozione del manufatto, al loro temporaneo stoccaggio in luogo protetto e opportunamente assicurabile.

Ogni occultamento o rovina dolosa di tali manufatti o decori, prima o dopo la loro asportazione e fino alla loro permanenza in cantiere, sarà motivo di annullamento del contratto e rivalsa della Stazione appaltante nei confronti dell'Appaltatore attraverso azione sulle garanzie fideiussorie prestate alla sottoscrizione del Contratto.

6- Rimozioni Serramenti e cancelli

Per serramenti si intendono tutti i sistemi di protezione delle aperture disposte sull'involucro esterno dell'edificio, nello specifico cancelli e portoni in ferro, sui paramenti orizzontali e verticali interni sia intermedi che di copertura, a falde orizzontali o inclinate che siano, ad occlusione di finestre, lunette e dei lucernari di copertura. Tali serramenti potranno essere in legno, acciaio, PVC, alluminio, materiali polimerici non precisati, ecc., e sono solitamente costituiti da un sistema di telai falsi, fissi e mobili.

Prima dell'avvio della rimozione dei serramenti l'Appaltatore procederà a rimuovere tutti i vetri e abbassarli alla quota di campagna per l'accatastamento temporaneo o per il carico su mezzo di trasporto alle pubbliche discariche.

I serramenti, in caso di demolizione parziale, dovranno essere rimossi senza arrecare danno ai paramenti murari ovvero tagliando con mola abrasiva le zanche di ancoraggio del telaio o del falso telaio alla muratura medesima, senza lasciare elementi metallici o altre asperità in sporgenza dal filo di luce del vano.

Qualora la stazione appaltante intenda riutilizzare tutti o parte dei serramenti rimossi dovrà segnalare per iscritto, prima dell'inizio lavori, all'Appaltatore il numero, il tipo e la posizione degli stessi che, previa

maggiorazione dei costi da quantificarsi per iscritto in formula preventiva, saranno rimossi integralmente e stoccati in luogo protetto dalle intemperie e dall'umidità di risalita o dagli urti, separatamente dagli altri in attesa di definizione della destinazione.

7- Demolizione Controsoffitti.

Per controsoffitti si intendono i sistemi o componenti o prodotti di varia natura, forma e tipologia di ancoraggio che possono essere applicati all'intradosso delle partizioni intermedie con scopo fonoassorbente, isolante, estetico di finitura, ecc.

Tali apparati devono essere rimossi preventivamente alla rimozione dei serramenti applicati alle chiusure esterne verticali e orizzontali allo scopo di contenere la dispersione di polveri, fibre, ecc.

Prima della rimozione degli apparati di controsoffittatura l'Appaltatore dovrà accertarsi che siano state prese alcune importanti precauzioni:

- disconnessione della rete impiantistica elettrica di alimentazione degli utilizzatori presenti nel controsoffitto;
- disconnessione di ogni rete passante tra intradosso del solaio e controsoffitto;
- accertamento per prelievo ed esame di laboratorio della presenza di amianto, fibre tossiche, o altro agente di rischio per gli operatori e per gli abitanti.

Qualora il controsoffitto contenga fibre tossiche per l'organismo umano se respirate, l'ambiente oggetto della demolizione dovrà essere restituito alla Stazione appaltante previa pulitura di ogni superficie per aspirazione e certificazione scritta di avvenuta bonifica dei locali e di restituzione in condizioni di inquinamento di fondo al di sotto delle soglie di rischio.

I materiali componenti il controsoffitto, qualora sia ravvisata la presenza di fibre e sostanze tossiche per inalazione, saranno smaltite con le stesse precauzioni osservate per la sostanza tossica.

I materiali metallici componenti l'apparato di controsoffittatura sono di proprietà dell'Appaltatore che potrà valutarne l'utilizzo o lo smaltimento nei limiti consentiti dalla legislazione vigente.

8- Demolizioni Tamponamenti e intercapedini.

Per tamponamenti e intercapedini si intendono le partizioni interne opache e le chiusure verticali esterne prive di funzione strutturale atte a tamponare finestre o porte che saranno ripristinate nella loro funzione tipologica.

Prima di attuare la demolizione di tali parti strutturali l'Appaltatore dovrà effettuare sondaggi anche parzialmente distruttivi atti a verificare la consistenza materica, le altezze e gli spessori in gioco.

Prima della demolizione delle intercapedini e dei tamponamenti l'appaltatore valuterà se è il caso di lasciare i serramenti di chiusura verticale allo scopo di circoscrivere la rumorosità e la polverulenza dell'operazione, oppure di apporre apposite temporanee chiusure sulle aperture da cui i serramenti sono già stati rimossi.

Ravvisata la presenza di materiali non omogenei l'Appaltatore provvederà a effettuare una demolizione parziale delle parti realizzate in materiale inerte o aggregato di inerti procedendo dall'interno verso l'esterno e dal basso verso l'alto, rimuovendo le macerie del piano prima di iniziare le operazioni del piano superiore.

Prima della rimozione degli apparati di intercapedini e tamponamenti l'Appaltatore dovrà accertarsi che siano state prese alcune importanti precauzioni:

- disconnessione della rete impiantistica elettrica di alimentazione degli utilizzatori presenti nelle pareti;
- accertamento per prelievo ed esame di laboratorio della presenza di amianto, fibre tossiche, o altro agente di rischio per gli operatori e per gli abitanti.

Qualora le pareti contengano materiali a base di fibre tossiche per l'organismo umano, se respirate, l'ambiente oggetto della demolizione dovrà essere restituito alla Stazione appaltante previa pulitura di ogni superficie per aspirazione e certificazione scritta di avvenuta bonifica dei locali e di restituzione in condizioni di inquinamento di fondo al di sotto delle soglie di rischio.

La presenza di eventuali membrane polimero-bituminose o strati in PVC destinati a barriera vapore dovranno essere rimossi a parte e non aggregati alle macerie inerti.

La conservazione in cantiere di tali materiali dovrà tenere conto della loro facile infiammabilità.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione dei tamponamenti e delle strutture verticali.

Durante le lavorazioni l'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alle disposizioni e istruzioni per la demolizione delle strutture verticali, dovrà utilizzare attrezzature per il taglio dei ferri di armatura dei pilastri conformi alle norme di sicurezza, le demolizioni per rovesciamento, per trazione o spinta saranno effettuate solo per strutture fino ad altezza pari a m 3, l'utilizzo delle attrezzature per il rovesciamento dovranno essere conformi alle norme di sicurezza, dovrà essere garantito l'utilizzo di schermi e di quant'altro, per evitare la caduta di materiale durante l'operazione ed in ogni modo dovrà essere delimitata l'area soggetta a caduta di materiale durante l'operazione specifica.

9- Demolizioni Sottofondi.

Per sottofondi si intendono gli strati di materiale che desolidarizzano le partizioni intermedie o di chiusura orizzontale dell'edificio dal rivestimento posto in atto.

Tali sottofondi possono essere rimossi dopo che è stata verificata la disconnessione delle reti idrauliche di approvvigionamento, di riscaldamento e di fornitura della corrente elettrica che in essi possono essere state annegate.

Qualora la polverosità dell'operazione risulti particolarmente evidente e le protezioni o il confinamento ambientale siano inefficaci l'appaltatore avrà cura di bagnare continuamente il materiale oggetto dell'operazione allo scopo di attenuarne la polverosità.

Tale verifica sarà effettuata a cura dell'Appaltatore che procederà alla demolizione dei sottofondi secondo procedimento parziale o insieme alla demolizione della struttura portante. Prima della demolizione parziale del sottofondo di pavimentazione all'interno di un'unità immobiliare parte di una comunione di unità l'Appaltatore dovrà accertarsi che all'interno di questo sottofondo non siano state poste reti di elettrificazione del vano sottostante, che nella fattispecie possono non essere state disconnesse.

La demolizione parziale del sottofondo di aggregati inerti produce particolare polverulenza che dovrà essere controllata dall'Appaltatore allo scopo di limitarne e circoscriverne la dispersione.

La scelta delle attrezzature destinate alla demolizione parziale del sottofondo dovrà tenere in considerazione la natura della struttura portante, la sua elasticità, l'innescò di vibrazioni e la presenza di apparecchiature di particolare carico concentrato gravanti sul solaio portante della partizione orizzontale.

10- Rimozioni Manti impermeabilizzanti e coperture discontinue.

Per manti impermeabilizzanti si intendono le membrane di materiale prodotto per sintesi polimerica o polimero-bituminosa, che possono essere individuate nella rimozione della stratigrafia di chiusura orizzontale opaca allo scopo di garantirne l'impermeabilità.

Tali componenti devono essere rimossi prima della demolizione del sottofondo e della demolizione dello stesso solaio e a cura dell'Appaltatore devono essere accatastati in separata parte del cantiere allo scopo di prevenire l'incendiabilità di tali materiali stoccati.

La sfiammatura delle membrane allo scopo di desolidarizzarne l'unitarietà nei punti di sovrapposizione sarà effettuata da personale addestrato all'utilizzo della lancia termica e al camminamento delle coperture, dotato di idonei dispositivi individuali di protezione, previsti i necessari dispositivi collettivi di protezione dalle cadute dall'alto.

11- Rimozioni Sporti, aggetti, cornicioni e manufatti a sbalzo.

Per sporti si intendono tutte le partizioni o chiusure orizzontali o inclinate che fuoriescono a sbalzo dalla sagoma dell'edificio. Tali manufatti possono essere generalmente costruiti in cemento armato, legno, acciaio; in talune occasioni hanno parti di riempimento in laterocemento, o laterizio.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione delle parti d'opera in aggetto.

L'operazione di demolizione di tali manufatti sarà eseguita dall'Appaltatore dopo aver curato la desolidarizzazione di ringhiere metalliche o lignee dalla muratura di chiusura verticale dell'edificio, con idonee cese idrauliche montate su macchina operatrice da cantiere o mediante martello demolitore con operatore posto su struttura provvisoria non ancorata alla chiusura portante solidale con il manufatto a sbalzo.

L'operatore deve preferibilmente essere posto ad una quota superiore al piano di calpestio dell'aggetto e non deve in ogni modo farsi sostenere dalla struttura a sbalzo.

La demolizione parziale o totale dello sporto avverrà solamente dopo che a cura dell'Appaltatore saranno state chiuse tutte le aperture sottostanti all'aggetto ed impedito il transito temporaneo di chiunque nella zona di possibile interferenza del crollo del manufatto.

12- Rimozioni Lattonerie.

Per lattonerie si intendono i manufatti metallici o in materiali polimerici che perimetrano le coperture, gli aggetti e gli sporti.

Tali manufatti saranno rimossi dall'Appaltatore prima di dar luogo alla demolizione strutturale del manufatto a cui sono aderenti.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione delle lattonerie.

Il loro accatastamento in cantiere deve avvenire, a cura dell'Appaltatore, in zona distante dalle vie di transito. Se si prevede un lungo stoccaggio in cantiere di tali manufatti metallici rimossi si rende necessario che l'Appaltatore provveda ad un collegamento degli stessi con un sistema temporaneo di messa a terra a protezione delle scariche atmosferiche.

Prima della loro rimozione l'Appaltatore verificherà che il manto di copertura a cui sono solidarizzati i canali di gronda non sia in amianto cemento. In tale situazione l'Appaltatore procederà a notifica all'organo di controllo procedendo in seguito a benestare dello stesso con procedura di sicurezza per gli operatori di cantiere.

13- Demolizioni Parti strutturali in elevazione, orizzontali e verticali.

Per parti strutturali in elevazione si intendono le strutture portanti fuori terra dell'edificio o del manufatto oggetto di demolizione, siano esse orizzontali o verticali.

La demolizione di queste parti dovrà avvenire a cura dell'Appaltatore una volta verificata la massima demolizione effettuabile di parti interne o esterne prive di funzione strutturale.

Tale operazione ha lo scopo di alleggerire quanto più possibile la parte strutturale del carico che su di essa grava.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione dei solai.

È cura dell'Appaltatore valutare il più idoneo strumento di demolizione delle parti strutturali tenendo in considerazione la relazione con l'intorno e gli agenti di rischio da quest'azione conseguenti.

In caso di contatto strutturale della parte portante orizzontale o verticale dell'edificio o del manufatto oggetto dell'intervento di demolizione con altri attigui che devono essere salvaguardati sarà cura dell'Appaltatore chiedere ed ottenere lo sgombero integrale degli occupanti tali edifici o manufatti limitrofi.

L'Appaltatore curerà sotto la propria responsabilità ogni intervento utile a desolidarizzare le parti strutturali in aderenza con altri fabbricati intervenendo, qualora utile a suo giudizio, anche con il preventivo taglio dei punti di contatto.

Prima della demolizione di parti strutturali in edifici che sono inseriti a contatto con altri sarà cura dell'Appaltatore testimoniare e accertarsi dello stato di integrità dei fabbricati aderenti, anche attraverso documentazione fotografica ed ogni altra attestazione che sia rivolta ad accertare lo stato degli stessi prima dell'intervento di demolizione.

14- Dismissione impianti sanitario ed elettrico

Secondo quanto indicato nelle singole voci dell'elenco prezzi, alcune lavorazioni, pur riconducibili a valutazioni geometriche, sono compensate a numero.

Tale valutazione tiene conto di interventi particolarmente onerosi nell'esecuzione in rapporto alle quantità prodotte in quanto eseguiti su edificio di interesse storico ed artistico, affrontando problematiche e tempistiche proprie di tali interventi.

La contabilizzazione verrà effettuata percentualmente in base al lavoro effettivamente eseguito fino al raggiungimento della quota unitaria stabilita nell'elenco prezzi.

La dismissione degli impianti tecnologici esistenti comprenderà: lo smontaggio dei sanitari e degli apparecchi radianti, la rimozione e il taglio di vecchie dorsali elettriche ed idriche e di schemature esistenti, la rimozione di quadri elettrici, la rimozione della caldaia nel locale tecnologico, comprese le opere murarie accessorie, compreso il carico sul mezzo di trasporto ed il trasporto alla discarica pubblica nonché l'onere di smaltimento alla discarica.

15- Impianto riscaldamento

Rimozione rete di distribuzione e terminali (radiatori, fan-coil ecc.), di impianto di riscaldamento compreso ogni onere e magistero per chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, svuotamento dell'impianto, rimozione di mensole, trasporto a rifiuto del materiale inutilizzabile nell'ambito del cantiere e quanto altro occorre: radiatori in ghisa e/o in alluminio: da 13 a 20 elementi, per radiatore

16- Fognature

Per fognature si intendono le condotte coperte o a vista atte alla raccolta ed al convogliamento delle acque nere di scarico civili e industriali presenti sulla rete privata interna al confine di proprietà dell'unità immobiliare o dell'insieme di unità immobiliari oggetto della demolizione parziale o totale.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione delle fognature.

Tale demolizione deve essere svolta dall'Appaltatore dopo aver verificato la chiusura del punto di contatto della fognatura con la rete urbana pubblica, allo scopo di evitare che macerie o altri frammenti della demolizione possano occludere tali condotte.

Le operazioni di demolizione delle condotte di scarico devono altresì avvenire con l'osservanza da parte dell'Appaltatore delle norme di protezione ambientali e degli operatori di cantieri per quanto riguarda la possibilità di inalazione di biogas o miasmi dannosi o tossici per la salute umana.

Le macerie della demolizione delle fognature saranno allontanate dal cantiere senza che i materiali da queste derivanti possano sostare nei pressi dei cantieri neanche per uno stoccaggio temporaneo non previsto e comunicato per tempo alla stazione appaltante.

La demolizione parziale delle fognature deve essere effettuata a cura dell'Appaltatore con la precauzione di apporre sezionatori sulla stessa conduttura sia a monte che a valle della medesima allo scopo di confinare l'ambito operativo ed impedire inopportune interferenze.

La verifica della presenza di materiali reflui presenti nella condotta o nelle fosse intermedie di raccolta classificabili come rifiuti speciali o tossico nocivi deve essere effettuata a cura dell'Appaltatore che provvederà di conseguenza allo smaltimento dei medesimi attraverso la procedura prevista in merito dalla legislazione vigente.

17- Rimozione e smontaggio di rivestimenti lapidei

La procedura di smontaggio di pannelli lapidei dovrà necessariamente adottare, ogni volta, la metodologia, la tecnica e gli strumenti più consoni per separare i componenti di ancoraggio che potranno variare dalle unioni con chiodature, perni e zanche in ferro a mastici e malte adesive. Qualsiasi procedura sarà adottata l'operazione di smontaggio, dovrà, essere preceduta da un accurato rilievo dello stato di fatto delle lastre di rivestimento con conseguente numerazione dei pezzi e segnatura delle facce combacianti tenendo conto dell'ordine secondo cui gli elementi saranno disancorati dal supporto, così da facilitare l'organizzazione di una corretta sequenza operativa indispensabile per, l'eventuale, rimontaggio. In questa fase sarà, inoltre, necessario sia valutare le dimensioni e il peso dei singoli manufatti da rimuovere (ovvero delle parti risultanti lo smontaggio), sia verificare se lo smontaggio potrà interessare il singolo elemento o più elementi contemporaneamente (ad es. nel caso in cui la singola lastra sia collegata o composta con altri pezzi). In linea generale si dovrà evitare, il più possibile, di ricorrere all'uso di tagli, se questi non potranno essere evitati si dovrà cercare di effettuarli (mediante l'ausilio di frullini elettrici manuali muniti di idoneo disco in ragione della consistenza del litotipo da tagliare) in punti appropriati come, ad esempio, sulla stuccatura del giunto tra lastra e torelo o nella giuntura d'angolo di due pannelli, facendo attenzione di non danneggiare i bordi così da rendere possibile il loro successivo raccostamento.

Preventivamente alla rimozione, sarà necessario predisporre idonea attrezzatura di sollevamento e calo a terra in ragione del peso e della manovrabilità delle lastre (ad es. montacarichi). Allo stesso tempo, potrà risultare utile realizzare dei presidi di sostegno ed un'opportuna operazione di preconsolidamento degli elementi (si veda gli articoli specifici) affinché il loro smontaggio possa avvenire in piena sicurezza e tutela degli operatori e dei pannelli stessi.

La prima operazione di smontaggio vero e proprio sarà quella di rimuovere gli elementi (perni, zanche ecc.) o i materiali (malte, mastici ecc.) che garantiscono la connessione dei pannelli alla struttura muraria. Nel caso di elementi metallici questa operazione potrà avvenire: se sono di modeste dimensioni (ad es. chiodature), esercitando sugli elementi una controllata trazione sfruttando il principio della leva mentre, se si tratta di elementi di una certa consistenza (ad es. zanche in ferro), ricorrendo al taglio che consente una facile asportazione successiva; in ogni caso, questa operazione, dovrà essere realizzata facendo cura di non danneggiare il pannello lapideo. Prima di distaccare del tutto il pannello dal supporto, la lastra dovrà essere messa in sicurezza imbracandola con idonei nastri telati collegati all'organo di posa a terra.

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, la procedura avrà inizio partendo da un elemento privo di decorazioni già sconnesso o degradato cosicché, in caso di perdita, non verrà a mancare una parte rilevante del rivestimento, altrimenti si potrà iniziare da un pannello (anch'esso privo di decorazioni o appartenente ad eventuali disegni di rivestimento) posto in posizione defilata, sovente, infatti, la prima operazione di smontaggio potrà comportare la rottura o la perdita del pannello.

18- Rimozione e smontaggio di elementi contenenti amianto

Bonifica mediante rimozione da materiale contenente amianto presente nelle canne fumarie e nei serbatoi idrici

La serie di interventi sarà svolta nel pieno rispetto delle normative vigenti di Legge in materia di sicurezza del lavoro specificatamente anche per lavori in presenza di amianto e saranno dettagliate nei nostri piani di lavoro presentati alla Az. USL competente per territorio.

A titolo esemplificativo, si citano le seguenti:

D.P.R. n° 547 del 27.04.55	<i>Norme per la prevenzione degli infortuni</i>
D.P.R. n° 303 del 19.05.56	<i>Norme generali per l'igiene del lavoro</i>
D.P.R. n° 164 del 07.01.56	<i>Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni</i>
D.Lgs. n° 277 del 15.08.91	<i>Attuazione delle direttive CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro</i>
L. n° 257 del 27.03.92	<i>Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto</i>
D.P.R. 8 Agosto 1994	<i>Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni ed alle Province autonome di Trento e di Bolzano per l'adozione di piani di protezione, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell'ambiente, ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto.</i>
D.M. del 06.09.94	<i>Normative e metodologie tecniche di applicazione degli art. 6 e 12 della L 257/92</i>
D.Lgs. n° 114 del 17.03.95	<i>Attuazione direttiva CEE in materia di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'ambiente causato dall'amianto</i>
Decr. Min. Sanità del 26.10.95	<i>Normative e metodologie tecniche per la valutazione del rischio, il controllo la manutenzione e la bonifica dei materiali contenenti amianto presenti nei mezzi rotabili</i>
D.Lgs. n° 242 del 19.03.96	<i>Modifiche ed integrazioni al D.Lgs 626/94</i>
D.Lgs. n° 22 del 05.02.97	<i>Attuazione delle direttive CEE sui rifiuti pericolosi e sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio</i>
D.Lgs. n° 389 del 08.11.97	<i>Modifiche ed integrazioni al D.Lgs 22/97 in materia di rifiuti, di rifiuti pericolosi, di imballaggi e di rifiuti di imballaggio</i>
D.M. n° 145 del 01.04.98	<i>Regolamento recante la definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti</i>
D.M. n° 148 del 01.04.98	<i>Regolamento recante approvazione del modello dei registri di carico e scarico</i>
D. M. della Sanità del 20.08.99	<i>Ampliamento delle normative e delle metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27.03.92, n° 257</i>
L.n.ro 443 del 21.12.01 art.15	<i>Modifica classificazione rifiuti : utilizzo nuovi codici CER2002</i>

19- Bonifica manufatti contenenti amianto

La prima operazione, oltre che delimitare e segnalare un'area operativa con nastri bicolori e con cartelli con scritte monitrici, sarà quella di allestire l'area logistica: box di cantiere impianti elettrici ed idrici, unità di decontaminazione personale, servizi igienici, area di stoccaggio dei rifiuti.

A seguito della realizzazione del cantiere si procederà alla bonifica in senso stretto dei manufatti in cemento amianto (matrice compatta) sottoforma di pensiline, canne fumarie e serbatoi idrici.

Le canne fumarie si ritrovano a parete o incassate nelle pareti perimetrali.

Per quanto riguarda i manufatti esterni si opererà mediante l'ausilio di piattaforme munite di cestello e si procederà alla nebulizzazione di miscela acqua/prodotto incapsulante sulle superfici dei manufatti.

Successivamente, saranno asportati i fissaggi e i vari spezzoni (integri e trattati) e saranno calati a terra per poi essere confezionati a norma di legge, mediante telo in polietilene e nastro adesivo.

Per quanto riguarda quelli incassati si opererà mediante l'ausilio di piattaforme munite di cestello e si procederà alla asportazione della muratura a contorno del manufatto, al fine di renderlo libero, senza rompere il manufatto stesso.

Man mano che si porterà alla luce il manufatto si procederà ad un incapsulamento dello stesso.

Una volta trattati i vari spezzoni, questi saranno rimossi e calati a terra, per poi essere confezionati a norma di legge mediante telo in polietilene e nastro adesivo.

I serbatoi idrici saranno bonificati con la nebulizzazione di prodotto incapsulante, l'inserimento degli stessi in big-bag a doppia camera a norma per confezionamento dei manufatti contenenti amianto; movimentazione degli stessi (con eventuale calo a terra mediante piattaforma o con gru se sono oltre il piano terra).

Tutti i manufatti rimossi e confezionati saranno movimentati sino allo stoccaggio provvisorio in attesa del trasporto e smaltimento.

Durante tutte le attività gli operatori saranno dotati di dispositivi di protezione individuale previsti da normativa vigente per le varie attività.

Tutti gli addetti ai lavori sono informati sulla specifica pericolosità di questa attività, ai sensi della vigente normativa di igiene del lavoro e, in particolare, ai sensi dell'art. 26 del D. Lgs. n. 277/91.

Tutti gli operatori saranno precedentemente formati e informati sulla tipologia di lavoro da svolgere, istruiti sulle specifiche tecniche di rimozione dell'amianto ed addestrati all'uso ed alla pulizia dei dispositivi di protezione individuale in dotazione.

Per quanto riguarda i servizi igienico-sanitari sarà predisposta una unità di decontaminazione.

Tutta la documentazione necessaria per lo svolgimento delle attività sopra esposte quale Piano di lavoro e della sicurezza ex-art. 34 D. Lgs. 277/91, campionamenti ed analisi effettuati da laboratorio accreditato, rapporti con gli organi competenti per territorio, tenuta dei registri di carico e scarico e dei formulari attestanti l'avvenuto corretto smaltimento saranno a carico della ditta specializzata.

Bonifica mediante rimozione da materiale contenente amianto sottoforma di coibente per tubazione, caldaia e/o guarnizioni.

Bonifica manufatti contenenti amianto in matrice friabile:

La bonifica del materiale contenente amianto in matrice friabile posto come coibentazione di un tratto di tubazione e come guarnizioni nei locali caldaia sarà eseguita con la tecnica della rimozione.

L'area sarà delimitata mediante l'installazione di una recinzione metallica leggera realizzata con pannelli.

Sulla recinzione verrà apposta opportuna cartellonistica quale: divieto di accesso ai non addetti ai lavori, specifiche attività in corso e dei DPI da utilizzare.

I cantieri delle aree di intervento, dove non siano già presenti delle recinzioni e/o delimitazioni, verranno delimitate con reti in plastica arancione da cantiere (tipo FALCON) o rete metallica tipo Defim; sulle delimitazioni verranno apposti i cartelli di divieto di accesso a tutto il personale non autorizzato, di prescrizione all'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale e di avvertimento della specifica lavorazione in atto e del conseguente rischio di esposizione.

L'impianto elettrico di ogni singolo cantiere verrà realizzato mediante l'allacciamento ad un punto di alimentazione elettrica indicato dalla DL., costituito da una presa sulla quale sarà attestato un quadro generale.

L'impianto elettrico, con componenti aventi grado di protezione IP55, per quanto riguarda le utenze dove è previsto tale tipo di protezione (sicuramente all'interno dell'ambiente confinato), con collegamento alla rete di terra dello stabilimento, l'installazione verrà seguita a cura della ditta specializzata.

Verrà installato un generatore autonomo di corrente, in caso di interruzione dell'erogazione di energia elettrica, destinato ad alimentare gli estrattori installati in ogni cantiere in attività, e a garantire il confinamento dinamico dei cantieri, in grado di garantire almeno due ricambi/ora di aria all'interno dell'area confinata.

Per provvedere all'alimentazione idrica delle aree di lavoro, inclusa l'adduzione ai locali dell'ambiente confinato, verrà realizzato un impianto costituito da tubazione in gomma o polietilene ad alta densità (HDPE) collegata, con stacco munito di valvola, alla rete idrica dell'acqua potabile.

Le acque di scarico del locale doccia e della vasca dell'unità di decontaminazione dei materiali, opportunamente filtrate verranno convogliate a punto di scarico dell'impianto fognario esistente dell'edificio. I locali saranno consegnati con impianti fuori servizio ad esempio linee elettriche fuori tensione (staccati dalla rete di alimentazione principale), tubazioni in pressione ecc. ecc. Successivamente si procederà alla sigillatura di finestre e varchi in generale utilizzando doppi teli in polietilene dello spessore di 200 micron fissati con nastri adesivi, bi-adesivi e idonei collanti spray. L'ingresso e l'uscita dalle aree confinate sarà consentito esclusivamente attraverso le unità di decontaminazione che verranno ad esse collegate. Le zone operative così allestite saranno accessibili solo al personale autorizzato, oltre che alle autorità territoriali preposte al controllo. I confinamenti statici saranno eseguiti realizzando dei tunnel continui in polietilene fissati ed ancorate o alle pareti. Il confinamento statico sarà eseguito sulla parete adibita ad entrata, ovvero sarà sostituita la porta di ingresso con una barriera di teli in polietilene e lamiera. Tutti gli oggetti e le installazioni inamovibili presenti all'interno dell'ambito delle aree confinate, saranno accuratamente avvolte e sigillate, previa accurata pulizia, con doppi teli di polietilene dello spessore adeguato, allo scopo di evitarne la contaminazione durante le operazioni di bonifica.

La rimozione dei teli di protezione avverrà nell'ambito delle operazioni di restituzione dell'ambiente confinato. Sarà realizzato un confinamento dinamico installando un impianto di estrazione d'aria costituito da estrattore mobile con filtri assoluti HEPA (99,97% DOP), dimensionato in modo tale da garantire un minimo di 4 ricambi/ora dell'aria ambiente del cantiere.

L'estrattore sarà posizionato in posizione opportuna per creare un flusso d'aria costante.

Completato il confinamento dell'area di lavoro, verranno installate le unità di decontaminazione per il personale (U.D.P.) e l'unità di decontaminazione per i materiali (U.D.M.).

Si provvederà quindi a collegare le unità di decontaminazione al quadro elettrico, a realizzare i collegamenti idrici per l'alimentazione della doccia dell'U.D.P. e del locale lavaggio dell'U.D.M.,

L'U.D.P. verrà collegata alla camera di lavoro dal lato del locale equipaggiamento (spogliatoio contaminato) e l'U.D.M. sarà collegata dal lato del primo locale lavaggio.

I collaudi delle aree confinate saranno effettuati in accordo, previa comunicazione, con l'Organo di Vigilanza competente.

Verrà dapprima effettuato un controllo visivo della corretta esecuzione di tutte le sigillature e dell'integrità dei teli di confinamento. Una volta verificata mediante fumogeni (fumi atossici) la tenuta del confinamento, vengono accesi gli estrattori uno alla volta, e si osserva il comportamento dei teli di polietilene del confinamento, che devono inflettersi formando un ventre diretto verso l'interno dell'area di lavoro.

Successivamente sarà verificata la perfetta tenuta del confinamento statico, per verificare l'assenza di fuoriuscite di fumo. Eventuali perdite saranno immediatamente sigillate dall'interno. Si provvederà quindi a verificare il funzionamento dell'impianto di estrazione dell'aria, il quale, una volta in funzione dovrà mantenere l'area confinata in costante depressione rispetto all'ambiente esterno. L'accesso alle aree confinate avverrà esclusivamente transitando attraverso l'unità di decontaminazione del personale (U.D.P.). I rifiuti prodotti verranno allontanati dall'area confinata esclusivamente attraverso l'unità di decontaminazione materiali (U.D.M.).

Le unità di decontaminazione saranno realizzate con montaggio di strutture modulari prefabbricate componibili in PVC.

Unità di decontaminazione del personale:

L'unità di decontaminazione personale sarà composta da quattro zone distinte:

locale di equipaggiamento (spogliatoio contaminato o sporco)

locale doccia

chiusa d'aria tra il locale doccia ed il locale spogliatoio incontaminato o pulito;

locale incontaminato (spogliatoio incontaminato o pulito)

Tutte le operazioni di rimozione dei materiali contenenti amianto avverranno esclusivamente a umido, ed all'interno degli ambienti confinati accuratamente allestiti, utilizzando solo utensili manuali, quali raschietti, spazzole ect.

Al termine della rimozione saranno eseguite le pulizie generali e si procederà ad un incapsulamento aria ambiente mediante irrorazione di prodotto di una miscela acqua e incapsulante applicato con pompe a basa pressione.

Si prevede l'utilizzo di un numero adeguato di operatori in grado di alternarsi nello svolgimento di tutte le attività previste.

Per quanto concerne l'informazione, la formazione e l'addestramento degli operatori, nonché dell'organizzazione delle cantiere, si rimanderà al piano di lavoro presentato ed autorizzato dagli organi di controllo.

Si precisa che tutti gli operatori ed i tecnici addetti alla direzione lavori hanno frequentato i corsi ed ottenuto l'abilitazione professionale per operatori o gestionale cantieri di amianto.

Durante tutte le attività gli operatori saranno dotati di dispositivi di protezione individuale previsti da normativa vigente per le varie attività.

Tutti gli addetti ai lavori sono informati sulla specifica pericolosità di questa attività, ai sensi della vigente normativa di igiene del lavoro e, in particolare, ai sensi dell'art. 26 del D. Lgs. n. 277/91.

Tutti gli operatori saranno precedentemente formati e informati sulla tipologia di lavoro da svolgere, istruiti sulle specifiche tecniche di rimozione dell'amianto ed addestrati all'uso ed alla pulizia dei dispositivi di protezione individuale in dotazione.

La campagna di monitoraggi ambientali avrà inizio immediatamente prima del collaudo degli ambienti confinati.

In tale fase verranno infatti eseguiti alcuni campionamenti al fine di raccogliere dati precisi sulla qualità dell'aria prima dell'inizio dell'attività di bonifica vera e propria e poter quindi attivare, in corso d'opera, le eventuali opportune procedure in caso di valori significativamente diversi.

I prezzi relativi ai lavori che ammettono demolizioni, anche parziali, dovranno intendersi sempre compensati di ogni onere per il recupero del materiale riutilizzabile e per il carico e trasporto a rifiuto di quello non riutilizzabile.

Monitoraggio in corso d'opera

In tutte le fasi di demolizione verranno effettuati controlli periodici delle strutture adiacenti e sulla viabilità circostante l'edificio oggetto della demolizione. Tale monitoraggio, a cura e spese dell'Appaltatore, sarà eseguito con misure topografiche eseguite in più serie.

3. Qualità dei materiali e dei componenti

Campi di impiego

Tutti gli elementi indicati nel progetto definitivo saranno realizzati come stabilito negli elaborati progettuali, e comunque in rispondenza alle Normative vigenti.

Tolleranze geometriche

Tutti gli elementi dovranno essere conformi a quanto previsto negli elaborati progettuali.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

Caratteristiche tecnico-prestazionali chiusure verticali

1- Elementi di laterizio e calcestruzzo

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Se impiegati nella costruzione di murature portanti, devono rispondere alle prescrizioni contenute nel DMLPP n. 103 del 20 novembre 1987, "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento" (d'ora in poi DM n. 103/87).

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle delle norme UNI EN 771 – 2004 "Prodotti di laterizio per murature".

Le eventuali prove su detti elementi saranno condotte secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 772 "Metodi di prova per elementi di muratura".

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato DM n. 103/87.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel DM n. 103/87 di cui sopra.

È in facoltà del Direttore dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

2- Prodotti per pareti esterne e partizioni interne

1. Si definiscono prodotti per pareti esterne e partizioni interne quelli utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio. Per la realizzazione delle pareti esterne e delle partizioni interne si rinvia all'art. 12.4 del presente capitolato che tratta queste opere. Detti prodotti sono di seguito considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. In caso di contestazione, la procedura di prelievo dei campioni e le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI (pareti perimetrali: UNI 8369, UNI 7959, UNI 8979, UNI EN 12865 - partizioni interne: UNI 7960, UNI 8087, UNI 8438, UNI 10700, UNI 10820, UNI 11004) e, in mancanza di questi, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

2. I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale, ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, a loro completamento, alle seguenti prescrizioni:

- a) -gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma UNI EN 771;
- b) -gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma UNI EN 771 (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori;
- c) -gli elementi di calcio silicato (UNI EN 771; UNI EN 772-9/10/18), pietra ricostruita e pietra naturale (UNI EN 771-6, UNI EN 772-4/13), saranno accettati in base alle loro:
 - caratteristiche dimensionali e relative tolleranze;
 - caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, etc...);
 - caratteristiche meccaniche a compressione, taglio a flessione;
 - -caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

3. I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e, in loro mancanza, alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante e resistere alle corrosioni e alle azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;
- gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono: essere compatibili chimicamente e fisicamente con l'ossatura, resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.), resistere alle sollecitazioni termoisolometriche dell'ambiente esterno e a quelle chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI (UNI EN 12152; UNI EN 12154; UNI EN 13051; UNI EN 13116; UNI EN 12179; UNI EN 949; etc...) per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica, gli elementi metallici e i loro trattamenti superficiali e per gli altri componenti, viene considerato automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni suddette.

Nota: Completare, se necessario, l'elenco delle norme UNI con ulteriori norme UNI specifiche del caso in oggetto.

4. I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in loro mancanza, alle prescrizioni relative alle norme UNI di cui al comma 1.

5. I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti:

- spessore con tolleranze $\pm 0,5$ mm;
- lunghezza e larghezza con tolleranza ± 2 mm;
- resistenza all'impronta, all'urto e alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio);

- a seconda della destinazione d'uso, basso assorbimento d'acqua e bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore);
- resistenza all'incendio dichiarata;
- isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

Caratteristiche tecnico-prestazionali finiture e rivestimenti

1- Prodotti di pietre naturali o ricostruite

1. La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

• Marmo (termine commerciale): roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

Nota: A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastrici calcarei;
- le serpentiniti;
- oficalciti.

• Granito (termine commerciale): roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).

Nota: A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, felspati sodico-potassici emiche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

• Travertino: roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

• Pietra (termine commerciale): roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

Nota: A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariatissima, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.). Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI EN 12670 - 2003 ("Edilizia. Prodotti lapidei. Terminologia e classificazione").

2. I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
- massa volumica reale ed apparente;
 - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale;
 - resistenza a compressione;
 - resistenza a flessione;
 - resistenza all'abrasione;
- d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.
- I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali di cui all'art. 69 del presente capitolato.

2- Prodotti per pavimentazione

1. Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione. Detti prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.
2. Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni devono essere del materiale indicato nel progetto. Le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate a quelle della classificazione di cui alla norma UNI EN 14411 – 2004 ("Piastrelle di ceramica per rivestimento di pavimenti e pareti. Definizioni, classificazione, caratteristiche e contrassegno"), basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua.
- A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 14411 – 2004) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere ai seguenti requisiti:

Assorbimento d'acqua, E in %

Formatura	Gruppo I E < 3%	Gruppo IIa 3% < E < 6%	Gruppo IIb 6% < E < 10%	Gruppo III E > 10%
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Pressate a	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, e, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei Lavori e fornitore.

Per i prodotti definiti «pianelle comuni di argilla», «pianelle pressate ed arrotate di argilla» e «mattonelle greificate» dal RD n. 2234 del 16 novembre 1939 devono, altresì, essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kg/m) minimo;
- resistenza alla flessione 2,5 N/mm² (25 kg/cm²) minimo;
- coefficiente di usura al tribometro 15 mm massimo per 1 km di percorso.

Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma UNI EN 14411 – 2004), per cui:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

3. I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto e in mancanza e/o a completamento ai seguenti requisiti:

- a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista; l'esame dell'aspetto deve avvenire secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 8272-1;
 - b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2; per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi;
 - c) sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le seguenti tolleranze:
 - piastrelle: lunghezza e larghezza + 0,3%, spessore + 0,2 mm;
 - rotoli: lunghezza e larghezza + 0,3%, spessore + 0,2 mm;
 - piastrelle: scostamento dal lato teorico (in mm) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in mm) e 0,0012;
 - rotoli: scostamento del lato teorico non maggiore di 1,5 mm;
 - d) la durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
 - e) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
 - f) la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm³;
 - g) -la resistenza allo scivolamento minima R11 misurata secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 8272-11;
 - h) -la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il DM del 26 giugno 1984, Allegato A3, punto 1;
 - i) -la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Non sono ammessi, altresì, affioramenti o rigonfiamenti;
 - j) -Il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2;
 - k) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
- Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) ad j).

4. I prodotti di vinile, omogenei e non, ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI 5573 per le piastrelle di vinile.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme precitate.

5. I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o a completamento alle prescrizioni di seguito riportate:

- -“mattonelle di cemento con o senza colorazione e superficie levigata” – “mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta” – “marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata” devono rispondere al RD 2234 del 16 novembre 1939 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all’urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni del progetto. L’accettazione deve avvenire secondo il 1° comma del presente articolo avendo il RD sopracitato quale riferimento;

- -“masselli di calcestruzzo per pavimentazioni”: sono definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica e devono rispondere oltre che alle prescrizioni del progetto a quanto prescritto dalla norma UNI 9065 del 1991.

- I criteri di accettazione sono quelli riportati nel comma 1 del presente articolo.

- I prodotti saranno forniti su appositi pallet opportunamente legati ed eventualmente protetti dall’azione di sostanze sporcanti.

- Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche principali nonché le istruzioni per movimentazione, sicurezza e posa.

6. I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- “elemento lapideo naturale”: elemento costituito integralmente da materiali lapideo (senza aggiunta di leganti);

- “elemento lapideo ricostituito” (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;

- “elemento lapideo agglomerato ad alta concentrazione di agglomerati”: elemento in cui il volume massimo del legante è minore del 21%, nel caso di lapidei agglomerati con aggregati di dimensione massima fino a 8,0 mm, e minore del 16%, nel caso di lapidei agglomerati con aggregati di dimensione massima maggiore.

In base alle caratteristiche geometriche i prodotti lapidei si distinguono in:

- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d’impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;

- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;

- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;

- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Analogamente i lapidei agglomerati si distinguono in:

- blocco: impasto in cui la conformazione è stata ridotta ad una forma geometrica parallelepipedica, destinata a successivo taglio e segagione in lastre e marmette;

- lastra: elemento ricavato dal taglio o segagione di un blocco oppure impasto, la cui conformazione è stata ridotta ad una forma geometrica parallelepipedica, in cui una dimensione, lo spessore, è notevolmente minore delle altre due ed è delimitato da due facce principali nominalmente parallele;

- marmetta: elemento ricavato dal taglio o segagione di un blocco, di una lastra oppure di un impasto, la cui conformazione è stata ridotta ad una forma geometrica parallelepipedica, con lunghezza e larghezza minori o uguali a 60 cm e spessori di regola inferiori a 3 cm;

- marmetta agglomerata in due strati differenti: elemento ricavato da diversi impasti, formato da strati sovrapposti, compatibili e aderenti, di differente composizione;

- pezzo lavorato: pezzo ricavato dal taglio e dalla finitura di una lastra, prodotto in qualsiasi spessore, purché minore di quello del blocco, non necessariamente con i lati paralleli l’uno all’altro.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., valgono le disposizioni di cui alle norme UNI 9379 e UNI EN 14618 – 2005.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'art. 75 del presente capitolato relativo ai prodotti di pietre naturali o ricostruite. Le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre devono altresì rispondere al RD n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in millimetri.

L'accettazione avverrà secondo il 1° comma del presente articolo.

Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

3- Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

1. Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti si distinguono:

- a seconda del loro stato fisico in:
 - rigidi (rivestimenti in pietra - ceramica - vetro - alluminio - gesso - ecc.);
 - flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
 - fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.).
- a seconda della loro collocazione:
 - per esterno;
 - per interno.
- a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:
 - di fondo;
 - intermedi;
 - di finitura.

Tutti i prodotti di cui ai commi successivi sono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

2. Prodotti rigidi

a) -Per le piastrelle di ceramica vale quanto prescritto dalla norma UNI EN ISO 10545 e quanto riportato nell'art. 6.4.2 "Prodotti per pavimentazione", con riferimento solo alle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.

b) -Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'art. 6.4.1 del presente capitolato inerente i prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni date nell'art. 6.4.2, sempre del presente capitolato relativo ai prodotti per pavimentazioni di pietra, in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio. Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto.

-Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI già richiamate in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

-Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

-Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza all'usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

-La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

d) -Per le lastre di cartongesso si rinvia all'art. 6.3.2 del presente capitolato "Prodotti per pareti esterne e partizioni interne".

e) -Per le lastre di fibrocemento si rimanda alle prescrizioni date nell'art. 77 del presente capitolato "Prodotti per coperture discontinue".

f) -Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'art. 72 del presente capitolato su prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Nota: in via orientativa valgono le prescrizioni della norma UNI 8981, varie parti.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio ed aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono per quanto applicabili e/o in via orientativa le prescrizioni dell'art. 102 del presente capitolato sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

3. Prodotti fluidi od in pasta

a) -Intonaci: gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce - cemento - gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti. Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'antincendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

b) -Prodotti vernicianti: i prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie. Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I dati si intendono presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

Caratteristiche tecnico-prestazionali opere di impermeabilizzazione

1- Prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane

1. Per prodotti per impermeabilizzazioni e coperture piane si intendono quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- -prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua. Le membrane si designano descrittivamente in base:

- -al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- -al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- -al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- -al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2. Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale¹⁰ che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza od a loro completamento, alle prescrizioni di seguito dettagliate.

a) -Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 9380 per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- i difetti, l'ortometria e la massa areica;
- la resistenza a trazione;
- la flessibilità a freddo;
- il comportamento all'acqua;
- la permeabilità al vapore d'acqua;

¹⁰ Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma UNI 8178

- l'invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Le membrane rispondenti alle varie prescrizioni della norma UNI 8629 in riferimento alle caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

b) -Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 9168 per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

c) -Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 9168 per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

d) -Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 8629 (varie parti) per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

e) -Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 8629 (varie parti) per quanto concerne:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;

- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3. Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri, elencate nel seguente punto a), sono utilizzate per l'impermeabilizzazione nei casi di cui al punto b) e devono rispondere alle prescrizioni elencate al successivo punto c).

Detti prodotti vengono considerati al momento della loro fornitura. Per le modalità di posa si rimanda gli articoli relativi alla posa in opera.

a) Tipi di membrane:

- membrane in materiale elastomerico¹ senza armatura;
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico² flessibile senza armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- -membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- -membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate³;

b) Classi di utilizzo⁴:

Classe A - -membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.)

Classe B - -membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.)

Classe C - -membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.)

Classe D - -membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce

Classe E - -membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.)

Classe F - -membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

¹ Per materiale elastometrico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata).

² Per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate).

³ Trattasi di membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore

⁴ Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

4. I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste e destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua, ma anche altri strati funzionali della copertura piana - a secondo del materiale costituente - devono rispondere alle prescrizioni di seguito dettagliate. I criteri di accettazione sono quelli indicati all'ultimo periodo del comma 1.

- -Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa): devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157-1987.
- Malte asfaltiche per impermeabilizzazione: devono rispondere alla norma UNI 5660.
- Asfalti colati per impermeabilizzazioni: devono rispondere alla norma UNI 5654.
- -Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati: deve rispondere alla norma UNI 4377.
- -Mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati: deve rispondere alla norma UNI 4378.

Caratteristiche tecnico-prestazionali infissi

1. Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno. Detta categoria comprende: elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili). Gli stessi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi. Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI EN ISO 13934 del (2000). I prodotti di seguito indicati sono considerati al momento della loro fornitura e le loro modalità di posa sono sviluppate nell'art. 7.6 del presente capitolato relativo alle vetrazioni ed ai serramenti. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2. Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, nelle dimensioni e con i materiali indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) queste devono comunque, nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.), resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti e garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento. Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico e acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, etc... Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo. Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- mediante il controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro, gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante il controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti (in particolare trattamenti protettivi di legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc...)
- mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua e all'aria, resistenza agli urti, ecc. (comma 3 del presente articolo, punto b); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti (comma 3).

3. I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) devono essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate), questi devono comunque essere realizzati in modo tale

da resistere, nel loro insieme, alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e da contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; le funzioni predette devono essere mantenute nel tempo.

a. Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti;
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, e degli accessori;
- il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

b. Il Direttore dei Lavori potrà, altresì, procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche od in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

1) Porte interne:

- tolleranze dimensionali altezza, larghezza, spessore e ortogonalità 2mm (misurate secondo norma UNI EN 1529); planarità 1% (misurata secondo norma UNI EN 1530);

3) Porte esterne:

- -tolleranze dimensionali altezza, larghezza, spessore e ortogonalità...210x90 / 210x80 2mm (misurate secondo norma UNI EN 1529); planarità 1% (secondo norma UNI EN 1530);
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo le norme UNI EN 1027 e UNI EN 12208; UNI EN 1026 e UNI EN 12208; UNI EN 12110);

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

b. Il Direttore dei Lavori potrà, altresì, procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione. Per quanto concerne requisiti e prove è comunque possibile fare riferimento alla norma UNI 8772.

4. Modalità di esecuzione delle Opere Civili

Esecuzione coperture continue (piane)

Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura. L'affidabilità di una copertura dipende da quella dei singoli strati o elementi; fondamentale importanza riveste la realizzazione dell'elemento di tenuta, disciplinata dalla norma UNI 9307-1 ("Coperture continue. Istruzioni per la progettazione. Elemento di tenuta").

Le coperture continue sono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

1. Quando non altrimenti specificato negli altri documenti progettuali (o quando questi non risultano sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopra citate sarà composta dagli strati funzionali¹⁷ di seguito indicati (definite secondo UNI 8178 "Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali"):

a) copertura non termoisolata e non ventilata:

- -lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- -l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- -lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

b) copertura ventilata ma non termoisolata:

- l'elemento portante;
- -lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- strato di pendenza (se necessario);
- elemento di tenuta all'acqua;
- strato di protezione.

c) copertura termoisolata non ventilata:

- l'elemento portante;
- strato di pendenza;
- -strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo), o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di tenuta all'acqua;
- -elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- -strato filtrante;
- -strato di protezione.

d) copertura termoisolata e ventilata:

- -l'elemento portante con funzioni strutturali;
- -l'elemento termoisolante;
- -lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- -lo strato di ventilazione;

¹⁷ Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni

- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

2. Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto. Ove questi ultimi non risultino specificati in dettaglio nel progetto o, eventualmente, a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, le strutture metalliche, le strutture miste acciaio calcestruzzo, le strutture o i prodotti di legno, etc...
- b) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'art. 83 del presente capitolato sui materiali per isolamento termico e, inoltre, si avrà cura che nella posa in opera siano: realizzate correttamente le giunzioni, curati i punti particolari, assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo
- c) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo
- d) lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, etc..., capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti
- e) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo. Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'art. 78 del presente capitolato sui prodotti per coperture piane. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato. Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'art. 78 del presente capitolato sui prodotti per coperture piane. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

-Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

- f) lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di non-tessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei Lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili
- g) lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto.

-I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

- h) lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto per i relativi materiali si rinvia allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani)

inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolino il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

i) Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere art. 78 del presente capitolato). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua. Per gli altri strati complementari riportati nella norma UNI 8178 si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

3. Per la realizzazione delle coperture piane Il Direttore dei lavori opererà come segue:

a) -nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà:

- il collegamento tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati);
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari;

b) ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, pulsonamenti, resistenze a flessione);
- le adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione);
- la tenuta all'acqua, all'umidità ecc.;

-a conclusione dell'opera eseguirà prove di funzionamento, anche solo localizzate, formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto e dalla realtà. Avrà cura inoltre di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Opere di impermeabilizzazione

1. Per opere di impermeabilizzazione si intendono quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra etc...) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti. Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

2. Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni di opere interrato;
- d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

3. Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali, ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere articoli 106 e 107.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere art. 112.
- per la impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:
 - a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno. Inoltre durante la realizzazione si curerà che risvolti, punti di passaggio di tubazioni, etc... siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.
 - b) Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato nella precedente lettera a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.
 - c) Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.
 - d) Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno quelli che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, etc..., in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.) le modalità di applicazione ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori.
 - e) Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

4. Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:

- a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà:

- i collegamenti tra gli strati;
- la realizzazione di giunti/ sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito.

Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, etc...);
- la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua;

– le continuità (o discontinuità) degli strati, etc...

b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e la compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento. Avrà inoltre cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione.

Massetti

Chiusura orizzontale inferiore

Per le chiusure orizzontali inferiori e su spazi esterni valgono le medesime norme e prescrizioni e regole delle strutture portanti orizzontali.

Sottofondi

Il piano destinato alla posa di pavimenti od alla realizzazione di superfici finite in cls dovrà essere costituito da un sottofondo opportunamente preparato e da un massetto in calcestruzzo cementizio dosato con non meno di 300 kg di cemento per mc con inerti normali o alleggeriti di spessore complessivo non inferiore a cm 3. Tale massetto dovrà essere gettato in opera con la predisposizione di sponde e riferimenti di quota e dovrà avere un tempo di stagionatura di ca. 10 giorni prima della messa in opera delle eventuali pavimentazioni sovrastanti.

Durante la realizzazione del massetto dovrà essere evitata la formazione di lesioni con l'uso di additivi antiritiro o con la predisposizione di giunti longitudinali e trasversali nel caso di superfici estese.

Nel seguente elenco vengono riportati una serie di massetti con caratteristiche idonee ai diversi tipi di utilizzazione:

– massetto isolante in conglomerato cementizio: dovrà essere confezionato con cemento tipo “325” e materiali minerali coibenti da porre in opera su sottofondazioni, rinfilanchi, solai e solette, con adeguata costipazione del conglomerato e formazione di pendenze omogenee ed uno spessore finale medio di mm 50 (questa soluzione è stata scelta per il terrazzo di copertura, di chiostrina, dell'edificio novecentesco, della copertura a falde);

– massetto per sottofondi di pavimentazioni sottili (linoleum, gomma, piastrelle, resilienti, etc.) dello spessore non inferiore a 2 – 3 cm realizzato con calcestruzzo dosato a 300 kg di cemento “325” per metro cubo di impasto completo di livellazione, vibrazione, raccordi e formazione di giunti dove necessario (questa soluzione è stata scelta per piano terra, ambiente 7, per il piano primo, per il piano sottotetto, per il vano scala secondario);

– camicia di malta formata da due parti, in volume, di pozzolana ed una in calce spenta per sottofondi, dello spessore di 20 mm

(questa soluzione è stata scelta per la scala principale, per la scala del sotterraneo, per i pianerottoli);
massetto per lavori di recupero, costituito da cementi, inerti selezionati ed additivi specifici premiscelati per la realizzazione di sottofondi esterni ed interni ad asciugamento rapido e ritiro fortemente compensato, idonei alla posa di pavimentazioni in materiale ceramico, cotto e pietre naturali dopo 4 ore, di pavimenti vinilici, moquette, parquet, per uno spessore fino a 20 mm.

Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne

1. Per parete esterna si intende il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno; per partizione interna si intende un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nella esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita).

Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

2. Quando non diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) ciascuna delle categorie di parete sopra citata si intende composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue:

a) -Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.). Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti ed, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto ed il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, etc...) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, etc..., sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e comunque posando correttamente le guarnizioni ed i sigillanti in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, isolamento termico, acustico, ecc. tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, etc... La posa di scossaline coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti ed in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

Il montaggio dei vetri e dei serramenti avverrà secondo le indicazioni date nell'art. 110 del presente capitolato a loro dedicato.

b) -Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti simili saranno realizzate con le modalità descritte nell'art. 98 del presente capitolato relativo alle opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date nell'art. 6.5.1 del presente capitolato relativo alle coperture piane.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'art. 6.4.3 del presente capitolato sull'esecuzione di queste opere. Comunque in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

c) -Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto) devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'art. 6.3.2 del presente capitolato relativo ai prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) ed approvate dalla Direzione dei Lavori. Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto in modo da rispettare le dimensioni, tolleranze ed i giochi previsti o comunque necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati ed installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle

sollecitazioni meccaniche. Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, etc... che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti ed essere completate con sigillature, etc...

Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti; analogamente si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, etc...

3. Il Direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue:

a) -Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.

b) -A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, allineamenti, etc... Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, etc...

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Intonaco civile interno ed esterno

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimossa la malta aderente dai giunti delle murature, ripulita ed abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa.

Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, crepature irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, o altri difetti.

Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature dovranno essere demoliti e rifatti dall'Appaltatore a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'Appaltatore fare tutte le riparazioni occorrenti.

Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore a mm 15.

Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione Lavori.

Intonaco grezzo o arricciatura

Predisposte le fasce verticali, sotto regola di guida, in numero sufficiente verrà applicato alle murature un primo strato di malta comune detto rinzafo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli.

Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola o col frattazzo, stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano, per quanto possibile, regolari.

Intonaco comune o civile

Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fina, che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

Intonaco a stucco

È un intonaco formato da un primo strato di rinzafo o sbruffatura, da un secondo di intonaco grezzo con malta fine di calce spenta e pozzolana, tirata a fratazzo, applicata con predisposte poste e guide, rifinito con sovrastante strato di circa 5 mm di malta per stucchi, perfettamente levigato con frettazzo metallico, compresi i ponteggi fino ad un'altezza dei locali di 4 m e quanto occorre per dare l'opera finita: su pareti interne.

Pavimenti e pavimenti loges per non vedenti e mappe tattili

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla D.L.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per mm 15 entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.

Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, debbono sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'intonaco per almeno mm 15.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta. Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno 10 giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Appaltatore avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre ditte.

Ad ogni modo dove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla D.L. i campioni dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione Lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione. L'Appaltatore, se richiesto, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco prezzi ed eseguire il sottofondo, giusta le disposizioni che saranno impartite dalla D.L. stessa.

Per quanto concerne gli interventi da eseguire su manufatti esistenti, l'Appaltatore dovrà evitare l'inserimento di nuovi elementi; se non potesse fare a meno di impiegarli per aggiunte o parziali sostituzioni, essi saranno realizzati con materiali e tecniche che ne attestino l'attuale posa in opera in modo da distinguerli dagli originali; inoltre egli avrà l'obbligo di non realizzare alcuna ripresa decorativa o figurativa in quanto non dovrà ispirarsi ad astratti concetti di unità stilistica e tradurre in pratica le teorie sulla forma originaria del manufatto.

L'Appaltatore potrà impiegare uno stile che imiti l'antico solo nel caso si debbano riprendere espressioni geometriche prive di individualità decorativa.

Se si dovessero ricomporre sovrastrutture ornamentali andate in frammenti, l'Appaltatore avrà l'obbligo di non integrarle o ricomporle con inserimenti che potrebbero alterare l'originaria tecnica artistica figurativa; egli, quindi, non dovrà assolutamente fornire una ricostruzione analoga all'originale.

Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della D.L., da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore non minore di cm 4 in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore variabile da cm 1,5 a 2.

Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la D.L. potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo di pomice.

Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in modo da evitare qualsiasi successivo cedimento.

Con specifico riferimento ai codici di legenda presenti sugli elaborati grafici del progetto architettonico, di seguito si descrivono i materiali utilizzati per la realizzazione delle fermate del servizio metropolitano.

PAVIMENTAZIONI - PV

PV/1 – Masselli di calcestruzzo vibrocompresso a doppio strato di colore grigio scuro. Spessore 4÷6 cm, elementi di dimensione 22 x 11 cm. Finitura superficiale liscia

PV/2 - Pavimentazione con piastrelle in gres porcellanato grigio con aggiunta di ematite e zirconio. Formato 33 x 33 cm, spessore 14 mm

PV/3 - Grado e sottograde rivestiti in gres porcellanato grigio con aggiunta di ematite e zirconio. Finitura superficiale antisdrucchiolo sulla pedata.

PV/4 - Bordura banchina in cordoli prefabbricati di calcestruzzo di colore grigio, formato 8÷10x25x100 cm

PV/5 - Percorso guida a rilievo secondo criterio "loges" per persone non vedenti e fascia gialla di sicurezza

PV/6 - Soglia liscia in trani scuro posta in opera con malta bastarda.

1- Esecuzione delle pavimentazioni

1. Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso. Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- -pavimentazioni su terreno (se la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta del terreno).

2. Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopra citate sarà composta dai seguenti strati funzionali¹⁹:

a) Pavimentazione su strato portante:

- -lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- -lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- -lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- -lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- -lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- -strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;

¹⁹ Costruttivamente uno strato può assolvere una o più funzioni.

- -strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- -strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- -strato di compensazione con funzione di compensare quote, pendenze, errori di planarità ed eventualmente di incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) Pavimentazione su terreno:

- -il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste possono essere previsti altri strati complementari.

3. Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) -Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, strutture miste acciaio e calcestruzzo, strutture di legno, etc...
- b) -Per lo strato di scorrimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione, o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.
- c) -Per lo strato ripartitore a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche. Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.
- d) -Per lo strato di collegamento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e nei casi particolari alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.
- e) -Per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'art. 6.4.2 del presente capitolato sui prodotti per pavimentazioni. Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.
- f) -Per lo strato di impermeabilizzazione a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore valgono le indicazioni fornite per questi strati all'art. 6.5.1 del presente capitolato sulle coperture continue .

- g) -Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'art. 6.5.1 del presente capitolato sulle coperture piane.
- h) -Per lo strato di isolamento acustico a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'art. 86 del presente capitolato. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc. il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.
- i) -Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori a 20 mm).
4. Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove la stessa non sia specificata in dettaglio nel progetto o a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
- a) -Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, etc... si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, etc... In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
- b) -Per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni, già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, etc..., indicate nella norma UNI 8381 per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti non-tessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, etc... In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali²⁰.
- c) -Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.
- d) -Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che lo stesso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o, comunque, scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.
- e) -Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'art. 6.4.2 del presente capitolato sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, etc...). Durante l'esecuzione si cureranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e, in particolare, la continuità e la regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.), l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

²⁰ Questo strato assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento

5. Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

a) -Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà:

- il collegamento tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.

Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
- tenute all'acqua, all'umidità, etc...

b) -A conclusione dell'opera eseguirà prove di funzionamento (anche solo localizzate) formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, etc... che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà. Avrà cura poi di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

SISTEMI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI

1. Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio. I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzioni in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

2. Sistemi realizzati con prodotti rigidi

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto e, a completamento del progetto, con le indicazioni seguenti:

a) -per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, etc... con dimensioni e pesi simili) si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali.

In alternativa alla posa con letto di malta si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc. in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

b) -Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci o simili. In ogni caso i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche.

Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

c) -Per le lastre, i pannelli, etc..., a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto alla precedente lettera b) per le lastre.

Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, l'esecuzione dei fissaggi la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumore indotte da vento, pioggia, ecc. Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

3. Sistemi realizzati con prodotti flessibili

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'art. 82, comma 3 del presente capitolato e a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti.

A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia ed asportazione dei materiali esistenti nonché al riempimento di fessure, piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc. avendo cura di eliminare, al termine, la polvere ed i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio ed il supporto durante la posa.

Si stenderà uno strato di fondo (fissativo) solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua) in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessili) si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile allo scopo di ottenere la levigatezza e continuità volute.

Si applica infine il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato etc...

Durante l'applicazione si curerà la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

4. Sistemi realizzati con prodotti fluidi

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto (con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, etc.) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti:

a) -su pietre naturali ed artificiali impregnazione della superficie con siliconi o oli fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli UV, al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;

b) su intonaci esterni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche;

c) su intonaci interni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;

d) su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 ("Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica") o UNI 8760 ("Edilizia. Sistemi di rivestimento plastico ad applicazione continua (RPAC). Criteri per l'informazione tecnica") e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- -criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione e le condizioni per la successiva operazione;
- -criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

5. Il Direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento opererà come di seguito:

a) -nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà:

- -per i rivestimenti rigidi le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, etc...;
- -per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- -per i rivestimenti fluidi od in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a) verificando la loro completezza, ecc. specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

b) -A conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto.

RIVESTIMENTI - RV

RV/1 – Intonaco premiscelato con malta fine di pozzolana per interni (spessore di circa 15 mm), tinteggiato con idropittura lavabile di colore bianco

RV/2 - Intonaco premiscelato con malta fine di pozzolana per esterni (spessore di circa 20 mm), tinteggiato con idropittura lavabile di colore bianco

RV/3 - Rivestimento di pareti interne con piastrelle di ceramica smaltata monocottura con superficie liscia o semilucida, formato 20x25 cm, colori grigio e bianco montati a mosaico

RV/4 - Pannello sandwich di copertura termoisolante con supporto esterno grecato, spessore 40 mm e supporto interno in alluminio anodizzato preverniciato, distanziati tra loro da uno spessore variabile di isolamento in schiuma poliuretana. Giunto impermeabile dotato di guarnizione anticondensa e apposito sistema di fissaggio a vite.

RV/5 - Pannelli piani o sagomati in alluminio anodizzato preverniciato di rivestimento, spessore 15/10 su sottostruttura nascosta in acciaio zincato. Fissaggio mediante chiodatura o rivettatura su profili a omega o pendini per la realizzazione di intercapedini di ampiezza variabile

RV/6 - Rivestimento mediante pannelli piani di alluminio anodizzato preverniciato, spessore 15/10 su sottostruttura nascosta in acciaio zincato, per la carterizzazione di elementi strutturali. Fissaggio mediante chiodatura o rivettatura

Controsoffitti

Tutti i controsoffitti previsti, indipendentemente dal sistema costruttivo, dovranno risultare con superfici orizzontali o comunque rispondenti alle prescrizioni, essere senza ondulazioni, crepe o difetti e perfettamente allineati.

La posa in opera sarà eseguita con strumenti idonei ed in accordo con le raccomandazioni delle case produttrici, comprenderà inoltre tutti i lavori necessari per l'inserimento dei corpi illuminanti, griglie del condizionamento, antincendio e quanto altro richiesto per la perfetta funzionalità di tutti gli impianti presenti nell'opera da eseguire.

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (o anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni o altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, incrinature o distacchi dell'intonaco.

Nel caso di esecuzione di controsoffitti in locali destinati a deposito di materiali infiammabili o lavorazioni soggette a norme di prevenzione incendi dovranno essere usati, a carico dell'appaltatore, materiali e modalità di montaggio conformi alla normativa vigente (fibre non combustibili, montaggio a struttura nascosta, etc.) secondo quanto fissato dalle specifiche richieste a tale proposito.

Qualora si rendesse necessario l'uso del controsoffitto per la realizzazione di corpi appesi (apparecchi illuminanti, segnaletica, etc.) verranno eseguiti, a carico dell'appaltatore, adeguati rinforzi della struttura portante delle lastre di controsoffitto mediante l'uso di tiranti aggiuntivi; questi tiranti dovranno essere fissati, in accordo con le richieste del direttore dei lavori, in punti di tenuta strutturale e con sistemi di ancoraggio che garantiscano la necessaria stabilità.

Tutti i legnami impegnati per qualsiasi scopo nei controsoffitti dovranno essere abbondantemente spalmati con sostanze antitarmiche ed ignifughe su tutte le facce.

La Direzione Lavori potrà prescrivere la eventuale predisposizione di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dal controsoffitto.

Controsoffitto fonoisolante e fonoassorbente

in pannelli di lana di legno mineralizzata ad alta temperatura con magnesite, ignifughi di classe 1, preverniciati, spessore 2,5 cm, montati su struttura metallica in lamiera di acciaio zincato preverniciato a vista ancorata alla struttura muraria e al soprastante solaio mediante pendinatura regolabile a distanza non maggiore di 60 cm, compresa la stessa struttura metallica, le opere provvisorie, i ponteggi e quanto altro occorre per dare l'opera finita: con superficie a vista semirassata a cavità acustiche UNI 9714 T dimensioni cm 50x200

Controsoffitto in cartongesso

Avranno spessori e dimensioni tali da introdurre deformazioni a flessione (su sollecitazioni originate dal peso proprio) non superiori a 2 mm.; saranno costituite da impasti a base di gesso armato e verranno montate su guide o fissate a strutture a scomparsa; tale tipo di controsoffittature dovranno essere eseguite con pannelli di gesso smontabili da ancorare alla struttura preesistente con un'armatura di filo di ferro zincato e telai metallici disposti secondo un'orditura predeterminata a cui andranno fissati i pannelli stessi.

Nel caso del cartongesso la controsoffittatura dovrà essere sospesa, chiusa, costituita da lastre prefabbricate di gesso cartonato dello spessore di mm 13 fissate mediante viti autoperforanti fosfatate ad una struttura costituita da profilati in lamiera d'acciaio zincata dello spessore di 6/10 posta in opera con interasse di ca. 60 cm e finitura dei giunti eseguita con bande di carta e collante speciale oltre alla sigillatura delle viti autoperforanti.

Controsoffitto con doghe o pannelli in alluminio

Controsoffitto realizzato con doghe o pannelli di alluminio modulari smontabili verniciati a smalto con colore chiaro standard, applicati mediante sistema a clips o scatto su orditura metallica portante non in vista, costituita da tubi in acciaio zincato da agganciare alle soprastanti strutture ad una distanza non maggiore di 60 cm a mezzo di tiranti in filo di ferro zincato, oppure con tiranti di tondino rigido regolabili a mezzo di molla interposta, oppure con staffe rigide regolabili a vite, compresa la stessa struttura metallica, le opere provvisoriale, i ponteggi e quanto altro occorre per dare l'opera finita: pannello con finitura smaltata 600x600 mm.

Controsoffitto tipo "VERTEBRA" o similari

La geometria del controsoffitto è quella di una volta a padiglione; questa è costituita da quattro perimetri lineari dai quali partono le superfici curve che non incontrandosi in un unico punto definiscono un "pozzo" centrale; prima di perimetrare con un profilo rigido ad angolo variabile in acciaio zincato di spessore 0.4mm e successivamente definire la curva d'intersezione nei quattro spigoli del locale che viene riportata su una lastra di gesso rivestito, tagliata lungo i bordi sui quali si fissa, su entrambi i lati, il profilo flessibile ad angolazione e curvatura variabile con elementi snodabili a passo di 50mm. Anche la curva a parete si *traccia su un pannello* (aumentandone il raggio di 5 cm), ottenendo una serie di dime che saranno avvitate sulle vertebre-traversine flessibili a scatto con elementi snodabili a passo 80mm, rendendole rigide. Queste si posizionano prima nei quattro spigoli -a destra ed a sinistra della veletta d'intersezione delle superfici- e le altre poi distanziate di 1200 mm. Il fissaggio al profilo rigido si ottiene con uno spezzone con profilo a C a scatto, mentre per l'altra estremità dipenderà dal tipo di padiglione. Si procede con i profili a C a scatto inseriti longitudinalmente nel profilo flessibile a passo di 20-30 cm. Infine si riveste la struttura con le lastre di gesso rivestito.

Inferriate, cancellate, cancelli

Saranno costruiti a perfetta Regola d'Arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo.

Essi dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione.

I tagli delle connessioni per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura. In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere dritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben inchiodati ai regoli di telaio, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

a) Inferriate e parapetti

manufatti in ferro, in pannelli di rete o tondini a maglie quadre o rombiche, computate a peso, compresa la zincatura con trattamenti di protezione contro la corrosione, mediante l'immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di 450° previo decapaggio e lavaggio.

OPERE IN FERRO ED ACCIAIO, LATTONERIE – FA

FA/1 – Canale di gronda in PVC di sezione pari a 8 cm

FA/2 - Discenderia in PVC diametro pari a 10 cm

FA/3 - Scossaline sagomate in alluminio anodizzato preverniciato, di spessore 10/10

FA/4 - Canale di scolo prefabbricato in calcestruzzo con griglia metallica di chiusura "Tipo Keller" a trama rettangolare

FA/5 - Recinzione costituita da pannelli grigliati elettroforgiati in acciaio zincato collegati da tondini liscio diametro di 5 mm. Bordi orizzontali e piantane in ferro bugnato zincato a caldo con collegamenti effettuati tramite bulloni in acciaio inox zincati del tipo antisvitamento.

FA/6 - Cancellate in ferro zincato composte da strutture realizzate mediante profilati scatolari a sezione rettangolare e fasce verticali di chiusura spessore 5 mm fissate mediante saldatura. Elementi ad anta sigola o doppia con serratura di sicurezza.

FA/7 - Corrimano in acciaio inox spazzolato con staffe a muro montanti realizzate su disegno

Porte interne ed esterne in acciaio

Gli infissi metallici saranno realizzati esclusivamente in officina con l'impiego di materiali aventi le qualità prescritte e con procedimenti costruttivi tali da evitare autotensioni, deformazioni anomale provenienti da variazioni termiche, con conseguenti alterazioni delle caratteristiche di resistenza e funzionamento.

Gli infissi per finestre, vetrate ed altro potranno essere richiesti con profilati in ferro-finestra, con ferri comuni profilati, in profilati di alluminio o in acciaio zincato. In tutti i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la Stazione appaltante. Le parti apribili, anche a vasistas, dovranno essere munite di coprigiunti, la perfetta tenuta all'aria e all'acqua dovrà essere garantita da battute multiple e relativi elementi elastici. Le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il fermo inferiore e superiore.

Il sistema di chiusura potrà essere a leva o a manopola a seconda di come sarà richiesto. Tutti i collegamenti dovranno essere realizzati con sistemi tecnologicamente avanzati; i materiali, le lavorazioni, l'impiego di guarnizioni, sigillanti o altri prodotti, i controlli di qualità saranno disciplinati dalla normativa vigente e dai capitolati tecnici delle industrie di settore.

Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a cm 12, con ghiande terminali.

Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura.

Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate.

Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio.

Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

Infissi in ferro per porte e finestre in profilati scatolari:

costituiti da telaio a muro dello spessore di 10/10 di mm con superficie a battuta, soglia opportunamente sagomata per ricevere le battute, di rialzo della soglia in pietra e per assicurare il perfetto e continuo sgocciolamento dell'acqua piovana e di condensa, parti apribili a battente normale ed anche con sopralluce a vasistas dello spessore di 10/10 di mm, completi di regoletti fermavetro con viti autofilettanti, di cerniere della lunghezza di 80 mm, ad ali incassate fuori vista, in lamiera di acciaio rinforzato con perni e rondelle in ottone, di zanche laminari di ancoraggio ai muri, di cremonese con organo di movimento all'interno del profilato scatolare con maniglia a leva in lega metallica pressofusa cromata o verniciata con resine epossidiche, compasso ad asta di manovra nel caso di infissi con apertura a vasistas, con manopole di ottone, in opera, compresa una passata di vernice antiruggine al cromato di zinco ed ogni onere e magistero. serramenti a giunto aperto:

eseguiti con profilati estrusi in alluminio anodizzato naturale UNI ARC 15 forniti e posti in opera, spessore profili 50-55 mm normali. Profili per i tipi a), b), c), d), e), f).

Completi di:

- vetrocamera 4-6-4 (per tutti gli altri tipi fare nuovo prezzo);
- controtelaio metallico (esclusa la posa dello stesso);
- guarnizioni in EPDM o neoprene;
- accessori come descritto nelle singole tipologie;
- prestazioni: permeabilità all'aria classe A2 (norma UNI EN 42 Prova di permeabilità all'aria), tenuta all'acqua classe E3 (Norma UNI EN 86 Prova di tenuta all'acqua), resistenza al carico del vento classe V2 (Norma UNI EN 77 Prova di resistenza al vento) e secondo norma UNI 7524 Prova di resistenza alle sollecitazioni derivanti dall'utenza normale: 0,81x0,26 m (0,21 mq).

Tipi di infissi

ABACO INFISSI – T

T/1 - Porta in acciaio zincato preverniciato, spessore 40 mm, con riempimento in cartone a nido d'ape e serratura di sicurezza dimensioni 90x210 cm.

T/2 - Porta in acciaio zincato preverniciato, spessore 40 mm, con riempimento in cartone a nido d'ape e serratura di sicurezza dimensioni 80x210 cm.

Opere di vetratura e serramentistica

1. Per opere di vetratura si intendono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Per opere di serramentistica si intendono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

2. La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto; ove quest'ultimo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti:

a) -Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento. Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc. Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI EN 12758 del 2004 e UNI 7697 del 2002). Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

b) -I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durevole alle azioni climatiche.

c) -La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della

lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata. Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 ("Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione. Materiali e posa in opera") potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

3. La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e, qualora non precisato, secondo le prescrizioni seguenti:

a) -Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

b) -Il giunto tra controtelaio e telaio fisso se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;

- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo, se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;

- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento od i carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

c) la posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);

- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;

- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta.

-Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito. Per le porte con alte prestazioni meccaniche (anteffrazione) acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

ELEMENTI DI ARREDO

Con specifico riferimento ai codici di legenda presenti sugli elaborati grafici del progetto architettonico, di seguito si descrivono i materiali utilizzati per la realizzazione delle fermate del servizio metropolitano.

ACCESSORI ED ARREDI - OV

OV/1 - Cestino getta rifiuti in metallo

OV/2 - Emittitrice automatica di biglietti del tipo comunemente in uso presso le stazioni FS

OV/3 - Cabina o apparecchio telefonico provvisto di apposite schermature per il rumore in materiale plastico semitrasparente

OV/4 - Orologio rivestito in acciaio zincato, con superficie trasparente in vetro infrangibile. Guarnizioni a tenuta per garantire impermeabilità all'acqua. Sospeso mediante struttura metallica

OV/5 - Obliteratrice automatica di biglietti del tipo comunemente in uso presso le stazioni FS

OV/6 - Altoparlante

OV/7 - Fontanella prefabbricata in cls con rubinetteria in ottone

OV/8 - Colonnina SOS rivestita in materiale plastico di colore arancio o rosso su sottostruttura in acciaio zincato. Testata di colore bianco, retroilluminata, riportante la scritta "SOS" per facilitarne l'individuazione

OV/9 - Ascensore elettrico senza locale macchina, capacità di carico massima fino a 6 persone.

OV/10 - Stalli bici in ferro zincato

OV/11 - Sedute in lamiera di acciaio traforato su sottostruttura in acciaio zincato

ELEMENTI SEGNALETICI – SE

SE/1 - Fascia segnaletica a parete in lamiera pressopiegata di acciaio zincato preverniciato su sottostruttura in acciaio zincato

SE/1.1 - Pannello informativo in lamiera sp. 5 mm riportante indicazioni circa la collocazione delle uscite rispetto le strade adiacenti (dim. 999x999 cm)

SE/1.2 - Pannello informativo in lamiera sp. 5 mm riportante indicazioni sulla rete dei trasporti pubblici (dim. 999x999 cm)

SE/1.3 - Pannello informativo in lamiera sp. 5 mm riportante l'elenco delle stazioni della linea e la propria posizione (dim. 999x999 cm)

SE/1.4 - Pannello informativo in lamiera sp. 5 mm riportante indicazioni circa la propria posizione in riferimento alla mappa della città (dim. 999x999 cm)

SE/2 - Pannello informativo o mappa in metallo per persone non vedenti riportanti comunicazioni in rilievo secondo la codifica Breill

SE/3 - Elemento segnaletico sospeso in lamiera pressopiegata in acciaio zincato preverniciato su sottostruttura in acciaio zincato, riportante il nome della fermata.

SE/4 - Pannello elettronico per la segnalazione di messaggi variabili sospeso mediante struttura metallica in acciaio zincato

Materiali per la pulizia di manufatti lapidei e per consolidamenti

Generalità

La pulitura di una superficie di un manufatto, soprattutto se di valore storico-architettonico, dovrà prefiggersi lo scopo di rimuovere la presenza di sostanze estranee patogene, causa di degrado, limitandosi alla loro asportazione. Il lato estetico e cromatico post-intervento non dovrà incidere sul risultato finale, l'intento della pulitura non dovrà essere quello di rendere "gradevole" l'aspetto della superficie ma, bensì, quello di sanare uno stato di fatto alterato. Saranno, perciò, inutili, nonché dannose, puliture insistenti che potrebbero intaccare la pellicola naturale del materiale formatasi nel corso degli anni, puliture mosse, generalmente, dalla volontà di restituire al materiale il suo aspetto originario. Tenendo conto che anche la risoluzione meno aggressiva causerà sempre una, seppur minima, azione lesiva sul materiale, sarà opportuno ben calibrare l'utilizzo dei singoli prodotti (raccomandazioni NorMaL) che dovranno essere messi in opera puntualmente (mai generalizzandone l'applicazione) e gradualmente, procedendo per fasi progressive su più campioni, in questo modo l'operatore potrà verificare l'idoneità della tecnica prescelta e, allo stesso tempo, definire quando l'intervento dovrà interrompersi.

All'Appaltatore sarà fatto divieto impiegare prodotti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Ogni prodotto potrà essere messo in opera previa esecuzione di idonei test-campione eseguiti in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

I prodotti di seguito elencati, (forniti nei contenitori originali e sigillati) saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI vigenti.

Acqua per lavori di puliture

Per la pulitura di manufatti, dovrà essere utilizzata, in generale acqua assolutamente pura, dolce, priva di sali e calcari, con un pH neutro e una durezza inferiore al 2%. Dovranno essere utilizzate: in presenza di calcari teneri acque più dure, acque a grana fine dove si risconteranno problemi di solubilità di carbonato di calcio mentre, per i graniti e le rocce silicate potrà essere utilizzata acqua distillata ovvero deionizzata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide (RSO₃H) e basiche (RNH₃OH) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non renderà le acque sterili, nel caso in cui sia richiesta sterilità, potranno essere ottenute acque di quel tipo, operando preferibilmente per via fisica. La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine a scambio ioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro.

Spugne per puliture a secco

Queste spugne specifiche per la pulitura a secco di superfici delicate (affreschi, superfici decorate con graffiti) costituite da una massa di consistenza più o meno morbida e spugnosa (secondo del tipo prescelto), normalmente di colore giallo chiaro, supportata da una base rigida di colore blu. La massa spugnosa dovrà, necessariamente essere esente da ogni tipo di sostanza dannosa, presentare un pH neutro e contenere saktis (sorta di linosina), lattice sintetico, olio minerale, prodotti chimici vulcanizzati e gelificanti legati chimicamente. L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di fumo causato da candele d'altari e da incensi mentre non saranno adatte per rimuovere un tipo di sporco persistente (ad es., croste nere) e sostanze penetrate troppo in profondità. I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Carta giapponese

Carta molto leggera a base di fibre di riso, dotata di robustezza disponibile in commercio in diversi spessori e pesi minimo 6 gr/m² massimo 110 gr/m². Queste carte serviranno da filtro per operazioni di puliture su superfici delicate o in avanzato stato di degrado, inoltre si rileveranno utili per velature ovvero per operazioni di preconsolidamento. I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Prodotti chimici

A causa della dannosità e della difficoltà di controllo dell'azione corrosiva innescata dai reagenti chimici dovrà essere cura dell'appaltatore operare con la massima attenzione e cautela, nel pieno rispetto di leggi e regolamenti; l'uso di suddetti prodotti dovrà, pertanto, obbligatoriamente, essere prescritto da specifica autorizzazione della D.L. e circoscritto a quelle zone dove altri tipi di prodotti (ossia di procedure di pulitura) meno aggressivi non siano stati in grado di rimuovere l'agente patogeno. Se non diversamente specificato, sarà cura dell'appaltatore utilizzare formulati in pasta resi tixotropici da inerti di vario tipo (quali carbossilmetilcellulosa, polpa di carta, argille assorbenti, od altro materiale) che dovranno essere convenientemente diluiti, con i quantitativi d'acqua prescritti dalla D.L.

EDTA bisodico

Sale bisodico chelante si presenta come polvere bianca inodore a pH debolmente acido (pH @ 5) utilizzato per la pulitura di croste nere; particolarmente efficace per le patine a base di solfato, generate da solfatazioni e carbonato di calcio legati alla presenza di scialbi o ricarbonatazioni superficiali. Fondamentalmente è un agente sequestrante ha la proprietà di formare con gli ioni dei metalli, composti di coordinazione molto solubili e stabili, mascherandone la presenza in soluzione. I principali metalli che potrà "captare" sono, in

ordine di affinità, i seguenti: calcio, potassio, sodio, cromo, nichel, rame, piombo, zinco, cobalto, manganese, magnesio.

Ammoniaca

Gas di odore irritante che liquefa a -33°C, normalmente commercializzato in soluzioni acquose.

L'ammoniaca veicolata con compresse imbevute, stesa a tampone o a pennello potrà essere utilizzata miscelata con acqua o con acqua, acetone ed alcool per la rimozione di sostanze soprammesse di varia natura quali olii, vernici, cere, ridipinture ecc. su strutture in pietra quali marmo, brecce, arenarie, calcari duri e teneri, travertino e tufo.

Enzimi

Composti organici proteici di origine naturale in grado di promuovere reazioni che, in loro assenza, risulterebbero trascurabili. In pratica si tratta di molecole particolarmente selettive nei confronti di un determinato substrato, possono rappresentare una valida alternativa all'utilizzo di acidi e basi per l'asportazione idrolitica di sostanze filmogene invecchiate quali ridipinture o patinature proteiche, grasse o polisaccaridiche. Una delle caratteristiche principali degli enzimi risiede nell'elevata specificità per il substrato (fondamentale nel restauro di superfici policrome) ovvero un enzima che agisce, in un data reazione, su un determinato fondo, non sarà in grado di catalizzare nessuna altra reazione chimica vale a dire che non potrà modificare una sostanza diversa dal substrato, di conseguenza, l'operazione di pulitura, non potrà intaccare le parti del dipinto non interessate dalla pulitura. La seconda caratteristica esclusiva degli enzimi, è l'alta attività catalitica, ossia limitate molecole enzimatiche sono in grado di operare su quantità di substrato molto maggiori di quelle trasformabili da qualunque altra sostanza, senza perdere l'efficacia. Gli enzimi principalmente utilizzati sono:

- le proteasi
- le lipasi
- le amilasi
- saliva artificiale prodotto a base di mucina

Dietro specifica indicazione della D.L. l'appaltatore potrà, inoltre, impiegare acido cloridrico per l'asportazione di solfato di calcio (rapporto con acqua 1/500); acido fosforico, fluoruri, fosfati e citrati per rimuovere macchie di ruggine su pietre silicee; soluzione satura di fosfato di ammonio (con pH portato a 6) per rimuovere macchie di ruggine su pietre calcaree.

Carbonato e Bicarbonato di Ammonio

Sali solubili in acqua, utilizzati in percentuali che potranno variare dal 5% al 100%. Detti prodotti, potranno essere utilizzati singolarmente o in composti (ad es., in combinazione con resine a scambio ionico). Sia il carbonato che il bicarbonato di ammonio presenteranno la capacità di decomporsi spontaneamente originando prodotti volatili (di norma questi sali risulteranno attivi per un lasso di tempo di circa 4-5 ore), la liberazione di ammoniaca conferirà al trattamento proprietà detergenti, mentre l'alcalinità (maggiore per il Carbonato che per il Bicarbonato) consentirà una graduale gelificazione di materiale di accumulo e vecchie patine proteiche e lipidiche, consentendone la rimozione dalla superficie. Questi sali eserciteranno, inoltre, un'azione desolfatante, riuscendo a trasformare il gesso, eventualmente presente sul supporto, in Solfato di Ammonio più solubile e facilmente asportabile con lavaggio acquoso. Se il materiale da asportare presenterà un'elevata percentuale di gesso, la concentrazione in acqua del carbonato o bicarbonato dovrà essere di tipo saturo (circa il 15-20% di sale in acqua deionizzata) mentre, per gli altri casi, basterà raggiungere il pH necessario (9 per il carbonato, 8 per il bicarbonato) con soluzioni meno sature (5-7% in acqua deionizzata). L'uso del Bicarbonato d'Ammonio (o di sodio) sarà sconsigliato nel caso di interventi su materiali particolarmente degradati, specie per i marmi (nei quali si può avere una facile corrosione intergranulare e

decoesione dei grani di calcite superficiale) e i calcari sensibilmente porosi dove potrà incontrare difficoltà nel rimuovere i residui dell'impacco.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 dal presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Tensioattivi e Detergenti

Prodotti composti da molecole contenenti un piccolo gruppo polare idrofilo ed una più lunga catena liofila; queste molecole si orienteranno in modo da avere il primo gruppo (quello polare) immerso in acqua e la parte apolare nello strato di sporco. I tensioattivi saranno utilizzati allo scopo di diminuire la tensione superficiale dell'acqua così da aumentarne la "bagnabilità" e, di conseguenza, l'azione pulente. Essi, contrariamente da altre sostanze solubili in acqua, non si distribuiscono con uniformità nella massa ma si raggruppano selettivamente in maniera ordinata alla superficie della soluzione per tanto non richiedono, per essere efficienti, di una grande solubilità in acqua né di raggiungere un'alta concentrazione in tutto il volume.

Il detergente dovrà rispondere a svariate proprietà tra le quali:

- potere bagnante ovvero capacità di ridurre la tensione superficiale dell'acqua, facilitandone la penetrazione;
- potere dissolvente organico ovvero capacità di solubilizzare sostanze organiche (oli, grassi, proteine);
- potere disperdente ovvero capacità di tenere in sospensione le particelle di depositi inorganici non solubilizzati o disgregati;
- potere emulsionante ovvero capacità di emulsionare grassi edoli;
- potere sequestrante e chelante ovvero capacità di legarsi ai sali di calcio e di magnesio per convertirli in sostanze solubili;
- potere tampone ovvero capacità di mantenere invariato il pH;
- potere battericida ovvero capacità di distruggere i microrganismi;
- potere sciacquante ovvero capacità di un detergente di essere asportato insieme allo sporco senza lasciare alcun residuo;

La sequenza di queste particolarità individuerà anche le fasi in cui si svilupperà l'azione detergente.

L'uso di tali prodotti dovrà essere autorizzato dalla D.L. I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 del presente capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine a scambio ionico

Le resine a scambio ionico sono copolimeri stirene funzionanti con gruppi acidi (resine a scambio cationico) o basici (resine a scambio anionico) in grado di "agganciare" le sostanze ioniche presenti nel substrato a cui vengono applicati.

Le resine a scambio cationico (descialbante) funzioneranno come agenti di pulitura nei confronti di scialbature e incrostazioni calcaree di neoformazione "sequestrando" ioni Calcio al supporto cui verrà applicata in modo lento e delicato, garantendo, pertanto, un buon controllo del grado di pulitura.

Le resine a scambio anionico (desolfatante) risulteranno invece attive nei confronti di gesso e solfati su superfici lapidee e affreschi, l'Idrossido di Calcio che viene prodotto da questa reazione reagirà spontaneamente con l'anidride carbonica atmosferica convertendosi in Carbonato di Calcio con conseguente ricomposizione della tessitura carbonatica del substrato e azione consolidante riaggregante.

Questi pulitori saranno applicate in seguito a miscelazione con acqua demineralizzata o distillata in rapporto variabile a secondo sia del prodotto utilizzato sia della consistenza finale (più pastosa da applicare a spatola ovvero più liquida da applicare a pennello) descritta negli elaborati di progetto. Se non diversamente

specificato negli elaborati di progetto dovranno essere utilizzati impasti miscelati entro la stessa giornata lavorativa

Sia le quantità di acqua, ottimali per la consistenza voluta dell'impasto, che la durata ed il numero delle applicazioni dovranno, necessariamente, essere ricercati di volta in volta, a seconda dei problemi di pulitura da affrontare, effettuando prove preliminari di trattamento su zone ridotte e tipologicamente significative delle superfici. I suddetti campioni dovranno essere eseguiti dall'appaltatore sotto stretto controllo della D.L. I criteri d'accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Biocidi

Prodotti da utilizzarsi per l'eliminazione di muschi e licheni. I suddetti prodotti dovranno, necessariamente, essere utilizzati con molta attenzione e cautela, dietro specifica indicazione della D.L. e solo dopo aver eseguito accurate indagini sulla natura del terreno e sul tipo di azione da svolgere oltre naturalmente all'adozione di tutte le misure di sicurezza e protezione degli operatori preposti all'applicazione del prodotto. La loro applicazione dovrà essere preceduta da una serie di operazioni di tipo meccanico per l'asportazione superficiale utilizzando spatole, pennelli a setole rigide, bisturi, ecc. attrezzi comunque da utilizzarsi con estrema cautela in modo da non esercitare un'azione troppo incisiva sul manufatto. I biocidi da impiegarsi potranno essere specifici su alcune specie, oppure a vasto raggio di azione.

Per muschi e licheni si possono utilizzare soluzioni acquose all'1/2% di ipoclorito di litio. Per i licheni soluzioni di sali di ammonio quaternario in acqua all'1/2% o di pentaclorofenolo di sodio all'1%. Per alghe verdi e muffe è possibile irrorare la superficie intaccata con formalina oppure con una soluzione di acqua ossigenata (25%) e ammoniaca.

Per alghe e microflora si potrà anche utilizzare un germicida disinfettante come il benzalconio cloruro da utilizzarsi in soluzione acquosa all'1/2% da applicare a spruzzo.

Molti di questi prodotti non esplicano un persistente controllo algale, sarà pertanto utile applicare sulle superfici interessate prodotti algicidi in solvente, in grado di esplicare un'azione preventiva e di controllo della microflora (alghe, licheni, muffe, microfunghi, ecc.)

Tutti i biocidi, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta attenzione e cautela; alla loro applicazione dovrà sempre seguire un abbondante risciacquo con acqua deionizzata.

Per indicazioni inerenti la scelta dei metodi di controllo del biodeterioramento si rimanda a quanto enunciato nel documento NorMaL 30/89, mentre per ulteriori informazioni sulla caratterizzazione, sull'efficacia e sul trattamento dei biocidi si rimanda a quanto enunciato nei documenti NorMaL 35/91, 38/93, 37/92.

Materiali impregnanti - generalità

La procedura di impregnazione dei materiali costituenti le superfici esterne dei fabbricati sarà rivolta a tutelare le strutture architettoniche (ovvero archeologiche) da attacchi da agenti patogeni siano essi di natura fisica, chimica e/o meccanica. I "prodotti" da utilizzarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzati quali pre-consolidanti, consolidanti e protettivi. All'appaltatore sarà, vietato utilizzare prodotti impregnanti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, nonché fare uso generalizzato delle suddette sostanze. Ogni prodotto potrà essere utilizzato previa esecuzione di idonee prove applicative eseguite in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione. La scelta dei suddetti prodotti dovrà riferirsi alla natura e alla consistenza delle superfici che potranno presentarsi: esenti di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace ovvero con pietra a vista tenera e porosa; esenti di rivestimento in cotti a vista albas e porosi, mezzanelli (dolci o forti) o ferrioli; esenti di rivestimento in calcestruzzo; rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori o, infine, rivestite con intonaco e coloriture preesistenti.

Altri fattori che dovranno influenzare la scelta delle sostanze impregnanti dovranno essere quelli risultati a seguito della campagna diagnostica condotta, necessariamente, dall'appaltatore secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NorMaL e da quanto indicato dalla D.L. Ogni fornitura dovrà, in ogni caso, essere sempre accompagnata da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad eseguire. In specifico, le peculiarità richieste, in relazione al loro utilizzo, saranno le seguenti:

- atossicità;
- elevata capacità di penetrazione;
- resistenza ai raggi U.V.;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- assenza di sottoprodotti di reazione dannosi;
- comprovata inerzia cromatica (comunque da verificarsi in fase applicativa);
- traspirabilità al vapor d'acqua;
- assenza di impatto ambientale;
- sicurezza ecologica;
- soddisfacente compatibilità fisico-chimica con il materiale da impregnare;
- totale reversibilità dalla reazione di indurimento;
- facilità di applicazione;
- solubilizzazione dei leganti.

I prodotti di seguito elencati (forniti nei contenitori originali e sigillati), saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento alle norme UNI vigenti.

Impregnanti per il consolidamento

I prodotti impregnati da impiegarsi per il consolidamento e/o la protezione dei manufatti architettonici od archeologici, salvo eventuali prescrizioni o specifiche inerenti il loro utilizzo, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in situ o in laboratorio:

- elevata capacità di penetrazione nelle zone carenti di legante;
- resistenza chimica e fisica agli agenti inquinanti ed ambientali;
- spiccata capacità di ripristinare i leganti tipici del materiale oggetto di intervento senza dar vita a sottoprodotti di reazione pericolosi (quali ad es. sali superficiali);
- capacità di fare traspirare il materiale così da conservare la diffusione del vapore;
- penetrazione in profondità così da evitare la formazione di pellicole in superficie;
- “pot-life” sufficientemente lungo tanto da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata;
- perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- spiccata capacità a mantenere inalterato il colore del manufatto.

I prodotti consolidanti più efficaci per materiali lapidei (naturali ed artificiali) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici, dei composti a base di silicio e dei composti inorganici la scelta sarà in ragione alle problematiche riscontrate.

Composti organici

A differenza dei consolidamenti inorganici, che basano il loro potere consolidante sull'introduzione nel materiale di molecole simili a quelle del substrato lapideo naturale o artificiale con il quale devono legarsi, i consolidamenti organici eserciteranno la loro azione mediante un elevato potere adesivo, capace di saldare tra loro i granuli decoesi del materiale lapideo.

Questi composti, in gran parte dotati anche di proprietà idrorepellente e quindi protettive, saranno per lo più polimeri sintetici noti come “resine” le quali opereranno introducendosi all'interno del sistema capillare dei

materiali dove si deporranno successivamente all'evaporazione del solvente (soluzione) o del veicolo (emulsioni) che le racchiude, dando vita ad una rete polimerica che circonda le particelle.

I suddetti composti potranno essere termo-plastici o termo-indurenti: i primi sono costituiti da singole unità polimeriche (sovente con struttura quasi lineare) non stabilmente legate una con l'altra ma connesse solo da deboli forze. Tali polimeri garantiranno una buona reazione ad urti e vibrazioni, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale; manterranno, inoltre, una certa solubilità che ne garantirà la reversibilità, saranno, in genere adoperati per materiali lapidei, per le malte e per i legnami (nonché per la protezione degli stessi materiali e dei metalli); la loro applicazione avverrà distribuendo una loro soluzione (ovvero anche un'emulsione acquosa) magari associando altri componenti (tensioattivi, livellanti ecc.), la successiva evaporazione del solvente lascerà uno strato più o meno sottile di materiale consolidante. I polimeri termoplastici risulteranno spesso solubili in appropriati solventi (sovente funzionalizzanti come chetoni, idrocarburi clorurati, aromatici ecc.) e potranno essere, all'occorrenza plasmati attraverso un idoneo riscaldamento.

I prodotti termoindurenti (costituiti da catene singole che però sono in grado di legarsi fortemente tra loro dando vita ad una struttura reticolare che interessa tutta la zona di applicazione) avranno, al contrario, solubilità pressoché nulla, risulteranno irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all'azione dei raggi U.V.; saranno, di norma, impiegati come adesivi strutturali. Al fine di migliorare il grado di reticolazione e di conseguenza le caratteristiche di aderenza può risultare utile operare una preliminare operazione di deumidificazione del supporto di applicazione.

Resine acriliche

Le resine acriliche sono composti termoplastici ottenuti dalla polimerizzazione di esteri etilici e metilici dell'acido acrilico e dell'acido meacrilico. Le caratteristiche dei singoli prodotti variano entro limiti abbastanza ampi in relazione al monomero (ovvero ai monomeri, se copolimeri) di partenza e la peso molecolare del polimero. La maggior parte delle resine acriliche liberano i solventi con una certa difficoltà e lentezza, pertanto un solvente ad evaporazione rapida come l'acetone (in rapporto 1:1), fornisce, generalmente, risultati migliori rispetto ad altri solventi tipo toluolo e xilolo (che inoltre presentano un grado di tossicità più elevato). Questa classe di resine presenterà una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento. Il loro potere adesivo è buono grazie alla polarità delle molecole, ma essendo polimeri termoplastici, non potranno essere utilizzati come adesivi strutturali; il limite risiede nella scarsa capacità di penetrazione, sarà, infatti, difficile raggiungere profondità superiori a 0,5-1 cm (con i solventi alifatici clorurati si possono ottenere risultati migliori per veicolare la resina più in profondità). Possiedono in genere buona idrorepellenza che tenderà, però a decadere nel tempo; se il contatto con l'acqua si protrarrà per tempi superiori alle 90 ore, inoltre, sempre in presenza di acqua, tenderanno a dilatarsi pertanto, risulteranno adatte per superfici interne o quantomeno per superfici non direttamente esposte agli agenti atmosferici.

Resine acriliche solide: tra le resine acriliche da utilizzare in soluzione, se non diversamente specificato da indicazioni di progetto, si può ricorrere ad una resina acrilica solida a base di Etil-metacrilato/metil-acrilato fornita in scaglie diluibile in vari solventi organici tra i quali i più usati sono diluente nitro, acetone, clorotene, sarà anche miscibile con etanolo con il quale formerà una soluzione lattiginosa e film completamente trasparente. Questa resina grazie all'eccellente flessibilità, trasparenza, resistenza agli acidi, agli alcali, agli oli minerali, vegetali e grezzi, alle emanazioni dei prodotti chimici ed al fuoco può essere impiegata per il consolidamento di manufatti in pietra, legno, ceramica e come fissativo ed aggregante superficiale di intonaci ed affreschi interni. In linea generale la preparazione della soluzione dovrà seguire i seguenti passaggi: unire per ogni litro di solvente scelto dalla D.L. a seconda del tipo di intervento, da 20 fino a 300 g di resina solida, in un contenitore resistente ai solventi. Il solvente dovrà essere messo per primo nel recipiente di diluizione e mentre verrà tenuto in agitazione, si inserirà gradualmente la resina fino a perfetta soluzione. Sarà consigliabile tenere in agitazione la miscela ed operare ad una temperatura di oltre

15°C così da evitare che i tempi di dissoluzione siano troppo lunghi. Dovranno, inoltre, essere evitate le soluzioni superiori al 30% perché troppo vischiose. Se richiesta dagli elaborati di progetto potranno essere aggiunti nella soluzione quali agenti opacizzanti: cera microcristallina (fino al 47% del solido totale) o silice micronizzata (fino al 18% del solido totale). Orientativamente le percentuali di resina utilizzate p/v potranno essere: 2-5% per il preconsolidamento di elementi lapidei; 10% per il consolidamento del legno e per la verniciatura fissativa a spray di dipinti; 20% per il fissaggio di frammenti di pietra, stucco decoeso, tessere di mosaico ecc. mediante fazzoletti di garza di cotone; 30% per il fissaggio di scaglie in pietra o laterizio. I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine epossidiche

A questa categoria appartengono prodotti a base di resine epossidiche liquide che presenteranno le seguenti caratteristiche: bassa viscosità, elevato residuo secco, esenti da solventi con reattività regolare, polimerizzabile a temperatura ambiente (12-15°C) ed in presenza di umidità. Questa classe di resine presenterà, inoltre, elevate caratteristiche di resistenza chimica (soprattutto agli alcali), meccanica e di adesione così da consentire il ripristino dell'omogeneità iniziale delle strutture lesionate. L'applicazione potrà avvenire a pennello, a tampone, con iniettori in ogni caso sotto stretto controllo dal momento che presenteranno un limitato pot-life. L'elevate caratteristiche meccaniche (in genere non compatibili con i materiali lapidei), la bassa permeabilità al vapore, il rapido invecchiamento con conseguente ingiallimento se esposte ai raggi U.V. non rende questo tipo di resine particolarmente adatto per superfici di materiali porosi quali pietra, legno, cotto, malta. Il loro impiego dovrà, pertanto, essere attentamente vagliato dall'appaltatore e sempre dietro specifica richiesta della D.L. orientativamente potranno essere messe in opera per il consolidamento/protezione di manufatti industriali, di superfici in cls e di costruzioni sottoposte ad un forte aggressione chimica.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da foglio apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Composti a base di silicio

Silicati di etile

Più precisamente estere etilico dell'acido silicico sostanza monocomponente fluida, incolore, a bassa viscosità, dovrà essere applicato in diluizione in solventi organici in parte polari (alcoli) in parte non polari (ad es. acquaragia minerale pura), in percentuali (in peso) comprese fra 60% e 80%. Al fine di stabilire la quantità di prodotto da utilizzare si renderanno necessari piccoli test da eseguirsi su superfici campioni. Questi test serviranno, inoltre, da spia per determinare l'eventuale alterazione dell'opacità della pietra e della sua tonalità durante e subito dopo il trattamento.

Questo tipo di consolidante si rivelerà molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non verrà alterato dai raggi ultravioletti, e presenterà il vantaggio di possedere un elevato potere legante (dovuto alla formazione di silice amorfa idrata) soprattutto nei confronti di materiali lapidei naturali contenenti silice anche in tracce, quali arenarie, i tufi, le trachiti, ma anche su altri materiali artificiali quali i mattoni in laterizio, le terracotte, gli intonaci, gli stucchi, risultati positivi potranno essere ottenuti anche su materiali calcarei. Tale prodotto non risulta idoneo per il trattamento consolidante del gesso o di pietre gessose. Tra l'estere etilico dell'acido silicico e l'acqua che aderisce alle pareti dei capillari avviene una reazione che darà luogo alla formazione di gel di silice ossia un nuovo legante; come sottoprodotto si formerà alcol etilico che si volatilizzerà. La reazione chimica di consolidamento si completa entro circa 15-21 giorni dall'applicazione in condizioni normali (20°C e 50-60% di umidità relativa).

Il consolidamento con silicato di etile dovrà rispondere ai seguenti requisiti fondamentali:

- prodotto monocomponente non tossico e di facile applicazione;
- ottima penetrazione nel supporto lapideo da trattare, dovuta al suo basso peso molecolare e alla scelta della miscela solventi;
- essiccamento completo senza formazione di soste secondarie appiccicose e di conseguenza nessuna adesione di depositi;
- formazione di sottoprodotti di reazione non dannosi al materiale trattato;
- formazione di un legante minerale, stabile ai raggi U.V., e affine al materiale lapideo;
- impregnazione senza effetto filmogeno di conseguenza il materiale lapideo trattato dovrà rimanere permeabile al vapore;
- assenza di variazioni cromatiche dei materiali lapidei trattati;
- il legante formatosi (SiO_2) si presenterà resistente agli acidi e pertanto resisterà alle piogge ed alle condense acide.

L'impregnazione con silicato di etile dovrà essere evitata (se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto) nel caso in cui: il materiale da trattare non risultasse assorbente, in presenza sia di elevate temperature

(> 25°C) che di basse temperature (< 10°C), con U.R. non > 70% e, se si tratta di manufatto esposto a pioggia, nelle quattro settimane successive al trattamento per questo, in caso di intervento su superficie esterne, si renderà necessario la messa in opera di appropriate barriere protettive.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Composti inorganici

Presentano, generalmente, una grande affinità con i materiali da trattare; risulteranno duraturi, ma irreversibili e poco elastici. La loro azione avverrà tramite l'infiltrazione, in forma liquida, nel materiale oggetto del trattamento dove, per evaporazione del veicolo, la componente minerale del composto, precipitando, darà vita ad una rete che si legherà alle particelle minerali circostanti. Le caratteristiche fisico-chimiche del legame saranno, quindi, simili (anche se non sempre uguali) a quelle del legante perduto o degradato.

A seguito all'uso dei consolidanti inorganici potranno insorgere i seguenti inconvenienti: scarsa penetrazione all'interno del materiale lapideo da trattare (potrà provocare il distacco della crosta superficiale alterata e consolidata), scarsa resistenza agli stress meccanici (imputabile alla loro rigidità e fragilità), scarsa efficienza se la pietra risulterà totalmente decoesa da presentare fratture con distanze fra i bordi superiori a 100 micron.

Idrossido di calce (calce spenta)

La calce applicata alle malte aeree (ovvero sugli intonaci) e alle pietre calcaree in forma di latte di calce penetra nei pori riducendone il volume; aderendo alle superfici dei minerali componenti, dovrebbe presentare la capacità di risaldarli tra loro. Il Carbonato di Calcio di neoformazione^{10#}, non eserciterà, tuttavia, la stessa azione cementante avvenuto durante il lento processo di carbonatazione della calce pertanto, la similitudine tra processo naturale e la procedura di consolidamento si limiterà ad essere un'affinità chimica. Questo tipo di trattamento potrà presentare l'inconveniente di lasciare depositi biancastri di carbonato di calce sulla superficie dei manufatti trattati, che, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto (ovvero se previsto un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce ad es., scialbatura), dovranno essere rimossi. In linea di massima, il consolidamento a base d'Idrossido di Calcio potrà essere applicato su intonaci debolmente degradati, situati in luoghi chiusi o sottoposti a limitate sollecitazioni termiche e, in ogni modo, al riparo da acque ruscellanti e cicli di gelo/disgelo.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 16 ("Materiali impregnati – generalità") del presente capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Alcool polivinilico

Sostanza ad alto peso molecolare, solubile in acqua, alla quale si impartisce forte viscosità e proprietà emulsionanti. Si rileva poco solubile in solventi organici viene sovente utilizzato in miscele di acqua e alcool etilico denaturato (in soluzioni dal 3 al 10%) nelle operazioni di preconsolidamento per fissaggi di scaglie e/o frammenti oppure per fissaggi mediante velature con garza di cotone o carta giapponese.

Acetato di polivinile

Resina sintetica termoplastica, preparata per polimerizzazione dell'acetato di vinile, a sua volta ottenuto da acetilene e acido acetico. Utilizzata in soluzione dal 3 al 10% in alcool etilico o isopropilico oppure in miscele a base di acido etilico denaturato e acqua come fissativo di pellicole pittoriche o per eseguire "ponti di cucitura" di frammenti scaglie decoese. Punto di rammollimento 155-180°C, viscosità a 20°C della soluzione 20% in estere etilico dell'acido acetico 180-240 mPas.

Malta premiscelata per iniezione di consolidamento e riadesione di intonaci

Questo prodotto dovrà presentare un'ottima penetrabilità nelle murature senza aver bisogno della preliminare bagnatura dei supporti. L'impasto dovrà essere composto da leganti idraulici naturali, chimicamente stabili e a bassissimo contenuto di sali solubili, inerti silicei, pozzolana superventilata e idonei additivi fluidificanti, ritentivi ed areanti. Dopo aver impastato energicamente per qualche minuto il premiscelato con acqua demineralizzata sarà consigliabile filtrare la boiacca ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formati in fase di impasto. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Sarà consigliabile utilizzare siringhe con aghi di tipo veterinario (diametro di uscita superiore ai 2 mm).

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,02 kg/dm³, lavorabilità 2 h, bleeding assente, aderenza 0,8 N/mm², inizio presa a +20°C 24 h, fine presa a +20°C 48 h, resistenza a compressione a 28 gg 6 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 2 N/mm², modulo elastico 5000 N/mm², ritiro 0,7-1,8 mm, ritenzione acqua > 80%, permeabilità al vapore 6 m.

Malta premiscelata per riadesione e riempimento di vuoti in sistemi ornamentali

Questo prodotto dovrà presentare basso peso specifico (0,4 kg/dm³) e medie resistenze meccaniche così da risultare idoneo per eseguire riadesione di elementi privi di funzioni statiche e non appesantibili come intradossi di volte affrescate, stucchi e superfici musive. L'impasto dovrà essere composto da leganti idraulici naturali, chimicamente stabili e a bassissimo contenuto di sali solubili, pozzolana, perlite ventilata e idonei additivi fluidificanti, ritentivi ed areanti. Dopo aver impastato energicamente per qualche minuto il premiscelato con acqua demineralizzata sarà consigliabile filtrare la boiacca ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formati in fase di impasto. Se non diversamente specificato questi prodotti dovranno essere iniettati entro 30 minuti dalla preparazione. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Sarà consigliabile utilizzare siringhe di tipo veterinario prive di ago (diametro di uscita superiore ai 6 mm).

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 0,4 kg/dm³, lavorabilità 4 h, bleeding assente, aderenza 0,9 N/mm², inizio presa a +20°C 20 h, fine presa a +20°C 44 h, resistenza a compressione a 28 gg 31 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 8 N/mm², modulo elastico 5200 N/mm², ritiro 0,4-1,2 mm, ritenzione acqua > 85%, permeabilità al vapore 3 m.

Malta premiscelata per iniezione di consolidamento strutturale di murature

Questo prodotto per iniezioni dovrà essere a base di calce idraulica naturale, priva di sali solubili, rafforzata con metacaolino purissimo ad alta reattività pozzolanica (od in alternativa con polvere di coccio pesto) caricata con carbonato di calcio scelto e micronizzato, (o perlite superventilata se si ricerca una malta a basso peso specifico) a cui andranno aggiunti additivi quali ritenitori d'acqua di origine naturale e superfluidificanti al fine di poter iniettare la miscela a bassa pressione. Se non diversamente specificato l'acqua da utilizzare nell'impasto dovrà, essere demineralizzata. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto, possibilmente demineralizzata, e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,4 kg/dm³, lavorabilità 2 h, bleeding trascurabile, aderenza 1,4 N/mm², inizio presa a +20°C 18 h, fine presa a +20°C 72 h, resistenza a compressione a 28 gg 13 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 3,5 N/mm², modulo elastico 11000 N/mm², temperatura massima durante l'indurimento < 30°C, ritiro 0,7-1,2 mm, ritenzione acqua > 70%, permeabilità al vapore 9 m.

Malte per betoncino di collaborazione statica

Questa malta premiscelata dovrà presentare un modulo elastico basso così da limitare eventuali inconvenienti legati all'instabilizzazione per carico di punta. A tal fine si potranno utilizzare malte a base di calce idraulica naturale caricata con inerti a comportamento pozzolanico (ad es., pozzolana, metacaolino, coccio pesto ecc.), sabbie silicee (granulometria 0,1-2 mm) con l'eventuale aggiunta d'additivi aeranti naturali, fibre minerali inorganiche atossiche (così da ridurre le tensioni generate dall'evaporazione dell'acqua e limitare le fessurazioni da ritiro plastico) e espansivi minerali (così da controllare il ritiro igrometrico). Le malte, a ritiro compensato, da utilizzare per i betoncini dovranno in ogni caso presentare le seguenti caratteristiche:

granulometria inerti 0,1-2,0 mm, inizio presa 5 h, fine presa 15 h, resistenza a compressione a 28 giorni > 18 N/mm²; modulo elastico a 28 giorni < 15000 N/mm²; espansione contrastata a 7 giorni > 300 mm/m; coefficiente di permeabilità al vapore < 150 m.

L'utilizzo di premiscelati a base di calce idraulica naturale o idraulica pozzolanica (calce aerea miscelata a cariche con reattività pozzolaniche), rispetto all'uso del cemento presenterà il vantaggio di ottenere un impasto più plastico e maggiormente lavorabile, inoltre l'uso della calce idraulica garantirà capacità di traspirazione delle pareti.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue:

a) -nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.

b) -A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, etc...

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

5. Impianti delle Fermate

PREMESSA

Il presente Disciplinare descrittivo e prestazionale contiene le indicazioni di massima che devono essere sviluppate nei successivi livelli di progettazione relative alle necessità funzionali, requisiti e specifiche prestazioni che dovranno essere presenti nell'intervento riguardante gli impianti tecnologici a servizio delle stazioni previste nell'ambito del nuovo Collegamento metropolitano ferroviario tra la nuova stazione FS di Catanzaro in località Germaneto e la stazione di Catanzaro Sala, nonché dell'adeguamento a linea metropolitana della rete ferroviaria esistente nella valle della Fiumarella tra Catanzaro Sala e Catanzaro Lido.

DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE

1- Elenco impianti di progetto

Gli impianti oggetto del presente appalto sono di seguito elencati:

–

– STAZIONE DI CATANZARO SALA:

- Impianto di luce e forza motrice in stazione
- Impianto di terra
- Impianto TVCC
- Impianto diffusione sonora
- Impianto segnale
- Impianto adduzione lavaggio banchina
- Impianto smaltimento acque meteoriche

– STAZIONE DI DULCINO:

- Impianto di luce e forza motrice in stazione
- Impianto di luce e forza motrice sistemazioni esterne
- Impianto di terra
- Impianto TVCC
- Impianto diffusione sonora
- Impianto segnale
- Impianto adduzione idropotabile
- Impianto smaltimento acque reflue
- Impianto estrazione forzata servizi igienici

- Impianto smaltimento acque meteoriche
- STAZIONE DI SANTA MARIA:
 - Impianto di luce e forza motrice in stazione
 - Impianto di luce e forza motrice sistemazioni esterne
 - Impianto di terra
 - Impianto TVCC
 - Impianto diffusione sonora
 - Impianto segnale
 - Impianto ascensore
 - Impianto adduzione lavaggio banchina
 - Impianto smaltimento acque meteoriche
- STAZIONE DI PISTOIA:
 - Impianto di luce e forza motrice in stazione
 - Impianto di luce e forza motrice sistemazioni esterne
 - Impianto di terra
 - Impianto TVCC
 - Impianto diffusione sonora
 - Impianto segnale
 - Impianto adduzione lavaggio banchina
 - Impianto smaltimento acque meteoriche
- STAZIONE DI CORVO:
 - Impianto di luce e forza motrice in stazione
 - Impianto di luce e forza motrice sistemazioni esterne
 - Impianto di terra
 - Impianto TVCC
 - Impianto diffusione sonora
 - Impianto segnale
 - Impianto adduzione lavaggio banchina
 - Impianto smaltimento acque meteoriche
- STAZIONE DI ARANCETO:
 - Impianto di luce e forza motrice in stazione

- Impianto di luce e forza motrice sistemazioni esterne
- Impianto di terra
- Impianto TVCC
- Impianto diffusione sonora
- Impianto segnale
- Impianto adduzione lavaggio banchina
- Impianto smaltimento acque meteoriche
- STAZIONE DI MAGNA GRECIA:
 - Impianto di luce e forza motrice in stazione
 - Impianto di luce e forza motrice sistemazioni esterne
 - Impianto di terra
 - Impianto TVCC
 - Impianto diffusione sonora
 - Impianto segnale
 - Impianto adduzione lavaggio banchina
 - Impianto smaltimento acque meteoriche
- STAZIONE DI CATANZARO LIDO:
 - Impianto di luce e forza motrice in stazione
 - Impianto di luce e forza motrice sistemazioni esterne
 - Impianto di terra
 - Impianto TVCC
 - Impianto diffusione sonora
 - Impianto segnale
 - Impianto adduzione lavaggio banchina
 - Impianto smaltimento acque meteoriche
- STAZIONE DI CITTADELLA:
 - Impianto di luce e forza motrice in stazione
 - Impianto di terra
 - Impianto TVCC
 - Impianto diffusione sonora
 - Impianto segnale

- Impianto adduzione lavaggio banchina
- Impianto smaltimento acque meteoriche
- STAZIONE DI CAMPUS:
 - Impianto di luce e forza motrice in stazione
 - Impianto di luce e forza motrice sistemazioni esterne
 - Impianto di terra
 - Impianto TVCC
 - Impianto diffusione sonora
 - Impianto segnale
 - Impianto ascensore
 - Impianto adduzione idropotabile
 - Impianto smaltimento acque reflue
 - Impianto estrazione forzata servizi igienici
 - Impianto smaltimento acque meteoriche
- STAZIONE DI CATANZARO GERMANETO:
 - Impianto di luce e forza motrice in stazione
 - Impianto di terra
 - Impianto TVCC
 - Impianto diffusione sonora
 - Impianto segnale
 - Impianto adduzione idropotabile
 - Impianto smaltimento acque reflue
 - Impianto estrazione forzata servizi igienici
 - Impianto smaltimento acque meteoriche

2- Lavorazioni annesse alle installazioni previste

La Ditta installatrice è tenuta a prestare le opere per l'assistenza muraria relative alle installazioni oggetto del presente appalto.

3- Osservazioni e rimandi

Per le descrizioni particolareggiate degli impianti così sommariamente indicati si rimanda a quanto detto agli articoli successivi, agli elaborati ed ai disegni allegati.

OSSERVANZA DELLE LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

1- Premessa

La Ditta installatrice avrà l'obbligo di osservare le norme che regolano gli appalti delle opere dipendenti dal Ministero dei Lavori Pubblici ed ogni altra norma di legge contenuta nei decreti e regolamenti vigenti o che siano emanati in corso d'epoca – in tema di assicurazioni sociali, di pubblici lavori e che, comunque, abbiano applicabilità per i lavori di cui si tratta.

La Ditta installatrice sarà tenuta inoltre alla osservanza dei regolamenti e prescrizioni comunali in materia vigenti per la città di Catanzaro, nonché i regolamenti le prescrizioni del Comando dei Vigili del Fuoco locale, della ASL, dell'ARPA e comunque di ogni legge e norma vigente in materia.

Di seguito vengono enunciate le principali norme e leggi in vigore.

2- Prevenzione infortuni

- D.P.R. del 21/12/1999 n.554 - Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni
- D.P.R. del 30/08/2000 n.412 - Regolamento recante disposizioni integrative del decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n. 554, concernente il regolamento di attuazione della legge quadro sui lavori pubblici
- Decreto Legislativo del 12/04/2006 n.163 - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE (con le modifiche introdotte dalle LL. del 12/07/2006 n.228, del 27/12/2006 n.296, del 03/08/2007 n.123, del 24/12/2007 n. 244, del 06/08/2008 n.133, del 22/12/2008 n.201, del 27/02/2009 n. 14, del 15/07/2009 n.94, del 23/07/2009 n.99, del 03/08/2009 n.102, del 20/11/2009 n.166 e dai D.Leg.vi del 26/01/2007 n. 6, del 31/07/2007 n.113, del 11/09/2008 n. 152)
- Legge del 03/08/2007 n.123 - Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia (con le modifiche introdotte dalla Legge del 24/12/2007 n. 244 e dal D.Leg.vo del 09/04/2008 n.81)
- Legge del 02/08/2008 n.129 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 3 giugno 2008, n. 97, recante disposizioni urgenti in materia di monitoraggio e trasparenza dei meccanismi di allocazione della spesa pubblica, nonché in materia fiscale e di proroga di termini.
- Legge del 06/08/2008 n.133 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, recante disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria.
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 , n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

- Legge del 27/02/2009 n.14 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 207, recante proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni finanziarie urgenti
- Legge del 07/07/2009 n.88 - Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee – Legge comunitaria 2008
- Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n. 106 - Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

3- Inquinamento atmosferico, delle acque ed acustico

- Legge del 13/07/1966 n° 615 - Provvedimenti contro l' inquinamento atmosferico (con le modifiche apportate dal DPR 400/82 e D.Leg.vo 285/92. Norma parzialmente sostituita dal DPCM 2.10.95)
- D.M. n.12801 del 23/11/1967 - Ripartizione dei comuni interessati alla prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle zone A e B previste dalla L.615/66
- Decreto Presidente Repubblica 22/12/1970 n° 1391 - Regolamento per l'esecuzione della L. 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici
- D.P.C.M. del 01/03/1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell' ambiente esterno (con le modifiche introdotte dal D.P.C.M. 14.11.97)
- D.P.R. del 24/05/1988 n. 203 - Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell' aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell' art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183 (con le modifiche introdotte dalla L.288/89)
- Legge del 26/10/1995 n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico (con le modifiche introdotte dalle LL. 426/98, 448/98, 179/2002)
- Legge 8 ottobre 1976, n. 690 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 10 agosto 1976, n.544, concernente proroga dei termini di cui agli articoli 15, 17 e 18 della legge 10 maggio 1976, n.319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento
- Circolare 29/12/1976 - Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento - Applicazione delle leggi 10-5-1976, n. 319 e 8-10-1976, n. 690
- Deliberazione 4 febbraio 1977 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento. Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento
- Circolare 30/12/1977 del Ministero dei lavori pubblici - Applicazione della legge 10-5-1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento (art. 10, comma 1)
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, Norme in materia ambientale, (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006)

- DPR 3/7/1982 N. 515 (G.U. 7/8/1982 N. 216), Attuazione della direttiva CEE n.75/440 concernente la qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile
- DPR 24/5/1988 n.236 , Attuazione della direttiva CEE n.80/778 concernente la qualità delle acque superficiali destinate al consumo umano.
- Legge 5/1/94 n. 36 Legge 5/1/94 n. 36, Disposizioni in materia di risorse idriche.
- D.Lgs. 11 maggio 1999 n. 152 - (G.U. n. 124, 29 maggio 1999, suppl. ord. n. 101/L) (con modifiche D.Lgs 18 agosto 2000 n. 258), Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.
- Decreto Legislativo n.31 del 2 febbraio 2011 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano
- Decreto Legislativo n.27 del 2 febbraio 2002 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano
- Decreto del Ministero della Salute n.443 del 21/12/1990 – requisiti e caratteristiche delle apparecchiature per il trattamento e la depurazione dell'acqua destinata al consumo umano.
- Si intendono comprese nel presente elenco tutte le norme/leggi applicabili anche se non espressamente menzionate.

4- Norme per la sicurezza degli impianti – Dichiarazione di conformità

- L. del 05/03/1990 n.46 - Norme per la sicurezza degli impianti [ai sensi del D.M. del 22 gennaio 2008 la presente legge deve essere considerata decaduta salvo gli articolo 8 (Finanziamento dell'attività di normazione tecnica), 14 (Verifiche) e 16 (Sanzioni)]
- D.M.Svilup.Ec. del 22/01/2008 n.37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici e s.m.i.

5- Norme tecniche di riferimento

La Ditta installatrice dovrà considerare, nell'esecuzione degli impianti, la normativa ufficiale italiana di standardizzazione e buona costruzione emessa dall'UNI, e dove questa risulti mancante, la normativa ISO e/o normative ufficiali emessi dagli Stati membri della CEE.

In particolare si elencano le seguenti normative d'interesse generale.

- Impianti elettrici:
 - o Norme CEI
- Impianti piping:
 - o norme UNI
 - o norme ANSI

- Impianti idrosanitari:
 - o norme UNI

DATI DI PROGETTO E PRESCRIZIONI TECNICHE

1- Premessa

I dati tecnici elencati, presi a base per la progettazione degli impianti, sono un sunto di tutti i dati tecnici effettivamente utilizzati. Inoltre il progetto costruttivo deve tener conto dei pareri preventivi dei VV.F ed ASL.

2- Dati tecnici di progetto impianti elettrici

Per la determinazione delle potenze elettriche necessarie al dimensionamento delle reti di distribuzione si è fatto riferimento ai carichi convenzionali desunti dalle apparecchiature scelte, moltiplicando la somma delle potenze elencate con opportuni coefficienti di contemporaneità e di utilizzazione.

Per la verifica dei cavi per i sovraccarichi ed i cortocircuiti devono essere soddisfatte le due condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \leq I_z$$

Una volta verificati i sovraccarichi ed i cortocircuiti il dimensionamento è stato completato con la verifica della portata e della caduta di tensione delle stesse linee.

La caduta di tensione a fine linea (V) fra Quadro Generale ed utenza più lontana in condizioni di carico contemporaneo, è stata calcolata tenendo conto dei seguenti parametri principali:

- caduta di tensione $\leq 3\%$
- fattore di potenza medio 0,9

Gli impianti elettrici che compongono il presente appalto sono stati progettati in relazione ai dati tecnici appresso elencati:

- Livelli di illuminamento (Valori medi):

o nelle zone di parcheggio e marciapiedi attigui	75 lux
o sulle banchine e nei sottopassi	100 lux
o varchi e accessi alla stazione	200 lux

- Potenze elettriche

o Potenza presa elettrica 2 x 16 A + T	3000 W
o Potenza presa elettrica 2 x 10 A + T	2000 W
o Coefficiente di contemporaneità dei circuiti prese	0,3

- Potenza contemporanea minima (percentuale) da considerarsi per il calcolo dei cavi

o Linea principale per i servizi luce, FM	90%
o Linee secondarie luce, FM	100%

- Calcolo max sui conduttori
 - o Linee principali 100 % della portata
 - o Linee secondarie 100 % della portata
- Cadute di tensione ammesse
 - o Linee principali luce 2%
 - o Linee principali FM 2%
 - o Linee secondarie luce 2%
 - o Linee secondarie FM 2%
- Sezioni minime dei conduttori
 - o Linee secondarie luce 2,5 mm²
 - o Linee secondarie FM 4 mm²
 - o Derivazione luce 1,5 mm²
 - o Derivazione FM 2,5 mm²
 - o Cavi multipolari per circuiti di comando 1,5 mm²

3- Dati tecnici di progetto impianti meccanici

Impianto idricosanitario

I dati progettuali sono dedotti dalla normativa UNI in vigore ed applicando la curva di utilizzazione 2 delle norme idrico-sanitarie italiane:

I diametri interni delle diramazioni alle utilizzazioni non possono essere inferiori ai minimi indicati appresso:

- vasi, lavabi, idranti di lavaggio piatti doccia, bidet, beverini, lavelli, 16 mm ½”;
- la velocità dell'acqua non deve superare:
 - o 1,0 m/s nelle tubazioni fino a 1”;
 - o 1,5 m/s nelle tubazioni fino a 2”;
 - o 2,0 m/s per i diametri superiori;
- le portate alle singole utilizzazioni non devono avere valori inferiori ai minimi appresso indicati:
 - o lavabi, vasi: 0,10 l/s;
 - o idranti di lavaggio: 0,15 l/s;
- la pressione residua alle utilizzazioni idriche deve garantire i valori di portata suddetti ed essere comunque compresa fra i 0,5 ed i 2 bar;
- dimensionamento delle colonne di scarico acque nere come da UNI EN12056-2, eseguito in base alle unità di scarico di piano e per l'intera colonna ed in funzione all'altezza massima delle colonna stessa;

- Dimensionamento delle reti orizzontali di scarico acque nere come da UNI EN12056-2, eseguito in base al numero di unità di scarico ed alla pendenza della tubazione;
- Pendenza minima dei collettori e tronchi orizzontali: 1%;
- Dimensionamento delle colonne di ventilazione secondaria in base all'altezza ed al diametro delle colonne di scarico;

DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

1.1. Impianto di luce e forza motrice

L'impianto si riferisce all'illuminazione ed alla forza motrice delle pensiline, delle banchine, dei sottopassi e dei sistemi di comunicazione verticale (rampe e scale) quando presenti, dei piazzali di accesso e dei parcheggi antistanti le stazioni, quando presenti.

4- Riferimenti normativi

I materiali elettrici devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

- Legge 1° marzo 1968, n. 186 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Legge 18 ottobre 1977, n. 791 - Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- D.M. 10 aprile 1984 - Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;
- Legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle Barriere Architettoniche negli edifici privati;
- Legge 17 aprile 1989, n. 150 - Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;
- D.M. 14 giugno 1989, n. 236 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;
- Legge 37 / 2008 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;
- D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 - Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio;

- D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- D.M. 10 marzo 2005 - Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;
- Decreto Ministeriale 10 marzo 1998 , Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.
- D.M. 15 marzo 2005 - Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;
- UNI EN 12464-1: "Luce e Illuminazione - Illuminazione dei luoghi di lavoro – Parte 1: Luoghi di lavoro interni" ("Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places")
- UNI EN 1838: Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro
- pr EN 50172: Emergency escape lighting system
- DLgs 81/08 e s.m.i.: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.M. 14 giugno 1989, n. 236: Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503: Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici
- Si intendono comprese nel presente elenco tutte le norme/leggi applicabili anche se non espressamente menzionate.

Criteri di protezione antincendio

Per quanto riguarda la protezione antincendi, nell'elaborazione del progetto si seguono i criteri generali adottati nell'edilizia pubblica e privata, derivanti dall'applicazione del D.M. 10/03/1998 classificando, di ufficio, gli ambienti come non a maggior rischio in caso di incendio per la assenza di carico di incendio ovvero per il basso affollamento delle stazioni considerate. Di conseguenza non esiste la necessità di sistemi di protezione attiva o passiva addizionali a quelli ordinari per i luoghi di lavoro, elaborati a cura del gestore dell'attività.

5- Quadri elettrici

Generalità

I quadri di distribuzione devono essere del tipo AS in accordo con la norma CEI EN 60439-1/A1:2005 e per i componenti deve essere massimizzato l'uso di materiali di serie e normalizzati, la cui reperibilità sul mercato deve essere prevista per lungo tempo.

Condizioni normali d'esercizio

I quadri di distribuzione devono essere adatti all'installazione in ambienti di uso comune e particolare cura verrà data, oltre alla costruzione, anche al design.

Le condizioni di normale funzionamento deve essere:

temperatura ambiente < 40°C

grado d'inquinamento < 3

Caratteristiche elettriche

Tensione nominale d'isolamento U_i : 690 V~

Tensione di esercizio nominale U_e : 400 V~

Tensione nominale di tenuta ad impulso $U_{imp.}$: 8 kV / 6kV

Frequenza nominale: 50 Hz

Forma costruttiva CEI EN 60439-1/A1:2005: 1

Classe di isolamento CEI EN 60439-1/A1:2005:

Le altre caratteristiche elettriche necessarie per la completa definizione dei quadri sono desumibili dai documenti di progetto.

Caratteristiche costruttive

I quadri elettrici di distribuzione devono essere del tipo AS in accordo con la norma CEI EN 60439-1/A1:2005. Devono avere la struttura di tipo a monoblocco o flat pack affiancabile. La struttura dell'armadio deve essere in lamiera di acciaio verniciato con parete esterna liscia realizzata con vernici epossidiche aventi uno spessore medio di 50 micron e con colorazione RAL 7035. Le porte di chiusura devono avere un angolo di apertura di 180° per assicurare che le stesse non creino impedimento lungo le vie di fuga qualora l'installazione avvenga in locali con pubblico accesso. Le porte devono essere realizzate con vetro fumè deve essere di sicurezza con particolare attenzione al design. I cavi devono avere accesso dall'alto o dal basso tramite apposito passacavi ad apertura variabile. La suddivisione interna avviene tramite moduli da 150 mm suddivisi da apposite spazi per l'installazione frontale di canaline in PVC auto estinguente abbondantemente dimensionate. I sistemi di sbarre, ove necessari, devono essere posizionati nella parte alta del quadro in apposito vano chiuso da propria portina e dimensionati in base alla corrente di cortocircuito prevista nel punto d'installazione. Ogni conduttore deve essere contrassegnato con appositi anelli numerati secondo le indicazioni degli schemi elettrici e deve essere intestato con appositi capicorda direttamente sulle morsettiere posizionate indifferentemente nella parte bassa, alta o laterale in funzione delle necessità installative. I circuiti ausiliari devono essere realizzati con conduttori flessibili non propaganti l'incendio.

Lamiera - Ciclo di verniciatura.

Verrà utilizzata, per le parti verniciate, lamiera in acciaio zincato elettroliticamente con definizione:

Fe P01 ZE 25/25 03 PHCR secondo EN 10152.

Per le parti non verniciate si utilizzerà lamiera in acciaio zincata a fuoco con definizione

FE P02 G Z 275 NA secondo EN 10142.

La vernice deve essere di tipo in polvere, setificata, colore RAL 7035 con resina epossidica, caratterizzata da ridotte capacità di riscaldamento (180° Celsius).

Lo spessore minimo della vernice deve essere di 60 µ.

lamiera in acciaio zincata elettroliticamente:

ZE 25/25 = rivestimento in zinco bilaterale dello spessore di 2,5 µ per parte

O3 = caratteristica della superficie. Devono essere ammesse solo le imperfezioni relative all'aspetto esteriore.

PHCR = trattamento superficie. Fosfatazione e cromatizzazione.

lamiera in acciaio zincata a fuoco:

Fe P02 G = acciaio con resistenza alla trazione (R_m) minima di 270 N/mm²

Z 275 = rivestimento bilaterale in zinco dello spessore di 275 g/m² (= 20 µ di spessore per parte)
NA = esecuzione del rivestimento. Fiore di zinco (cristalli di zinco) e superficie comuni.

Targhe

Devono essere realizzate con scritte indelebili e situate in modo da essere visibili quando il quadro deve essere installato. Tali targhe riporteranno almeno:

Marcatura CE;
Norme di riferimento;
Nome e marchio di fabbrica del costruttore;
Numero di identificazione del quadro;
Ue (V);
Uaux (V);
Corrente di corto circuito massima (KA);
Frequenza (Hz);
Grado di protezione (IP)

Carpenteria per Quadri ad Armadio in Lamiera di Tipo Modulare

La struttura sarà del tipo autoportante in lamiera di acciaio di spessore minimo 15/10 mm, saldata e verniciata come descritto al punto precedente del presente capitolo. Gli accessori di fissaggio e i telai interni saranno protetti contro l'ossidazione. Gli elementi costituenti il quadro dovranno avere un grado di protezione IP30 all'esterno. La modularità richiesta riguarderà tutte le strutture, gli elementi di fissaggio interni e i pannelli frontali. L'ancoraggio dei quadri, l'accessibilità e le serrature saranno realizzate come descritto al già citato punto precedente.

Carpenteria per Quadri Modulari in resina

La struttura sarà realizzata in resina autoestinguente resistente al fuoco fino a 850° C secondo IEC 695-2-1. Gli elementi costituenti il quadro dovranno avere un grado di protezione IP55 all'esterno ed essere in grado di resistere alle intemperie senza alterazione delle caratteristiche meccaniche per variazioni di temperature da -40° C a 100° C.

6- Interruttori automatici

Interruttori modulari

Gli interruttori di tipo modulare fino a 125A devono essere del tipo miniaturizzato (m.c.b.) adatti per essere utilizzati negli impianti elettrici di bassa tensione per la protezione contro i sovraccarichi e di corto circuito delle condutture, delle apparecchiature e degli equipaggiamenti elettrici in genere. Il meccanismo di sgancio deve essere del tipo a scatto libero. Le caratteristiche d'intervento degli interruttori modulari devono essere, in dipendenza delle scelte progettuali rilevabili dagli elaborati grafici, di tipo:

- A (Ig = 2 - 3 In),
- B (Ig = 3,5 - 5 In),
- C (Ig = 7 - 10 In),
- D (Ig = 15 - 20 In).

La classe di limitazione degli interruttori modulari deve essere la "3" secondo la norma EN 60898. Il Potere nominale d'interruzione (PNI) deve essere rilevato dagli elaborati grafici di progetto e deve essere sempre superiore al valore di Icc nel punto d'installazione. Il PNI deve comunque essere sempre superiore o uguale a 10kA. Il PNI deve essere riferito alla norma CEI EN 60898 ad eccezione dei quadri secondari posizionati all'interno delle cabine elettriche dove deve invece essere riferito alla norma CEI EN 60947-2.

L'installazione degli interruttori modulari deve essere di tipo fisso in accordo con la normativa CEI EN 60898. L'accoppiamento meccanico tra l'interruttore ed il relativo blocco differenziale deve essere tale da

non permettere la successiva separazione. Gli interruttori devono essere dotati di dispositivo per la segnalazione della posizione dei contatti sul fronte dell'apparecchio e di un sistema di chiusura a saracinesca dei morsetti in modo che sia garantito il grado di protezione IP2X sui morsetti stessi.

Contattori

I contattori devono essere tropicalizzati e protetti contro i contatti accidentali secondo DIN VDE 0106 parte 100. I contattori devono essere integrabili con blocchetti di contatti ausiliari aggiuntivi. Tali contatti ausiliari devono garantire una completa e sicura affidabilità nel comando di circuiti con tensioni < 110V e correnti < 100mA. La protezione del contactore dai corto circuiti deve essere affidata all'interruttore automatico insistente sulla stessa linea. Deve essere realizzato un coordinamento (interruttore – contactore) almeno di 50kA. La protezione termica del motore sarà anch'essa affidata all'interruttore automatico. Laddove le condizioni lo richiedano deve essere possibile l'integrazione con soppressori di picchi di sovra tensione a gruppi RC o variatori.

Dati tecnici

Tensione nominale di isolamento U_i : 690 Vac
Tensione nominale di isolamento (cont. Aux): 500 Vac
Grado d'isolamento: 3
Corrente termica convenzionale I_{th} : 10 A
Affidabilità di contatto a 17V, 1mA Frequenza di errore < 10-8
Campo di lavoro della bobina 0,8 – 1,1 x U_s (a 50Hz)
Durata meccanica 10 Mil. (cicli di manovra)
Temperatura ambiente ammissibile: -25+60°C
Grado di protezione: IP20

Interruttori Differenziali

Devono essere in accordo con le norme CEI 23-18, provvisti di pulsante di prova, visualizzazione dell'intervento e sensibilità come indicato negli elaborati di progetto.

Interruttori di manovra sezionatori

Devono essere in accordo con le norme CEI 17-11, del tipo non automatico, in grado di interrompere la corrente di breve durata, con potere d'interruzione come indicato negli elaborati di progetto.

Strumenti di misura e protezione

Amperometro

Amperometro ad indicazione digitale, con display a tre cifre, in contenitore isolante serie modulare, inserzione tramite trasformatore amperometrico ed alimentazione 220 V c.a., portata di fondo scala 999 A.

Trasformatore amperometrico

Trasformatore amperometrico per cavo o barra passante, per corrente primaria fino a 250 A, predisposto per fissaggio a scatto su barra DIN35.

Voltmetro

Voltmetro ad indicazione digitale, con display a tre cifre, in contenitore isolante serie modulare, con alimentazione 220 V c.a. separata dalla misura, portata di fondo scala 600 V c.a.

Scaricatore combinato

Scaricatore combinato, corrente da fulmine/sovratensione, classi B e C secondo DIN VDE 0675, spinterometri autoestinguenti in parallelo con varistori all'ossido di zinco (con dispositivo di sezionamento)

termico), prova di corrente (8/80) 1000 kA, livello di protezione 2,5 kV, tensione di esercizio 280 V-50 Hz, tempo di intervento < 25 ns, involucro in tecnopolimero tipo modulare.

7- Distribuzione dell'energia

Tubo Rigido in PVC

Di tipo rigido della serie pesante conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e alle norme CEI 23-8 e provvisto di marchio italiano di qualità. Può essere impiegato per la posa a pavimento (annegato nel massetto e ricoperto da almeno 15 mm di malta di cemento) oppure in vista (a parete, a soffitto, nel controsoffitto o sotto il pavimento sopraelevato). Non sono ammessi tubi di diametro inferiore a 20 mm esterno.

Tubo Rigido di PVC Filettabile

Per uso in ambienti ove richiesto IP44.

E' in materiale autoestinguente con estremità filettate e spessori non inferiori ai seguenti valori (in mm) 2,3-2,5-2,8-3,0-3,6. Rispettivamente per le grandezze (diam. est.) 20-25~32-40-50 con una resistenza allo schiacciamento pari ad almeno 980 N (100 KGF) misurata secondo le modalità previste dalle norme CEI 23/8/73 fasc. 335.

Per grandezze superiori (diametri esterni maggiori di 50 mm) si deve ricorrere a tubi della "serie filettata gas" - PN 6. Le giunzioni devono essere ottenute con manicotti filettati.

Tubo Flessibile di PVC

Per uso incassato o all'interno di controsoffitti.

Le tubazioni isolanti flessibili in pvc autoestinguente, conforme CEI EN 50086, devono essere serie media ed utilizzabili quali connessioni tra canaline e scatole di derivazione e tra scatole di derivazione e utenze finali.

Cavidotto in PEAD

Cavidotto di doppia tubazione flessibile corrugata a doppia parete per linee di alimentazione elettrica in polietilene ad alta densità, forniti in rotoli, conforme alle norme NC F 68 171, per posa interrata.

Fili di Tiraggio

Devono essere in plastica, con una forza di trazione minima di 100 kg.

Connettori e Terminali di Bassa Tensione

Devono essere progettati ed approvati per l'impiego con il materiale adottato per il conduttore, e devono dare una compressione uniforme sull'intera superficie di contatto.

Terminali senza saldatura con fissaggio a vite devono essere usati su conduttori trefolati.

Cassette di Derivazione a Parete

Devono essere in materiale isolante autoestinguente o metalliche (collegate a terra e con un'adeguata protezione contro la corrosione). Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo in materiale isolante. Sono dotate di coperchio fissato con viti o con il sistema a 1/4 di giro o equivalente. Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi devono essere riportare le sigle di tutti gli impianti.

Cassette da Incasso e Scatole da Frutto

Le cassette per incasso a parete o a pavimento devono essere adatte al bloccaggio con malta entro tracce predisposte ed impenetrabili dalla malta stessa. Saranno in polistirolo antiurto con coperchio in policarbonato o poliestere rinforzato bianco a 4 viti (2 viti solo per le cassette tonde). Le scatole da frutto hanno montati all'interno supporti metallici filettati per il fissaggio dei cestelli portafrutto. Hanno setti pretranciati che

permettano lo sfondamento dopo il fissaggio a parete o a pavimento. Le cassette da pavimento per il supporto di torrette devono essere in materiale metallico pressofuso con dispositivo di livellamento del coperchio dopo la posa. I separatori sono del tipo a scatto o pressione ed in materiale isolante.

Cassette per Montaggio Esposto

In materiale isolante, idoneo alla prova del filo incandescente (850 °C) secondo la norma CEI 50-11, di colore grigio RAL 7035, componibili in batteria mediante raccordi filettati e relative guarnizioni. Il fondo delle cassette è dotato di bugne e fori per il fissaggio di piastre di fondo o guide in profilato DIN. Avranno coperchi a 4 viti cadmate o zincate e sono dotate di setti sfondabili adatti per passacavi e/o pressacavi Passo Pg. I coperchi sono dotati di guarnizione per ottenere il grado di protezione minimo IP 44, salvo diversa indicazione sugli elaborati di progetto.

Giunzioni e Componenti per Terminazioni

Secondo CEI 20-24, per quanto applicabile riguardo ai morsetti, e secondo CEI 15-15 per quanto riguarda i nastri isolanti. I morsetti per conduttori fino alla sezione di 6 mmq devono essere del tipo isolato a compressione, conformi a CEI 20-24. Per i conduttori di tipo cordato devono essere provvisti capicorda del tipo senza saldatura.

Placche e Coperchi

Provvedere placche e coperchi formati da un singolo pezzo, per prese e apparecchiature, che siano predisposti per i dispositivi installati. I coperchi per pareti grezze o apparecchiature sono in lamiera di acciaio zincato o in metallo pressofuso con bordi arrotondati o smussati o in materiale plastico. I coperchi per pareti rifinite devono essere in nylon o equivalente di spessore minimo 2,5 mm. Le mostrine devono essere dello stesso colore della presa o interruttore a tasto in cui sono montate. I coperchi per pareti rifinite devono essere in acciaio inossidabile satinato oppure alluminio anodizzato o in materiale plastico. Le viti devono essere del tipo a testa smussata di colore conforme alla rifinitura del coperchio. I coperchi e le placche da installare in ambienti umidi vengono forniti di guarnizioni. All'interno delle torrette a scomparsa possono essere di materiale plastico.

8- Pozzetto di raccordo illuminazione esterna

Pozzetto in materiale plastico/cementizio, completo di chiusino carrabile di dimensioni necessarie per i singoli utilizzi/prescrizioni.

9- Cavi di Bassa Tensione

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti elettrici devono essere rispondenti alle norme costruttive stabilite dal Comitato Elettrotecnico Italiano.

Cavi Isolati in PVC non Propaganti la Fiamma

Impiegabili solo ed esclusivamente per cablaggi interni ai quadri o agli apparecchi. Superano le prove previste da CEI 20-35 "prove sui cavi elettrici non sottoposti al fuoco".

- a. Cavi unipolari senza guaina per cavetteria interna con conduttore flessibile N07VK (CEI 20-20, UNEL 35752).
- b. Cavi unipolari senza guaina per uso generale con conduttore flessibile N07V-K (CEI 20-20, UNEL 35752).

Cavi Isolati in PVC non Propaganti l'incendio

Da impiegare per tutta la distribuzione secondaria e locale. Superano le prove previste da CEI 20-22II "Cavi non propaganti l'incendio":

- Cavi unipolari senza guaina per uso generale con conduttore flessibile N07V-K (CEI 20-20, UNEL 35752), o rigido a corda N07V-R (CEI 20-20, UNEL 35753).
- Cavi unipolari o multipolari non armati, per posa fissa anche a vista nei cavedi verticali ed in controsoffitto in canalina, in zona umida o interrata, con conduttori a corda FG7R e FG70R (CEI 20-13, 20-22II, 20-35, 20-37 UNEL 35372, 35373 e 35374).

10- Prese

Prese per Uso Generale

Sono conformi alle norme CEI 23-5 e 23-16. Sono del tipo a frutto modulare in materiale termoplastico autoestinguente secondo CEI 50-11 con polo di terra centrale. Morsetti doppi antiavvitamento, muniti di viti imperdibili, dotati di piastrina serracavo per cavetti fino a 6 mmq posti sul retro del frutto. Tensione fino a 250 V, con portata di corrente e numero di poli come indicato sugli elaborati di progetto.

Prese stagne

Sono conformi alle norme CEI 23-12. Sono del tipo a frutto modulare in materiale termoplastico autoestinguente secondo CEI 50-11, montati in custodie incassate o sporgenti con grado di protezione minimo IP 44 con polo di terra centrale. Morsetti doppi antiavvitamento, muniti di viti imperdibili, dotati di piastrina serracavo per cavetti fino a 6 mmq posti sul retro del frutto. Tensione fino a 250 V, con portata di corrente e numero di poli come indicato sugli elaborati di progetto.

Apparecchi illuminanti

Tutti gli apparecchi illuminanti devono essere rispondenti alle norme stabilite dal Comitato Elettrotecnico Italiano.

La tipologia dei corpi illuminanti viene di seguito elencata ed il relativo posizionamento come da elaborati grafici di progetto dovrà garantire l'illuminamento medio richiesto da norma UNI EN 12464-1.

Tipologia corpi illuminanti:

- Plafoniera stagna con corpo in poliestere rinforzato e schermo in polycarbonato autoestinguente, cablata e rifasata, IP 65 con reattore standard 2x28, per illuminazione pensiline, sottopasso e locali tecnici
- Plafoniera stagna con corpo in poliestere rinforzato e schermo in polycarbonato autoestinguente, cablata e rifasata, IP 65 con reattore standard 2x36, per illuminazione accessi in stazione
- Apparecchio di illuminazione, serie componibile, con corpo base mono e bilampada, per installazione a soffitto e/o a canalina, idoneo a varie composizioni secondo le esigenze applicative. Corpo base in lamiera di acciaio, verniciato con trattamento anticorrosivo, contenente l'equipaggiamento elettrico, cablato e rifasato, portalampada ad innesto, IP 20 con reattore standard 1x18 W, per illuminazione servizi igienici
- Sistema di alimentazione in emergenza idoneo per installazione in apparecchi con lampade fluorescenti da 4 a 65 W, completo di unità di conversione elettronica, batterie ricaricabili al Ni-Cd, indicatori LED, per illuminazione permanente 18-58 W autonomia 60 minuti-120 minuti, inverter per illuminazione di emergenza su plafoniere

- Diffusore ovale in polycarbonato di colore trasparente, fumè, bianco, con lampade a vapori di sodio ad alta pressione tipo a bulbo ovoidale ad alta efficienza e maggiore durata, con deflettori anti-inquinamento luminoso, montato su palo in stile in ghisa completo di attacchi per diffusori o lanterne o su pali in acciaio zincato a caldo, verniciati esternamente, rastremati

1.2. Impianto di terra

Riferimenti normativi

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
- DM 37/08 22 Gennaio 2008, n° 37
- CEI 64-12 - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1kV
- CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- DPR 462/01: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Si intendono comprese nel presente elenco tutte le norme/leggi applicabili anche se non espressamente menzionate.

Deve essere realizzato con le modalità indicate dalle vigenti normative CEI ed è dimensionato di volta in volta tenendo comunque conto dei principi fondamentali esposti nei successivi paragrafi.

1.2.1. Costituzione dell'impianto

Devono essere adottate misure di protezione totale contro il pericolo di contatto con parti attive dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori mediante isolamento, o posa entro involucri o ancora a mezzo di barriere antistanti le stesse parti attive. La protezione contro i contatti indiretti, con l'esclusione dei componenti in classe II e dove stabilita la separazione elettrica, viene attuata collegando rigidamente a terra tutte le parti metalliche affinché i guasti vengano eliminati mediante interruzione automatica della alimentazione entro il tempo massimo previsto dalla CEI 64-8, in modo che non permanga una tensione di contatto superiore a 50 V.

1.2.2. Collegamenti Equipotenziali e di Terra

I collegamenti a terra di masse e di masse estranee vengono normalmente eseguiti in corda e/o barra di rame isolato o nudo, di sezione atta a convogliare la corrente di guasto secondo quanto prescritto dalle norme CEI. Le corde posate direttamente internate sono esclusivamente di tipo in formazione rigida con conduttori elementari di grande sezione. Le derivazioni dei conduttori principali di terra che si dipartono dal quadro generale vengono realizzate tramite saldatura forte o imbullonatura del relativo capocorda e ranella elastica contro l'allentamento. Il conduttore principale di terra è collegato almeno in un altro punto, diametralmente opposto al quadro generale, al dispersore e deve esserne curata particolarmente la continuità elettrica. Nelle cassette di derivazione deve essere generalmente presente un unico morsetto o capocorda a pressione che

raggruppi tutti i conduttori derivati. Tutti i morsetti destinati al collegamento devono essere chiaramente contraddistinti.

1.2.3. Dispersore

E' costituito di norma da un anello perimetrale alla stazione costituito da una corda di rame nuda di sezione non inferiore a 50 mmq direttamente interrato ad una profondità minima di 70 cm. Tale anello viene collegato per mezzo di almeno due conduttori di terra al collettore (o nodo) principale di terra. Tale dispersore è integrato da dispersori a croce in profilato di acciaio zincato a caldo in accordo alle norme CEI, munito di bandierina con 2 fori diametro 13 mm per allacciamento conduttori tondi e bandelle alloggiato in pozzetto carrabile di materiale plastico/cementizio delle dimensioni di 400x400 e altezza non inferiore a 400 mm lunghezza 1,5 m

L'impresa ha l'obbligo di verificare la natura del terreno e di misurarne la resistività.

In ogni caso l'impresa deve realizzare un impianto di terra con il valore di resistenza prescritto dalla normativa CEI provvedendo ad aumentare il numero degli elementi secondo quanto concordato con la Committente.

I dispersori devono avere lunghezza minima di 1,5 m e devono essere installati entro pozzetti ispezionabili, avendo cura che le parti attive del circuito di terra abbiano una distanza minima dal chiusino di almeno 50 cm. Il collegamento di ciascuna puntazza al dispersore generale deve essere sezionabile con bulloni e capicorda di rame stagnati o cadmiati. Tutte le giunzioni devono avere una superficie di contatto minima di 200 mmq. Ogni pozzetto deve essere numerato e chiaramente individuabile.

1.2.4. Distribuzione dell'Impianto di Terra

Secondo l'ubicazione indicata dai documenti di progetto viene posto un collettore (o nodo) principale di terra costituito da barra di rame di dimensioni adeguate entro cassetta metallica o di PVC.

Per i conduttori di terra deve essere previsto un dispositivo di apertura manovrabile con attrezzo per permettere le misure e le verifiche periodiche come prescritto dalla norma. In partenza da tale collettore deve essere prevista l'attestazione di conduttori in corda di rame isolata in PVC di colore gialloverde con sezione in accordo alla norma CEI 64-8.

Il collegamento equipotenziale per l'impianto idrico dovrà essere effettuato nel seguente modo:

- collegamento a terra dei tubi di adduzione e scarico ad ogni piano e per ogni colonna montante idrica;
- ponticello con conduttore di sezione minima di 4mmq tra i tubi metallici di adduzione e scarico di ogni apparecchio sanitario, qualora tali opere siano eseguite in concomitanza con l'impianto elettrico. Questi collegamenti devono essere previsti in esecuzione sotto traccia.

1.3. Impianto TVCC

1.3.1. Riferimenti normativi

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- CEI EN 50132-7 (CEI 79 -10) Impianti di allarme - Impianti di sorveglianza CCTV da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza - Parte 7: Guide di applicazione;

- CEI 64-50: Edilizia residenziale - Guida per l'esecuzione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati - Criteri generali.

1.3.2. Classificazione e costituzione dell'impianto

Un impianto TVCC ha lo scopo di sorvegliare le zone nevralgiche dell'area da proteggere.

Questo impianto permette il controllo delle aree sensibili all'interno della stazione, quali l'accesso, le banchine ed il sottopasso.

Si prevede l'installazione di telecamere in punti appropriati a garantire la copertura di tutte le aree indicate. Il posizionamento adottato sugli elaborati dovrà essere verificato in campo per ottimizzare le aree di ripresa anche in relazione agli effetti di abbagliamento e riflessioni.

Il sistema comprende:

- Telecamere di fermata di tipo Megapixel con ottica a meccanismi di autoregolazione di fuoco e diaframma complete di custodia antivandalo e accessori per l'impiego all'aperto in condizioni meteorologiche potenzialmente gravose

Le unità di ripresa vanno installate in ambienti protetti dalle intemperie ed illuminati.

Le sorgenti luminose da adottare vanno scelte con uno spettro di emissione in funzione della curva di risposta del fotosensore dell'unità di ripresa.

L'illuminazione misurata dal punto di installazione dell'unità di ripresa, deve essere maggiore o uguale alla sensibilità del fotosensore adottato moltiplicata per un fattore di sicurezza pari a 3.

Le sorgenti luminose devono essere posizionate in modo da non entrare nel campo visivo delle unità di ripresa.

I cavi coassiali di collegamento tra le unità di ripresa e i centri di calcolo, devono avere un'impedenza caratteristica di 75 ohm. Il segnale video in arrivo al centro di controllo non deve avere subito un'attenuazione superiore ai 6 dB a 5 MHz (corrispondenti a 300m di cavo RG59).

Le varie apparecchiature (telecamere) devono essere costantemente alimentate in modo da evitarne l'accensione e lo spegnimento. L'Amministrazione, provvederà all'atto della messa in rete delle stazioni, ad installare un UPS locale, per garantire un minimo di continuità alle riprese ed ai messaggi sonori, oltre che al monitoraggio dei vari allarmi.

I tempi di risposta delle varie apparecchiature devono essere minimi: passaggio da preaccensione ad accensione, avvio videoregistratore, segnalazione dell'evento di allarme, ecc.

L'impostazione progettuale di un impianto di televisione a circuito chiuso prevede come fasi fondamentali di sviluppo l'analisi e la determinazione di:

- zone da sorvegliare;
- numero e tipo di unità di ripresa;
- sorgenti luminose;
- rete di interconnessione;
- centri di controllo.

1.3.3. Zone da sorvegliare

Le zone dell'area da proteggere, possono essere le seguenti:

- punti di accesso;
- zone ad alto rischio

1.3.4. Numero e tipo di unità di ripresa

Una volta fissate le zone da sorvegliare, il numero di unità di ripresa necessarie dipende dalle caratteristiche ottiche del sistema, oltre che dalla topografia dell'area da visualizzare.

Fondamentale per la scelta è la riconoscibilità degli elementi estranei ripresi.

Le unità di ripresa sono installate in ambiente esterno (Appendice A della Norma CEI 79-2).

Per le unità di ripresa per esterni, dovranno essere prese in considerazione le condizioni atmosferiche del luogo di installazione (temperatura, nebbia, vento, ecc.).

1.3.5. Sorgenti luminose

Le sorgenti luminose da adottare vanno scelte con uno spettro di emissione in funzione della curva di risposta del fotosensore dell'unità di ripresa.

Il numero, il posizionamento e la potenza delle lampade delle sorgenti luminose dipendono dai seguenti parametri:

- area utile da riprendere;
- fattore di riflettanza del materiale dominante la parte utile della scena;
- curva fotometrica della sorgente luminosa prescelta.

L'illuminazione misurata dal punto di installazione dell'unità di ripresa, dovrà essere maggiore o uguale alla sensibilità del fotosensore adottato moltiplicata per un fattore di sicurezza pari a 3.

Le sorgenti luminose dovranno essere posizionate in modo da non entrare nel campo visivo delle unità di ripresa.

1.3.6. Rete di interconnessione

I cavi coassiali di collegamento tra le unità di ripresa e i centri di calcolo, dovranno avere un'impedenza caratteristica di 75 ohm. Il segnale video in arrivo al centro di controllo non deve avere subito un'attenuazione superiore ai 6 dB a 5 MHz (corrispondenti a 300m di cavo RG59).

In alternativa possono essere utilizzati altri mezzi trasmissivi, purché venga rispettato lo stesso parametro di attenuazione sopra riportato e siano rispettati i valori di impedenza in ingresso ed in uscita della rete di trasmissione.

Completano la rete:

- tubi protettivi: vedi capitoli punto 7 – Distribuzione dell'energia
- scatole di derivazione: vedi capitoli punto 7 – Distribuzione dell'energia.

1.3.7. Centri di controllo

Le stazioni non sono di tipo presidiato. Si prevede quindi la presenza di almeno un videoregistratore in ogni stazione (installata in luogo protetto). La realizzazione del collegamento mediante fibre ottiche degli impianti di videosorveglianza e diffusione sonora delle stazioni verrà effettuato con altra parte tecnica dei lotti in appalto.

Le operazioni e funzioni svolte dall'impianto TVCC devono essere per quanto possibile automatiche (in modo da limitare l'intervento dell'operatore sulle apparecchiature) e tempestive (con minimi tempi di risposta del sistema).

Le varie apparecchiature (telecamere, videoregistratori, ecc.) dovranno essere costantemente alimentate in modo da evitarne l'accensione e lo spegnimento. L'Amministrazione, provvederà all'atto della messa in rete delle stazioni, ad installare un UPS locale, per garantire un minimo di continuità alle riprese ed ai messaggi sonori, oltre che al monitoraggio dei vari allarmi.

I tempi di risposta delle varie apparecchiature dovranno essere minimi: passaggio da preaccensione ad accensione, avvio videoregistratore, segnalazione dell'evento di allarme, ecc.

1.4. Impianto diffusione sonora

1.4.1. Riferimenti normativi

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
- CEI 64-50: Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati

1.4.2. Descrizione impianto

La diffusione sonora è richiesta quando si vuole amplificare e distribuire segnali vocali e/o musicali in ambienti che possono essere piccoli o vasti, e che possono anche differenziarsi per la tipologia d'utilizzo.

- ambienti chiusi (ad es. sottopassi);
- ambienti aperti (banchine di stazione).

Nel caso in cui il sistema sia utilizzato per la diffusione di segnali di allarme, il livello di tali segnali deve superare di 12dB il rumore di fondo previsto.

La struttura e le dimensioni degli impianti si differenziano in base alle specifiche necessità.

Per la diffusione sonora i prodotti utilizzati dovranno essere scelti considerando la gamma presente sul mercato, tenendo conto dell'evoluzione del settore:

- unità di potenza con doppio sistema di alimentazione, presenta due sistemi di uscita, linea a tensione costante e a impedenza costante, possibile collegamento con ulteriore unità di potenza, compresa l'attivazione dell'impianto;
- diffusori a tromba da esterno con predisposizione per incorporare un trasformatore per impianti a tensione costante, compresa l'attivazione dell'impianto tipo in alluminio pressofuso.
- Realizzazione di impianto di diffusione sonora-informazione al pubblico e impianto video citofonico INFO-SOS di fermata comprendente per ciascuna fermata, in generale:
 - un diffusore per locali tecnici;
 - un Control Unit di fermata (unità per il controllo e la gestione del sistema);
 - un amplificatore di potenza di fermata, di potenza adeguata;
- Diffusori a tromba per banchine min. da 10 W (da palo o da sotto pensilina) nella quantità necessaria per l'impianto di informazione al pubblico
- - 2 Monitor da 40" per ogni fermata completo di idoneo contenitore per l'impiego stradale in condizioni atmosferiche e ambientali potenzialmente gravose.
- Per l'IMPIANTO VIDEO-CITOFONICO e citofonico:
 - 2 Unità periferiche per ogni fermata (sotto ogni pensilina) da incasso e relativa custodia antivandalo, per l'impiego all'aperto in condizioni atmosferiche e ambientali potenzialmente gravose. Il tutto completo in opera compresi cavi di collegamento, collegato e funzionante

comprese le eventuali opere murarie e gli adeguamenti dei locali esistenti nonche' le attivita' connesse all'attivazione fino al collaudo dell'impianto

- Le unità sono equipaggiate per l'invio di messaggi preregistrati, e dovranno poter essere connessa ad un sistema di gestione remota centralizzata, tramite rete dati prevista da altra voce di appalto.
- Qualora il sistema di diffusione sonora sia destinato all'invio di messaggi connessi al piano di evacuazione dei locali, è necessario che lo stesso sia alimentato mediante un sistema di alimentazione di sicurezza.
- Più in generale, nelle situazioni e negli ambienti in cui il sistema di diffusione sonora è connesso a problematiche relative all'emergenza (ad esempio i locali di pubblico spettacolo), l'impianto deve essere conforme alla norma CEI EN 60849 "Sistemi elettroacustici applicabili ai servizi di emergenza".

Completano l'impianto:

- cavi antifiamma schermato a 4 coppie CEI 20-22
- tubi protettivi: vedi capitoli punto 7 – Distribuzione dell'energia
- scatole di derivazione: vedi capitoli punto 7 – Distribuzione dell'energia.

1.5. Impianto segnale

Si prevede la disposizione del cablaggio strutturato o in fibra verso un pozzetto esterno alla stazione, per poi collegare il tutto, mediante un cavo a fibre ottiche, al sistema di gestione centralizzata, per i seguenti oggetti per i quali è prescritto un riporto del segnale:

- colonnine SOS
- pannelli a messaggio variabile
- telecamere TVCC
- unità di gestione e potenza diffusione sonora

1.5.1.Cavi

Si prevede quindi la posa di cavi multicoppie, conduttori in rame 24 AWG, conformi ISO-IEC 11801 FTP schermato con lamina in alluminio, 4 coppie armato, guaina in pvc, cat. 6.

1.5.2.Tubi protettivi

Vedi capitoli punto 7 – Distribuzione dell'energia

1.5.3.Scatole di derivazione

Vedi capitoli punto 7 – Distribuzione dell'energia.

1.5.4. Pozzetto di predisposizione

Pozzetto in materiale plastico/cementizio, completo di chiusino carrabile 400x400x400 mm.

1.6 Attrezzaggio locale controllo TVCC, diffusione sonora, video-citofonico

E' previsto l'attrezzaggio di un locale presso la stazione di Catanzaro-Milano per il controllo delle fermate lungo il tracciato CZ Sala – CZ Lido e Dulcino – CZ Germaneto. Il collegamento degli impianti di videosorveglianza, diffusione sonora e video citofonico sara' realizzato mediante la posa di un cavo a fibre ottiche.

1.6.1. Apparecchiature di controllo

Il locale di cui al precedente paragrafo sara' cosi' attrezzato:

- server di gestione dei contenuti completo di HW e SW di base e delle relative licenze e personalizzazione del SW di base per la rappresentazione dei contenuti e per il dialogo, personalizzazione del SW per l'applicativo Diffusione sonora, informazione al pubblico e TVCC (Server ridondati, client e consolle) il tutto con i relativi SW in ambiente integrato unico e comune a tutti i sistemi TLC;
- 11 Video wall monitor 27" completi di decoder, staffaggi e strutture di sostegno;
- 8 Video registratori di tipo NVR per la registrazione continua fino a 16 telecamere per 7 giorni a 4 CIF/25
- 11 Unità da tavolo per la comunicazione e la selezione diretta;

Le varie apparecchiature (video-wall, videoregistratori, ecc.) devono essere costantemente alimentate in modo da evitarne l'accensione e lo spegnimento. L'Amministrazione, provvederà all'atto della messa in rete delle stazioni, ad installare un UPS locale, per garantire un minimo di continuità alle riprese ed ai messaggi sonori, oltre che al monitoraggio dei vari allarmi.

Completano l'impianto:

- cavi antifiamma schermato a 4 coppie CEI 20-22
- tubi protettivi: vedi capitoli punto 7 – Distribuzione dell'energia
- scatole di derivazione: vedi capitoli punto 7 – Distribuzione dell'energia

1.7 Impianto ascensori

Gli ascensori dovranno rispondere alle leggi e normative vigenti e avranno caratteristiche tecniche indicate e descritte nella relativa voce di elenco prezzi

1.7.1 Scopo della fornitura

In particolare rientrano nello scopo della fornitura le seguenti attività'.

- la progettazione costruttiva degli impianti ascensori;
- il controllo e la verifica dimensionale dei vani di corsa e dei locali tecnologici;

- la costruzione, il trasporto e il montaggio degli ascensori completi;
- la fornitura e l'allacciamento dei collegamenti di messa a terra delle strutture metalliche dell'impianto;
- le piccole opere e assistenze murarie relative alle operazioni strettamente inerenti il montaggio degli ascensori;
- le verifiche, i controlli e le prove relative ai collaudi prima della messa in funzione.

1.7.2 Normative di riferimento

Per quanto riguarda la sicurezza, la costruzione e le procedure di valutazione della conformità, gli ascensori rispondono alla Direttiva Ascensori 95/16/CE, recepita con DPR 30/4/1999, n. 162 "Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi nonché della relativa licenza di esercizio.

Per tutti gli ascensori elettrici, la norma armonizzata utilizzata è la UNI EN 81-1:2008 "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori e montacarichi – Ascensori elettrici".

Per tutti gli ascensori la norma armonizzata utilizzata relativamente all'accessibilità agli ascensori per le persone disabili è la EN 81-70 dell'ottobre 2005.

Per tutti gli ascensori la norma armonizzata utilizzata relativamente ai sistemi di teleallarme è la EN 81-28 del maggio 2004.

Gli ascensori inoltre rispondono ai requisiti del DPR 24 luglio 1996 n. 503 "Regolamento recante le norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici."

Infine essendo impianti in servizio pubblico, valgono le indicazioni riportate nel DM 11 gennaio 2010 "Norme relative all'esercizio degli ascensori in servizio pubblico destinati al trasporto di persone."

1.6. Impianto adduzione acqua

Con tale impianto si intende l'adduzione idropotabile nelle stazioni dove sono presenti servizi igienici, per le altre ci si riferisce solamente all'impianto di adduzione per il lavaggio delle banchine.

L'impianto idrico dovrà garantire la distribuzione di acqua fredda potabile a tutte le utenze previste. La rete di alimentazione per l'acqua potabile sarà costituita da tubazioni di collegamento dal punto di consegna, posti all'ingresso delle stazioni sino ai servizi igienici e/o ai rubinetti di lavaggio posti sulle banchine.

Il dimensionamento della rete dovrà essere effettuato con il metodo delle unità di carico suggerito delle Norme UNI 9182:2008 ed UNI EN 806-1,2,3:2008.

In ogni caso per la realizzazione della rete dovranno essere previsti materiali, pezzi speciali, prodotti di assemblaggio, ecc., regolarmente certificati per l'uso specifico, e conformi alle disposizioni di cui al D.M. 174/04 ed al D.Leg.vo 152/06.

Allo scopo infine di evitare fenomeni di incrostazioni e/o corrosione delle tubazioni o anche fenomeni di proliferazione batterica collegati alla formazione di biofilms, nello sviluppo successivo del progetto si dovrà verificare, anche in base alla qualità dell'acqua di approvvigionamento, la necessità o meno di prevedere un impianto di addolcimento ed un successivo condizionamento chimico.

1.6.1. Contatore

Contatore a turbina per acqua a getto unico, quadrante bagnato per acqua fredda per una pressione massima di esercizio PN16 con orologeria a lettura diretta.

1.6.2. Tubazioni

Tubo in polietilene PE 100 per linee di impianti, con valori minimi di MRS (Minimum Required Strenght) di 8 Mpa destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201:2004, e a quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnate dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo.

1.6.3. Valvole e saracinesche e rubinetti**1.6.3.1. Saracinesche**

Saracinesca filettata UNI ISO 7/1 compatibile con DIN 2444, in bronzo, con volantino e premistoppa in bronzo, fornita in opera compreso ogni onere ed accessorio il tutto per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte Posa di saracinesca in bronzo di diametro 1"1/2

1.6.3.2. Valvole di ritegno

Valvola di ritegno a molla in bronzo, con innesti filettati UNI ISO 7/1 compatibile con DIN 2444.

1.6.3.3. Rubinetto di lavaggio

Rubinetto a maschio in bronzo filettato UNI ISO 7/1 compatibile DIN 2444.

1.6.4. Produzione acqua calda sanitaria servizi igienici

Scaldacqua elettrico o termoelettrico da installare a vista costituito da caldaia vetroporcellanata da 50l con garanzia di 5 anni collaudata per resistere ad una pressione di 8,0 bar, resistenza elettrica con potenza max di kW 1,40, termostato di regolazione, termometro, staffe di sostegno, valvola di sicurezza, flessibili di collegamento alla rete idrica, valvola di intercettazione a sfera sull'ingresso dell'acqua fredda.

1.7. Impianto smaltimento acque reflue

Le acque reflue provenienti dai servizi igienici saranno raccolte da una rete dedicata e convogliate al collettore di scarico per gravità. Tale rete sarà indipendente dalla rete di smaltimento delle acque meteoriche. In nessuna condizione di esercizio la pressione all'interno delle reti di raccolta delle acque nere supererà la pressione di 250 Pa, e l'acqua di scarico non deve occupare l'intera sezione dei tubi che la convogliano. Il calcolo delle portate dovrà essere effettuato utilizzando il metodo delle unità di scarico suggerito dalle Norme UNI EN 12056-1/2/5 – mentre per il dimensionamento dei singoli tratti della rete sarà impiegata la relazione di Chezy-Kutter.

Dovranno prevedersi reti di ventilazione primaria.

La pendenza minima ammessa dovrebbe essere non inferiore allo $0.8\% \div 1\%$.

1.7.1. Tubazioni

Tubazione in polietilene ad alta densità, per colonne di scarico, fornita e posta in opera con staffaggi in verticale o orizzontale all'interno di fabbricati, posata su un letto di malta lavata se interrata, con giunzioni saldate o a manicotto. Staffaggi delle condotte a sezione rettangolare o circolare saranno costruiti secondo UNI EN 12236 e misurati secondo EN 14239 e guida AICARR.

1.7.2. Rivestimenti insonorizzanti

Rivestimento insonorizzante e termoisolante da applicare sulle condotte di scarico per evitare la trasmissione dei rumori in ambiente e la formazione di condensa, costituito guaina in neoprene o materassino di lana di roccia, strato di lamina di piombo di piccolo spessore, il tutto con un peso non inferiore a Kg/mq 3,5, per garantire una rumorosità non superiore a 10 db con portata di 2 l/sec.

1.7.3. Pozzetto di ispezione

Pozzetto di raccordo pedonale, sifonato, realizzato con elementi prefabbricati in cemento vibrato con impronte laterali per l'immissione di tubi, posto in opera compreso ogni onere e magistero per l'allaccio a tenuta con le tubazioni, incluso il letto con calcestruzzo cementizio, il rinfiacco e il rinterro.

1.8. Impianto estrazione forzata servizi igienici

Nei servizi igienici ciechi è previsto un impianto di ventilazione forzata funzionante in aspirazione che viene avviato in automatico con l'accensione dell'illuminazione dell'antibagno.

L'impianto è costituito essenzialmente da:

- valvole di ventilazione in polipropilene, circolare, sistema di fissaggio viti a vista, una per WC;
- Canali spiroidali in lamiera di acciaio prelaborata, flessibili, per l'allaccio delle valvole di ventilazione al canale di espulsione;
- Canali rettangolari in lamiera di acciaio prelaborata, circolari, per l'espulsione dell'aria viziata;
- Aspiratore centrifugo espulsione dell'aria in condotto di ventilazione, in involucro stampato in resine ad elevate caratteristiche meccaniche, motore con protezione termica alimentazione motore 220 V-50 Hz,
- Griglia di espulsione in alluminio ad alette fisse inclinate a 45° con passo di mm 30, sistema di fissaggio con viti in vista.
- Norma riferimento: UNI EN 1507:2008: Ventilazione degli edifici - Condotte rettangolari di lamiera metallica - Requisiti di resistenza e di tenuta
- Norma di riferimento: UNI EN 12236:2003, Ventilazione degli edifici - Ganci e supporti per la rete delle condotte - Requisiti di resistenza

Non si escludono tutte le altre Norme eventualmente attinenti, per la buona regola d'arte.

1.9. Impianto smaltimento acque meteoriche

Le acque meteoriche provenienti dai sottopassi saranno convogliate al collettore fognario tramite rete dedicata, distinta da quella delle acque reflue.

Il calcolo delle portate dovrà essere effettuato utilizzando il metodo suggerito dalle Norme UNI EN 12056-5.

Per il calcolo delle portate di pioggia si farà riferimento alla curva di massima possibilità pluviometrica per la zona di Catanzaro riportata sulla pubblicazione dell'Autorità di Bacino competente per il Comune di Catanzaro, e comunque non inferiore a 90 mm/h..

In base alle portate così calcolate saranno dimensionati i vari tratti della rete di raccolta, con altezze di riempimento delle tubazioni non superiori al 70%.

1.9.1. Canalette di drenaggio

Canaletta di drenaggio in calcestruzzo, per lo smaltimento delle acque meteoriche superficiali, completa di griglia in acciaio zincato conforme alle DIN 19580 di classificazione del sovraccarico A,B,C, (utilizzo ai bordi delle strade, sentieri, piazzali di parcheggio, garage, aree industriali con normale traffico).

1.9.2. Tubazioni

Tubazione in polietilene ad alta densità, fornita e posta in opera con staffaggi in verticale o orizzontale all'interno di fabbricati, con giunzioni saldate o a manicotto. Gli staffaggi delle condotte a sezione rettangolare o circolare saranno costruiti secondo UNI EN 12236 e misurati secondo EN 14239 e guida AICARR.

1.9.3. Gruppi di sollevamento

Coppia di elettropompe sommergibili per sollevamento liquami fognari. Corpo, albero e girante della pompe in acciaio inox AISI 304, motore monofase 240 V, di tipo multistadio, a flusso singolo, con giranti radiali, ad elementi sovrapposti, corpo aspirante flangiato direttamente al motore sommerso e corredato di griglia di aspirazione; complete di catena di sollevamento con cavo guida, valvola di ritegno e quadretto elettrico con sezionatori locali. Funzionamento a galleggiante elettrico per l'avviamento in automatico: controllo di livello con regolatore automatico di livello a galleggiante.

1.9.4. Pozzetti per gruppi di sollevamento

Pozzetto di raccordo pedonale, realizzato con elementi prefabbricati in cemento vibrato con impronte laterali per l'immissione di tubi, posto in opera compreso ogni onere e magistero per l'allaccio a tenuta con le tubazioni, incluso il letto con calcestruzzo cementizio.

1.9.5. Pozzetti diaframmati

Pozzetto di raccordo pedonale, diaframmato, realizzato con elementi prefabbricati in cemento vibrato con impronte laterali per l'immissione di tubi, posto in opera compreso ogni onere e magistero per l'allaccio a tenuta con le tubazioni, incluso il letto con calcestruzzo cementizio.

SEZIONE 26

- ARCHEOLOGIA -

INDICE

Premessa

Art. 1 – Tipologia degli addetti da utilizzare per i lavori

Art. 2 – Scavi di qualsiasi natura

Art. 3 – Scavi in presenza di falda acquifera

Art. 4 – Perimetrazione delle aree di scavo

Art. 5 – Decespugliamento

Art. 6 - Scavo fino al rinvenimento della prima quota di interesse archeologico, da eseguirsi con mezzo meccanico

Art. 7 - Scavo a mano dalla quota di rinvenimento dello strato archeologico a qualsiasi profondità fino alla completa messa in luce delle evidenze archeologiche

Art. 8 – Trattamento dei reperti mobili

Art. 9 – Trattamento di strutture e/o strati archeologici

Art. 10 –documentazione scientifica

Premessa

Il presente Capito disciplina tutte le attività inerenti i lavori di scavo e indagini archeologiche; le attività inerenti il trattamento e lo studio dei reperti mobili provenienti dagli scavi; la documentazione da elaborare in corso e al termine degli scavi, delle indagini specialistiche e del trattamento/studio dei reperti mobili.

I lavori dovranno essere eseguiti a regola d'arte, impiegando personale idoneo, seguendo le norme del presente Capitolato e tutte le prescrizioni che saranno impartite nel corso del lavoro dalla Direzione Scientifica e che saranno ratificate dalla Direzione dei Lavori. Si prescrive la massima cautela per tutti i lavori; in particolare, nel corso dello scavo e della movimentazione del terreno, l'osservanza della normativa per la sicurezza dei lavoratori e la normativa per la tutela dei beni culturali. Le imprese esecutrici dovranno essere in grado, al momento dell'affidamento dei lavori, di fornire la documentazione richiesta dalla normativa per gli appalti di opere pubbliche, in merito alla qualificazione nella categoria SOA **OS25 - Scavi Archeologici**.

Le imprese esecutrici avranno, in generale, la facoltà di eseguire i lavori nel modo ritenuto più opportuno, per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché ciò non risulti pregiudizievole, a giudizio della Direzione Scientifica o dalla Direzione Lavori della buona riuscita delle opere e degli interessi del Committente.

Il Committente, o per esso la D.L., si riserva in ogni caso il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro, entro un prestabilito ordine di tempo, o di disporre l'ordine di effettuare i lavori nel modo che riterrà più conveniente, con particolare riferimento all'esigenza di far fronte a necessità e/o interventi non previsti nel presente Capitolato, senza che le imprese esecutrici possano rifiutarsi.

Le imprese esecutrici dovranno fornire la più ampia collaborazione nell'esecuzione degli ordini impartiti.

Le imprese esecutrici hanno l'obbligo di fornire operatori idonei ai lavori da eseguirsi, nonché i necessari attrezzi e macchine in perfetta efficienza con tutti gli accessori necessari per il loro perfetto funzionamento; pertanto la relativa manutenzione, riparazione o sostituzione è a carico delle medesime.

Art. 1 – Tipologia degli addetti da utilizzare per i lavori

Le imprese esecutrici dovranno fornire, dietro richiesta del Committente, l'elenco completo dei prestatori d'opera, dei tecnici e dei consulenti che intenderanno impiegare per l'esecuzione dei lavori.

Il personale scientifico impiegato dovrà essere sottoposto all'approvazione della competente Soprintendenza per i Beni Archeologici per la Calabria; tale gradimento sarà verificato tramite presentazione dei singoli *curricula*, completi di specifiche competenze professionali, al suddetto Ente e alla loro successiva accettazione.

Art. 2 – Scavi di qualsiasi natura

Gli scavi in genere, effettuati sia a mano che con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i parametri e le particolari prescrizioni che saranno fornite, all'atto esecutivo, dalla Direzione Scientifica, ratificati dalla Direzione Lavori, compatibilmente con le norme vigenti in materia di sicurezza. In particolare i mezzi meccanici, data la tipologia di indagine da effettuare, dovranno essere adeguati relativamente al quintalaggio (>50 q.li per scavi a sezione aperta e trincee; da 15 a 50 q.li per approfondimenti e saggi all'interno dei depositi archeologici) ed essere muniti di benna con lama di dimensioni da 30 a 160 cm.

Gli scavi, in assenza di preesistenze archeologiche, dovranno essere spinti fino alla profondità prevista dai disegni di progetto o secondo le indicazioni della Direzione lavori.

Le pareti degli scavi potranno essere gradinate o realizzate con angolo di scarpa adeguato alla stabilità del versante, e comunque sempre in condizioni di sicurezza per il personale che vi opera. All'occorrenza, in relazione alla loro altezza e alla loro eventuale pericolosità, le pareti degli scavi dovranno essere solidamente puntellate e/o sostenute con robuste armature, in modo da fornire ogni assicurazione contro pericoli per gli operatori e da evitare franamenti di materiali.

Art. 3 – Scavi in presenza di falda acquifera

Qualora durante gli scavi si verifichi la presenza di acqua proveniente da falda, le imprese esecutrici avranno l'obbligo di impiegare tutte le attrezzature (ad es. pompe idrovore) e la manodopera necessaria per la corretta e adeguata prosecuzione degli scavi, senza che ciò possa dare motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi.

Art. 4 – Perimetrazione delle aree di scavo

La perimetrazione delle aree di scavo sarà individuata da una recinzione protettiva di consistenza ed altezza idonea a difendere le opere e i materiali depositati all'interno del cantiere, offrendo sufficiente sicurezza pur trattandosi di struttura provvisoria.

Tali recinzioni dovranno essere effettuate con normali reti plastificate h. 100 cm e picchetti di recinzione.

Posa in opera di puntellature, armature, sbadacchiature e strutture di presidio di qualsiasi tipo e dimensione, compresi i materiali, atte al sostegno di strutture archeologiche, da realizzarsi in tavole e cristi di legno, saranno eseguite secondo le disposizioni della Direzione scientifica e della Direzione lavori.

Art. 5 – Decespugliamento

Il decespugliamento di vegetazione arbustivo erbacea di tipo infestante presente nell'area di scavo, sarà eseguito a mano a regola d'arte o con idonei mezzi meccanici, senza l'asportazione degli apparati radicali, inclusa la rimozione del materiale di risulta e trasporto a discarica o altro luogo indicato.

L'assistenza alle attività sarà prestata da un archeologo e/o da un operaio in via continuativa, al fine di assicurare l'integrità degli elementi stratigrafici che possono risultare sotto la superficie.

Art. 6 - Scavo fino al rinvenimento della prima quota di interesse archeologico, da eseguirsi con mezzo meccanico

Lo scavo in terreni privi di interesse stratigrafico, su indicazione della D.L. e della Soprintendenza competente, dovrà essere eseguito con mezzo meccanico con benna munita di lama piatta, con il controllo dell'archeologo. Lo scavo, ove necessario, dovrà essere eseguito mediante ricorso ad opere provvisorie secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia di sicurezza sul lavoro. Lo scavo sarà comprensivo del recupero degli eventuali reperti e dell'accumulo dei materiali di risulta all'interno delle aree di cantiere.

Art. 7 - Scavo a mano dalla quota di rinvenimento dello strato archeologico a qualsiasi profondità fino alla completa messa in luce delle evidenze archeologiche

Lo scavo in terreno in presenza di elementi fittili, dovrà essere eseguito a mano, senza prevedere rimozione degli stessi fino al termine della fase preliminare di pulizia. La pulitura della superficie dell'area di interesse archeologico (substrato sterile e/o preesistenze) sarà effettuata mediante piccoli attrezzi in preparazione ai rilievi grafici e fotografici di documentazione dei livelli superiori delle stratigrafie archeologiche.

La rimozione dei materiali fittili dovrà ugualmente essere eseguita a mano con particolare attenzione nei casi in cui gli elementi stessi possano rivestire particolare interesse.

Detta attività sarà svolta da operai sotto costante controllo degli archeologi che saranno pagati in economia secondo liste settimanali. In presenza di strati di particolare interesse o in terreni con elementi stratigrafici ben riconoscibili, come ad es. canalette, fosse, trincee e canalizzazioni, strutture murarie interrato, fondazioni ecc., lo scavo potrà essere volto direttamente da archeologi con attrezzatura minuta da cantiere. Gli archeologi si occuperanno anche del recupero dei reperti e della loro raccolta ordinata in cassette riportanti in maniera indelebile le indicazioni di provenienza e del deposito provvisorio della terra di risulta di fregio dello scavo.

Lo scavo in presenza di strutture murarie interrato, fondazioni ecc., comprende inoltre la scarnificazione dei livelli di crollo che dovrà essere eseguita con la progressiva e totale rimozione della terra e di piccole pietre fino alla messa in evidenza della U.S. di crollo, con recupero ed accantonamento dei reperti. Nel caso di crolli di grande potenza o comunque di più livelli di pietrame sovrapposto, si dovrà procedere allo stesso modo fino alla progressiva scarnificazione e rimozione dei livelli successivi. L'operazione va condotta manualmente da operai e/o da archeologi.

In presenza di stratigrafie complesse, come ad es. strati fortemente antropizzati, interni di edifici, di abitazioni, con sovrapposizioni complesse, aree cimiteriali ed esumazioni, dovranno utilizzarsi attrezzi minuti quali bisturi, *trowel*, pennelli al fine d'individuare esattamente la successione stratigrafica e strutturale, provvedendo al recupero dei materiali ed alla loro raccolta ordinata in cassette riportanti, in maniera indelebile, le indicazioni di provenienza e del deposito provvisorio della terra di risulta in fregio allo scavo.

Il personale impiegato dovrà provvedere anche alla scarnificazione di strutture che dovrà essere eseguita con rimozione della terra e di piccole pietre fino all'identificazione della

struttura con recupero ed accantonamento dei reperti. L'operazione sarà condotta manualmente dall'archeologo o da operai sotto il diretto controllo dell'archeologo. A contatto con la struttura, sia superiormente che lateralmente, si dovrà evitare l'impiego di strumenti metallici e la pulizia dovrà essere eseguita con scopette, pennellesse o pennelli della morbidezza richiesta dalla natura della struttura stessa. Massima cautela deve essere posta per accertare la natura e consistenza della struttura. Si raccomanda quanto precede nel caso di scavi in ambito preistorico e protostorico, dove la lettura delle stratigrafie è resa generalmente più complessa dall'assenza di strutture positive e/o strutture costruite.

Art. 8 – Trattamento dei reperti mobili

a – Prelievo e immagazzinamento

Nel corso degli scavi, i materiali archeologici rinvenuti dovranno essere adeguatamente prelevati, con metodi diversi in funzione del loro stato di conservazione, e posti in appositi contenitori forniti dalle imprese esecutrici, separati per sito di provenienza, unità stratigrafica e/o eventuali tagli successivi all'interno di essa. Tali contenitori dovranno essere siglati in maniera indelebile su almeno 2 lati, riportando in sigla il cantiere di provenienza e la US di appartenenza dei reperti mobili.

I contenitori per reperti andranno poi trasportati a cura degli archeologi presso i locali indicati dalla competente Soprintendenza per i Beni Archeologici per la Calabria.

b – Lavaggio, siglatura e catalogazione

Il trattamento dei reperti archeologici mediante lavaggio e/o pulitura con metodi e materiali opportuni, la siglatura, la redazione di elenchi inventariati, ed in generale la somma delle operazioni intese a garantire la conservazione del reperto, sarà condotto da personale specializzato che curerà anche la documentazione di tali operazioni (il personale impiegato sarà pagato secondo liste in economia).

La pulitura dovrà essere eseguita solo dopo una attenta valutazione dello stato di conservazione da parte di un tecnico specializzato; qualora la conservazione di un reperto richieda un intervento urgente di restauro (ad es. mediante consolidante), lo stesso sarà eseguito dal restauratore.

La siglatura andrà effettuata con china nera o bianca, da fissare con smalto trasparente a lunga durata.

La catalogazione andrà eseguita redigendo appositi elenchi da restituire su supporto cartaceo e informatico.

c – Studio e documentazione

Lo studio dei reperti mobili sarà eseguito da archeologi specializzati (compensati con liste in economia), con redazione di documentazione finale completa di foto realizzate da fotografo specializzato, disegni alle scale opportune realizzati da disegnatore specializzato e quant'altro di norma richiesto dalla competente Soprintendenza per i Beni Archeologici per la Calabria.

La documentazione dovrà essere redatta e fornita in triplice copia cartacea, oltre che su supporto digitale.

Art. 9 – Trattamento di strutture e/o strati archeologici

Nel caso di rinvenimenti di strutture e/o strati archeologici di particolare rilevanza e interesse, l'esecutore dovrà proteggere gli stessi con uno strato separatore (ad es. tessuto-non-tessuto), oltre ad un eventuale successivo strato di materiale inerte quale ad es. pozzolana, ghiaia, argilla espansa etc.

Tali operazioni verranno condotte sotto il controllo e l'assistenza tecnica di un archeologo, secondo le direttive della competente Soprintendenza per i Beni Archeologici per la Calabria.

Art. 10 –documentazione scientifica

La documentazione scientifica delle attività relative alle indagini archeologiche, che sarà redatta da archeologi, compensati secondo liste mensili dovrà comprendere:

- a) relazione
- b) giornale di scavo
- c) elenco delle Unità Stratigrafiche
- d) schede di Unità Stratigrafica
- e) elenco delle Unità Stratigrafiche Murarie
- f) schede di Unità Stratigrafica Muraria
- g) elenco delle Unità Tafonomiche
- h) schede di Unità Tafonomica

- i) diagramma stratigrafico (matrix) dello scavo compiuto;
- j) elenchi delle foto
- k) documentazione fotografica
- l) elenchi delle tavole
- m) documentazione topografica e grafica

a), b) - Relazione e Giornale di scavo

Nella relazione saranno analizzati ed esposti organicamente tutti i dati emersi dall'indagine di scavo ultimata, con riferimenti puntuali alla documentazione grafica e fotografica eseguita sul cantiere ed al diagramma di scavo. Nella redazione del giornale di scavo saranno segnalati tutti gli interventi effettuati, le motivazioni che ne sono state alla base, le decisioni prese, non altrimenti desumibili, le attività del personale e dei mezzi a disposizione, degli specialisti presenti sul cantiere e qualunque altra informazione utile alla migliore comprensione a posteriori del lavoro svolto.

c), d) – Elenco e Schede di Unità Stratigrafica

Ciascuna Unità Stratigrafica riconosciuta dovrà essere schedata tramite compilazione di apposite moduli (schede modello US Ministeriale), completi di tutte le indicazioni inerenti la posizione stratigrafica dell'US, il suo contenuto in materiali archeologici, geologici o di altra natura, la posizione relativa alle altre US, l'eventuale cronologia etc. La redazione delle schede ministeriali dovrà avvenire contestualmente all'individuazione ed alla rimozione delle diverse unità stratigrafiche. La compilazione, effettuata su modulo cartaceo in cantiere, sarà poi restituita anche in formato digitale (Word, Excel).

Tutte le schede di Unità Stratigrafica saranno riportate in un elenco sintetico che riporterà solo la numerazione e una sintetica definizione.

e) f) - Elenco e Schede di Unità Stratigrafica Muraria

Ciascuna Unità Stratigrafica Muraria riconosciuta dovrà essere schedata tramite compilazione di apposite moduli (schede modello USM Ministeriale), completi di tutte le indicazioni inerenti la posizione stratigrafica dell'USM, le sue caratteristiche costruttive, la natura dei materiali impiegati, la posizione relativa alle altre USM, l'eventuale cronologia etc. La redazione delle schede ministeriali dovrà avvenire contestualmente all'individuazione

delle diverse unità stratigrafiche murarie. La compilazione, effettuata su modulo cartaceo in cantiere, sarà poi restituita anche in formato digitale (Word, Excel).

Tutte le schede di Unità Stratigrafica Muraria saranno riportate in un elenco sintetico che riporterà solo la numerazione e una sintetica definizione.

g), h) - Elenco e Schede di Unità Tafonomica

Nel caso di rinvenimenti di sepolture umane, è prevista la redazione di schede antropologiche per la documentazione dei resti ossei, secondo il modello ministeriale completo di tutte le indicazioni inerenti tipo e numero di ossa conservate, stato di conservazione, posizione primaria o scomposta, eventuale presenza di elementi di corredo e loro caratterizzazione. La redazione delle schede ministeriali dovrà avvenire contestualmente all'individuazione delle diverse unità tafonomiche. La compilazione, effettuata su modulo cartaceo in cantiere, sarà poi restituita anche in formato digitale (Word, Excel).

Tutte le schede di Unità Tafonomica saranno riportate in un elenco sintetico che riporterà solo la numerazione e una sintetica definizione.

i) - Diagramma stratigrafico (matrix)

Qualora possibile e utile alla migliore comprensione dell'assetto stratigrafico del sito, al termine dello scavo sarà elaborato il diagramma stratigrafico in forma compiuta, completo di suddivisione in attività e fasi evidenziate a più colori.

j) k) – Documentazione fotografica e relativi elenchi

La documentazione fotografica nel corso degli scavi e al termine degli stessi dovrà essere eseguita dagli stessi archeologi presenti sul cantiere, comunque da personale munito di idonea attrezzatura. In particolare sono previste le seguenti tipologie di attività:

- esecuzione di documentazione fotografica b/n o colore in digitale (alta risoluzione) con stampa cartacea, comprensiva di ripresa, sviluppo e montaggio;
- esecuzione di documentazione fotografica in diapositiva b/n o colore, comprensiva di ripresa, sviluppo e montaggio;

- esecuzione di riprese videografiche, filmate con videocamera ad alta banda, comprensive di montaggio, titolatura e riversamento in VHS o digitale, da consegnarsi in registrazione originale, non montate né riversate.
- montaggio della documentazione fotografica in quaderni a fogli contenitori o stampe rilegate, redazione degli elenchi didascalici per foto e diapositive e degli elenchi delle riprese con breve descrizione del contenuto.

1) – Documentazione topografica e grafica, con relativi elenchi

La documentazione topografica e grafica nel corso degli scavi e al termine degli stessi dovrà essere eseguita dagli stessi archeologi presenti sul cantiere. In particolare sono previste le seguenti tipologie di attività:

- posizionamento topografico dell'area di scavo, eseguito per mezzo di misurazioni ottiche o ottico – elettroniche; deve comprendere la delimitazione dell'area nonché il posizionamento sul terreno di capisaldi, in numero sufficiente ad una corretta esecuzione dei rilievi, oppure, dove richiesto, il posizionamento di una quadrettatura stabile a picchetti in metallo, compresi gli strumenti, le attrezzature e i materiali necessari (compreso tra gli oneri generali a carico dell'esecutore);
- elaborazione della tavola d'unione delle planimetrie generali a bassa scala, da eseguirsi in scala compresa tra 1:500 e 1:2000 o comunque in scala adeguata alla comprensione della posizione delle planimetrie;
- elaborazione di una planimetria generale, iniziale e finale, con le condizioni dell'area d'indagine;
- esecuzione di planimetrie, prospetti e sezioni eseguiti alle scale di opportuna rappresentazione quali ad esempio quelle comprese tra 1:10 e 1:50, con misurazioni di elementi nel dettaglio rilevabile solo con apposita scala; dovranno essere riportate le quote altimetriche.

I rilievi di campagna saranno eseguiti su materiale lucido indeformabile. La restituzione grafica finale, da fornire anch'essa su poliestere indeformabile oltre che in triplice copia cartacea e supporto informatico, non deve derivare da ingrandimento di scale superiori. Ogni elaborato dovrà contenere capisaldi in numero adeguato sia all'individuazione dei punti

sul terreno, sia alla sovrapposizione dei rilievi tra loro. L'area d'indagine dovrà essere posizionata con precisione entro la cartografia esistente alla scala più bassa, per mezzo di capisaldi individuabili anche oltre il termine delle attività. Tutti i rilievi topografici andranno eseguiti con collegamento a caposaldo I.G.M. Dovrà essere mantenuto il libretto di campagna.

E' prevista altresì la redazione di elenchi ordinati e numerati delle planimetrie, delle sezioni e di tutti gli elaborati grafici e topografici con indicazione della scala adottata.

Tutta la documentazione archeologica dovrà essere fornita in n. 3 copie originali e su supporto digitale (CD o DVD).

SEZIONE 27

- PROGETTAZIONE ESECUTIVA -

INDICE

Premesse

Formato dei documenti

Presentazione della documentazione e quantità di copie

Elaborati “as built” e di contabilità

Rilievi aerofotogrammetrici e celerimetrici

Indagini geotecniche

Indagini e analisi delle opere d’arte esistenti

Computo metrico estimativo

Documentazione di consistenza della linea ferroviaria esistente

Documentazione indagini geologiche e geotecniche

Risultati indagini geofisiche

Certificati delle prove di laboratorio

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Relazione tecnica e di calcolo

OPERE D'ARTE MAGGIORI: GALLERIE NATURALI

Relazione Tecnica Generale delle Opere in Sottterraneo

GALLERIE NATURALI

RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

**OPERE D'ARTE MAGGIORI: GALLERIE ARTIFICIALI E OPERE DI IMBOCCO E
PARATIE**

SCAVI IN ZONA URBANA

Premesse

Scopo della presente specifica è definire le modalità generali di preparazione e consegna degli elaborati progettuali esecutivi richiesti.

La progettazione esecutiva dovrà svolgersi in conformità a quanto prescritto dal D. Lgs. 163/2006., dal D.P.R. 207/2010, dal D. Lgs 81/2008 e s.m.i. e dalle norme tecniche per le costruzioni D.M. 14.01.2008 e relativa circolare esplicativa (eventuali citazioni di norme abrogate devono intendersi sostituite dalle nuove norme vigenti).

Il progetto dovrà recepire tutte le eventuali osservazioni e prescrizioni indicate dagli Enti nell'ambito delle procedure approvative dell'intervento, senza che per tale motivo l'Esecutore possa pretendere la corresponsione dei compensi aggiuntivi di alcuna natura, neppure a titolo di rimborso spese o proroga delle scadenze contrattuali.

Il progetto esecutivo dovrà includere tutti gli elaborati necessari per la corretta realizzazione dell'intervento e la sua cantierizzazione.

Il progetto esecutivo dovrà, altresì, comprendere il "Fascicolo con le caratteristiche dell'opera" di cui

all'art. 81, comma 1, lett. B) e all'All. XVI del D. lgs. 81/2008 e s. m. e i.

Il progetto esecutivo dovrà comprendere rendering fotorealistici ad elevata risoluzione e fotoinserimenti delle principali parti del progetto viste da differenti angolazioni, in particolare, almeno 4 per ogni stazione per il viadotto lungo al linea C e per gli imbocchi delle gallerie naturali ed artificiali ed almeno 3 di insieme dell'intervento.

Il progetto esecutivo dovrà essere integrato da una relazione del progettista attestante la rispondenza al progetto definitivo ed alle eventuali prescrizioni dettate in sede di approvazione dello stesso.

L'Esecutore sarà obbligato, nell'espletamento dell'incarico, all'osservanza di tutte le norme di legge e di regolamento vigenti per le specifiche categorie di opere e dovrà tenere conto di tutte le indicazioni fornite dalla Stazione Appaltante, nonché di tutte le disposizioni e/o direttive che potranno essere impartite dalla stessa.

Nello svolgimento dell'incarico il soggetto aggiudicatario sarà obbligato a mantenere gli opportuni contatti con la Stazione Appaltante, garantendo la massima disponibilità per lo svolgimento di incontri o riunioni tecniche relative all'espletamento dello stesso, da effettuarsi sia

presso gli uffici della Stazione Appaltante sia presso le sedi di altri Enti o soggetti a vario titolo coinvolti. L'aggiudicatario è tenuto altresì ad effettuare tutti i sopralluoghi, presso i siti interessati dai lavori, necessari e opportuni alla migliore esecuzione delle attività di progettazione affidategli.

L'Esecutore sarà tenuto a modificare e/o integrare gli elaborati prodotti a tutte le prescrizioni emanate da Enti, autorità di controllo e soggetti coinvolti, a vario titolo, nell'approvazione e nella realizzazione dell'intervento in oggetto, nonché tutte le correzioni, le integrazioni e gli approfondimenti richiesti dalla Stazione Appaltante, fornendo alla stessa tutto il supporto tecnico e l'assistenza. Tutto quanto previsto nel presente articolo deve intendersi ricompreso nel prezzo a corpo per l'esecuzione delle attività di ingegneria in oggetto, senza possibilità alcuna di addebito di maggior compenso o indennizzo, neppure a titolo di rimborso spese.

La Stazione Appaltante si riserva altresì la facoltà di fornire al Progettista modelli di documenti o bozze degli stessi da utilizzare come traccia per la redazione degli elaborati in oggetto.

Tutti gli elaborati progettuali dovranno essere firmati da professionista/i abilitato/i, ai sensi delle norme vigenti.

Tutti gli elaborati progettuali saranno sottoposti alla verifica ai fini della validazione, ai sensi del D.Lgs. 163/06 e del D.P.R. 207/10 e s. m. e i.

Il Progettista dovrà fornire adeguata assistenza durante tali verifiche ed apportare agli elaborati progettuali, anche dopo la consegna e fino all'approvazione, tutte le modifiche e/o integrazioni richieste senza poter richiedere al riguardo alcun maggior compenso o prezzo neppure a titolo di semplice rimborso spese.

È espressamente stabilito, inoltre, che l'incarico include lo svolgimento di qualsivoglia riunione richiesta dalla Stazione Appaltante ai fini di coordinare le attività progettuali e di verifica del progetto.

È espressamente stabilito che qualunque elaborato consegnato è da considerarsi di proprietà esclusiva della Stazione Appaltante che potrà disporne nella maniera ad essa più congeniale, senza che il progettista possa richiedere corresponsione di onere o indennizzo alcuno o avanzare diritti o pretese di qualunque natura.

Tutta la documentazione relativa o connessa al presente incarico, nonché tutte le informazioni inerenti ad esso, sono da considerarsi strettamente riservate e il progettista non potrà darne

comunicazione a terzi, per nessuna ragione, senza l'autorizzazione di Ferrovie della Calabria. Egli non potrà, inoltre, farne alcun uso proprio, ad esclusione di quanto relativo all'esecuzione delle attività oggetto dell'incarico.

La qualità ed il dettaglio di approfondimento degli elaborati di Progetto Esecutivo dovrà raggiungere un livello tale da non lasciare dubbi interpretativi o indeterminazioni da risolvere in fase di realizzazione dell'Opera.

Il Progetto Esecutivo dovrà in ogni caso, essere completo di tutti gli elaborati occorrenti per l'acquisizione delle autorizzazioni, approvazioni, pareri, nulla osta, comunque denominati, di pertinenza del Progetto Esecutivo stesso e di cui il progettista dovrà coordinare la presentazione di progetti stralcio adeguati agli atti da assenso da acquisire.

Formato dei documenti

Tutti i progetti dovranno essere tassativamente redatti secondo quanto previsto nella Specifica Tecnica Generale "Modalità di produzione degli elaborati progettuali", Allegato B al presente Capitolato, che stabilisce le norme generali di preparazione e consegna dei principali documenti di progetto. Il Progettista dovrà utilizzare, per ogni elaborato prodotto, il cartiglio, la formattazione e la codifica concordata con la Stazione Appaltante.

Si rammenta comunque che la Stazione Appaltante potrà pretendere in qualunque momento ragguagli circa lo stato di avanzamento della progettazione, richiedendo, se il caso, di prendere visione degli elaborati sino a quel momento prodotti, che dovranno esserle tempestivamente consegnati in bozza.

Gli elaborati grafici dovranno essere tutti prodotti su supporto informatico con file in formato con estensione ".dwg" editabili e modificabili, computi metrici in formato per PRIMUS o equivalente e ogni altra documentazione (relazioni, tabelle, cronoprogrammi ecc.) in formato .doc o xls.

Tutti gli elaborati dovranno essere prodotti anche in formato ".pdf".

Il disegno deve essere organizzato in layer identificati da un numero progressivo e da un nome descrittivo (Es: 1-TESTI). In generale si richiede che qualsiasi disegno venga stampato in bianco e nero, a meno che particolari condizioni non richiedano l'utilizzo dei colori per una migliore interpretazione del disegno.

Il Progettista deve produrre gli elaborati nelle scale adeguate ai dettami normativi ed al dettaglio delle informazioni rappresentate, nonché alla leggibilità della stessa.

Quando nella stessa tavola sono utilizzate diverse scale, ogni scala deve essere indicata nella didascalia del disegno e nel cartiglio si dovrà apporre una linea di omissione.

Le ultime modifiche apportate al disegno durante le revisioni (letterali e numeriche) a cui gli elaborati progettuali sono sottoposti, devono essere evidenziate mediante una nuvoletta, da eliminare nella stesura di consegna definitiva.

Presentazione della documentazione e quantità di copie

Tutta la documentazione progettuale deve essere raccolta in uno o più raccoglitori identificati da una copertina indicante il numero consecutivo del volume.

La documentazione emessa in forma preliminare per commenti ed esame dovrà essere trasmessa a Ferrovie della Calabria nelle seguenti quantità:

- Supporti cartacei: N. 2 copie;
- File su supporto magnetico: N. 4 copie

La documentazione emessa in forma definitiva sarà trasmessa a Ferrovie della Calabria nelle seguenti quantità:

- Supporti cartacei: N. 4 copie firmate;
- File su supporto magnetico: N. 4 copia

Oltre alle 4 copie complete di cui sopra sarà onere dell'appaltatore anche la consegna di un numero di copie (eventualmente stralcio) adeguate ai pareri o permessi da acquisire, e un numero di 4 copie per le consegne anticipate richieste per parte della progettazione

Elaborati “as built” e di contabilità

È onere dell'Aggiudicatario consegnare a Ferrovie della Calabria tutti gli elaborati costruttivi, di officina, di contabilità ed “as built” prodotti per la realizzazione dell'infrastruttura.

Tali elaborati dovranno essere consegnati con le stesse modalità sopra previste per la progettazione esecutiva.

Rilievi aerofotogrammetrici e celerimetrici

Il progetto esecutivo dovrà essere redatto su cartografia aggiornata. L'esecuzione dei rilievi aerofotogrammetrici e celerimetrici necessari per la redazione del progetto esecutivo sono a carico dell'aggiudicatario. Le campagne di rilievi topografici, concordate e sottoposte all'approvazione dell'Amministrazione appaltante, dovranno essere effettuate sulla base delle specifiche tecniche di cui all'allegato "Norme Tecniche per l'esecuzione di indagini topografiche" e comunque avere i requisiti propri della tecnica più aggiornata per la materia.

Il rilievo aerofotogrammetrico dovrà essere redatto in scala 1: 1.000 per una fascia di 500 m per lato dall'area di ingombro di ogni parte dell'infrastruttura da realizzare.

Il rilievo aerofotogrammetrico dovrà essere integrato con rilievi diretti a terra in scala 1:500, salvo maggiori dettagli nelle zone notevolmente urbanizzate

Dovrà inoltre essere eseguito il rilievo diretto a terra di tutte le opere esistenti valutandone lo stato di consistenza come previsto nei successivi capitoli. Le cartografie utilizzate dovranno essere controllate e qualora non fossero già state verificate nelle fasi di progettazione antecedenti si provvederà alla verifica stessa con oneri a carico dell'esecutore.

Indagini geotecniche

L'esecutore provvederà nel quadro dell'insieme della progettazione esecutiva a

- effettuare i necessari rilievi geologici di superficie
- predisporre la campagna delle indagini in sito e delle relative prove di laboratorio

il tutto ad integrazione delle indagini allegate al progetto definitivo.

L'esecuzione delle indagini integrative dovrà garantire al progetto esecutivo un adeguato grado di affidabilità tecnico-economica; per cui la distribuzione delle indagini dirette ed indirette dovrà essere tale da coprire tutte le necessità progettuali e da contribuire a fornire tutti gli elementi utili alla realizzazione dell'intervento.

Ne consegue che le suddette indagini dovranno essere finalizzate alla soluzione dei seguenti aspetti progettuali:

- controllo e verifica delle ipotesi di ricostruzione geologica, geotettonica e geomorfologica, ricavate dagli elaborati del progetto definitivo;
- caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere in progetto al fine di individuare gli interventi di fondazione, scavo e sostegno per le opere d'arte all'aperto;

- caratterizzazione geotecnica-geomeccanica dei terreni interessati dalle opere in sotterraneo al fine di determinare le principali problematiche ed il comportamento deformativo atteso della cavità in assenza di interventi e di individuare le tratte a comportamento omogeneo;
- definizione delle soluzioni progettuali e degli interventi necessari alla soluzione di particolari situazioni di rischio legato a fenomeni geologico-geotecnici (frane, forte compressibilità, ecc.);
- messa in opera di eventuali sezioni strumentate in grado di fornire utili elementi diagnostici anche nella fase realizzativa;
- valutazione dei caratteri dinamici dei terreni volta a valutare i possibili effetti di amplificazione sismica locale in corrispondenza delle principali opere d'arte.

Le indagini saranno avviate solo dopo al consegna di un programma di indagini al R.U.P., contenente anche il cronoprogramma esecutivo delle stesse. Eventuali variazioni al programma delle indagini dovranno essere preventivamente ordinate e/o approvate da Ferrovie della Calabria.

Nella predisposizione del programma di indagine e nell'esecuzione delle stesse l'Esecutore dovrà assicurarsi che siano soddisfatte le seguenti indicazioni:

- la profondità di indagine dovrà in ogni caso essere superiore al volume di terreno significativo per il dimensionamento delle opere all'aperto. Per le opere in sotterraneo la campagna di indagine dovrà spingersi ad almeno un diametro di scavo al di sotto della quota dell'arco rovescio
- se non espressamente previsto diversamente, i sondaggi dovranno essere eseguiti a carotaggio continuo avendo cura di attrezzare la sonda con carotieri idonei alla litologia incontrata in modo da ottenere una percentuale di carotaggio ed una qualità delle carote consona agli scopi progettuali attesi (carotiere doppio, corona diamantata, ecc.)
- nel corso dei sondaggi dovranno essere previste tutte quelle prove in foro utili alla risoluzione di qualsiasi problema (prelievo di campioni con campionatori speciali, misure di permeabilità, prelievo di campioni d'acqua, Vane test, ecc.)

Indagini e analisi delle opere d'arte esistenti

Per le opere d'arte esistenti da mantenere (anche le opere minori) lungo la linea ferroviaria, anche se in progetto definitivo non sono previsti interventi si dovrà procedere ad un accurato rilievo finalizzato a valutarne la consistenza e le caratteristiche statiche e dei materiali.

L'analisi consisterà in:

- sopralluoghi e rilevamenti fotografici;
- rilievi geometrici e topografici delle opere con restituzione sulla cartografia di progetto
- mappatura del degrado;
- redazione del piano e del cronoprogramma delle indagini strumentali
- esecuzione della campagna di indagini strumentali sulle opere
- restituzione ed interpretazione tecnica dei risultati di tutte le indagini di cui sopra.

Le indagini strumentali saranno programmate e pianificate sulla base delle risultanze avute dalla ricerca documentale e dei rilievi geometrici. Ne consegue che il programma delle indagini strumentali dovrà essere aggiornato/integrato via via che vengono acquisiti i risultati delle prove in corso.

Computo metrico estimativo

Si intende confermato il Computo metrico estimativo redatto per il progetto definitivo, per come aggiornato dal concorrente in sede di gara. La struttura dei computi del progetto esecutivo dovrà consentire omogenei quadri di raffronto tra il progetto posto a base di gara ed il progetto offerto. Solo nel caso in cui si preveda una variante allora si produrrà un quadro comparativo tra la soluzione riferita al progetto definitivo e la variante proposta sul progetto esecutivo, utilizzando lo stesso schema di disaggregazione del computo.

Il Computo Metrico - estimativo, a corpo e a misura, che farà parte integrante del progetto esecutivo, sarà redatto applicando alle quantità delle lavorazioni i prezzi unitari riportati nell'elaborato "Elenco Prezzi Unitari" o secondo i prezzi offerti in sede di gara.

In relazione alle specifiche caratteristiche dell'intervento il computo metrico estimativo dovrà prevedere le somme da accantonare per le lavorazioni in economia, previste nel contratto d'appalto.

Ogni singola voce indicata nel computo dovrà avere un chiaro riferimento agli elaborati progettuali.

Documentazione di consistenza della linea ferroviaria esistente

Dovrà essere redatta per le due linee A e B..

Contenuti:

La documentazione, composta di elaborati grafici e schede riassuntive, dovrà riportare i seguenti documenti, elencati a titolo indicativo e non esaustivo:

- Andamento plano-altimetrico e pendenze trasversali del tracciato esistente, desunti dal rilievo
- Rilievi celerimetrici 1:500
- Ricostruzione delle sezioni tipo della linea ferroviaria esistente con indicazione degli interventi previsti
- Rilievo di dettaglio dei punti di attacco/stacco da infrastrutture e strutture esistenti
- Rilievo di dettaglio dei punti di passaggio in adiacenza a infrastrutture e strutture esistenti
- Censimento delle opere d'arte maggiori e minori esistenti
- Rilievo delle opere d'arte e indagini specifiche per quelli da mantenere
- Definizione dei criteri di realizzazione della nuova infrastruttura con le deviazioni provvisorie dell'esercizio e la destinazione delle aree dismesse.

Documentazione indagini geologiche e geotecniche

Per l'esecuzione delle indagini e la restituzione dei risultati si dovrà far riferimento a quanto di seguito indicato.

La relazione deve contenere informazioni circa:

- le attrezzature utilizzate (sonde di perforazione, rivestimenti, carotieri, campionatori, aste, corone, ecc.);
- i fluidi impiegati;

- i criteri operativi adottati durante la perforazione, il prelievo di campioni e l'esecuzione delle prove in foro (modalità ed attrezzature in funzione del tipo di terreno, accorgimenti, controlli, ecc.);
- le modalità di formazione, identificazione e documentazione delle cassette catalogatrici e dei campioni prelevati, nonché delle modalità di conservazione e trasporto degli stessi al laboratorio;
- le modalità di installazione con gli schemi della strumentazione geotecnica (inclinometri, piezometri, ecc.) nonché le relative misure di collaudo;
- le attrezzature utilizzate per l'esecuzione delle prove penetrometriche.

Allegati alla relazione saranno: le stratigrafie dei sondaggi e dei pozzetti, le relative fotografie (delle cassette catalogatrici, delle postazioni, delle pareti dei pozzetti), le risultanze delle prove effettuate nei fori di sondaggio, nonché quelle delle verticali penetrometriche; il tutto dovrà essere restituito in forma grafica e digitale.

Le stratigrafie di ciascun sondaggio in particolare dovranno avere i seguenti contenuti:

- denominazione del cantiere;
- committente; impresa esecutrice;
- sigla identificativa;
- posizione planaltimetrica del sondaggio (coordinate e quota), derivante da apposito rilievo topografico;
- inclinazione del sondaggio, rispetto alla verticale e suo orientamento;
- data di inizio e fine perforazione;
- natura e caratteristiche dei terreni e/o delle formazioni geologiche, con particolare riferimento allo stato di consistenza dei terreni a carattere coesivo (completato dai valori ottenuti con la prova al penetrometro e scissometro tascabile da eseguirsi in numero non inferiore a tre determinazioni ogni 50 cm di carota estratta), allo stato di addensamento e/o aggregazione di quelli a carattere granulare ed allo stato di fratturazione delle rocce completato dai valori dell'indice R.Q.D. (Rock Qualità Designation); dal numero di giunti per metro lineare, dalla natura e caratteristica delle discontinuità;

- profilo stratigrafico del foro con denominazione e rappresentazione simbolica dei terreni di copertura e/o delle formazioni geologiche attraversate, con profondità dal piano campagna, quote sul livello del mare e spessore;
- modi di perforazione impiegati nei diversi tratti ;
- caratteristiche dell'attrezzatura di perforazione e del carotiere ;
- indicazioni sulla velocità e spinta di avanzamento ;
- diametro del foro e del rivestimento ;
- eventuali franamenti delle pareti, rifluimenti dal fondo, cavità, perdite dell'acqua o fango di circolazione ecc.;
- provvedimenti adottati per la stabilizzazione del foro ai diversi livelli;
- profondità di prelievo dei campioni rimaneggiati ed indisturbati ;
- profondità e valori N_{spt} ;
- percentuale di carotaggio;
- profondità e tipo delle falde acquifere incontrate e quota della stabilizzazione dell'acqua nel foro ;
- indicazione della strumentazione geotecnica installata (piezometri, inclinometri) e disegno dello schema esecutivo;
- indicazione del tipo delle profondità alle quali sono state eventualmente effettuate prove speciali (prelievo di campioni con campionatori speciali, misure di permeabilità, prelievo di campioni d'acqua, prove in foro);
- profondità, tipologia e risultati delle prove in foro (pressiometriche, permeabilità, ecc.).

Per ciascuna strumentazione geotecnica (piezometri, inclinometri, ecc.) installata dovranno essere in particolare forniti i seguenti elementi:

- schema installazione (comprensivo della ubicazione, profondità, orientamento delle guide);
- verifica della profondità e della funzionalità;
- lettura ed elaborazione di zero.

Per ciascuna verticale penetrometrica eseguita dovranno essere in particolare forniti i seguenti elementi:

- denominazione del cantiere;
- committente; impresa esecutrice;
- sigla identificativa;
- posizione planoaltimetrica (coordinate e quota) derivante da apposito rilievo topografico;
- data di inizio e fine;
- caratteristiche dell'attrezzatura;
- profondità di eventuali prefori;
- grafici dei parametri misurati, in funzione della profondità, nonché in funzione del tempo nel caso di eventuali prove di dissipazione, effettuate con piezocono;
- tabelle riassuntive.

Per ciascun pozzetto eseguito dovranno essere forniti in particolare i seguenti elementi:

- denominazione del cantiere;
- committente; impresa esecutrice;
- sigla identificativa;
- posizione planoaltimetrica (coordinate e quota) derivante da apposito rilievo topografico;
- profondità e dimensioni del pozzetto, testimoniata da documentazione fotografica con posizionamento dell'asta metrica;
- data di inizio e fine;
- caratteristiche dell'attrezzatura;
- ubicazione e tipo delle prove eseguite (prova su piastra, pocket sulle pareti) e dei campioni prelevati;
- stratigrafie delle diverse pareti e condizioni di falda.

Per ciascuna prova eseguita in foro (pressiometriche, permeabilità, ecc.) o nei pozzetti dovranno essere forniti in particolare i seguenti elementi:

- denominazione del cantiere;
- committente; impresa esecutrice;
- sigla identificativa;
- posizione planoaltimetrica (coordinate e quota);
- profondità di prova;

- data di inizio e fine;
- caratteristiche dell'attrezzatura;
- tabelle e grafici dei parametri misurati e/o elaborati.

Risultati indagini geofisiche

La relazione deve contenere informazioni circa:

- posizione planoaltimetrica (coordinate e quota) delle indagini eseguite, derivante da apposito rilievo topografico;
- la descrizione dei metodi di indagine prescelti, in funzione delle caratteristiche locali e delle finalità da conseguire;
- la descrizione delle attrezzature utilizzate, degli schemi di misura e dei metodi di elaborazione adottati;
- restituzione dei dati di campagna con riferimento alle sigle identificative utilizzate su planimetrie e profili geologici;
- restituzione delle elaborazioni eseguite con l'indicazione dei termini di taratura eventualmente disponibili (sondaggi, prove geotecniche, verticali penetrometriche, ecc.) sulla base del rilievo topografico eseguito ad hoc.

Ubicazione indagini in sito (geotecniche e geofisiche) scala: 1:500

contenuti:

- ubicazione di tutte le indagini eseguite nell'area interessata dal progetto;
- simbologia per i diversi tipi di indagini e codice identificativo di ciascuna di esse, riportato in planimetria;

Certificati delle prove di laboratorio

La relazione deve contenere i riferimenti alle norme e le procedure adottate per la conduzione delle prove nonché per ciascun campione i certificati relativi alle prove e/o analisi effettuate. I risultati delle prove dovranno essere forniti anche in forma numerica su supporto magnetico.

Dovrà essere fornita per ciascun campione anche la relativa descrizione e nel caso di campioni indisturbati la foto del campione all'atto dell'estrazione dalla fustella.

Di seguito sono specificate alcune prescrizioni prestazionali inerenti la documentazione progettuale ed i contenuti minimi che dovrà avere la progettazione esecutiva di ponti e viadotti e delle gallerie. Le prescrizioni di seguito elencate devono intendersi integrative e non sostitutive di quanto richiesto dalla vigente normativa, ed in particolare delle norme richiamate all'inizio del presente capitolo.

OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

Relazione tecnica e di calcolo

In quest'elaborato è sviluppato il dimensionamento delle strutture dei viadotti e dei ponti, ivi inclusi gli appoggi, i giunti ed eventuali dispositivi di protezione sismica, facendo riferimento sia alla fase costruttiva sia alla fase d'esercizio. L'elaborato sarà fornito per singola opera, di conseguenza non saranno presi in esame elaborati tipologici. I calcoli, comunque eseguiti, saranno accompagnati da una descrizione dei criteri e delle modalità di calcolo e dei sovraccarichi, al fine di consentirne un'agevole lettura e verificabilità.

Per gli elementi prefabbricati è fatto divieto di ogni riferimento esplicito a brevetti o marchi. Gli elementi prefabbricati saranno calcolati con i medesimi standard previsti per gli elementi gettati in opera. La relazione conterrà almeno i seguenti capitoli:

Indice dei capitoli, dei paragrafi e degli eventuali allegati.

Descrizione dell'opera. In questo capitolo sarà descritta l'opera in tutte le sue parti strutturali, architettoniche, fondazionali, ferroviarie, stradali, idrauliche ed impiantistiche ed il contesto nel quale sarà costruita, indicandone i vincoli esterni e/o le soggezioni alle quali può essere sottoposta la realizzazione. Sarà descritta la strategia di protezione sismica, con evidenza e giustificazione dei coefficienti assunti per la definizione degli spettri di progetto. Saranno altresì fornite indicazioni in merito alle tematiche inerenti la costruzione dell'opera nonché al trasporto, montaggio e varo dei pezzi assemblati o prefabbricati e delle eventuali demolizioni.

Materiali. In questo capitolo saranno riportate le caratteristiche prestazionali dei materiali impiegati (acciai, cls, resine, malte, ecc.) e dei provvedimenti atti a garantire la loro durabilità nel tempo (zincature, verniciature, protezioni superficiali, additivi, cementi, rapporti acqua cemento,

copriferri). Per ogni elemento costruttivo in cls saranno quindi indicate le classi d'esposizione ambientale di riferimento per il sito in esame.

Normative di riferimento. In questo capitolo saranno indicate le Leggi, le norme, e le specifiche tecniche alla base della progettazione. Sarà altresì definito il metodo di calcolo univocamente utilizzato nella relazione.

Analisi in fase costruttiva. Questo capitolo sarà redatto per le opere d'arte di maggior impegno costruttivo al fine di giustificare la realizzabilità dell'opera e le caratteristiche delle opere provvisorie. Il capitolo conterrà calcolazioni delle fasi costruttive, ovvero: analisi dei carichi; combinazione dei carichi; descrizione e raffigurazione del modello di calcolo con giustificazione delle ipotesi adottate; calcoli delle sollecitazioni e delle deformazioni delle strutture; verifiche (degli elementi costruttivi e delle connessioni) con evidenza e giustificazione dei tassi di lavoro dei materiali, dell'ampiezza delle fessure e delle deformate in fase di varo, ovvero dei coefficienti di sicurezza. In particolare, in questo capitolo saranno contenuti anche i calcoli statici delle opere provvisorie.

Analisi in fase d'esercizio. Questo capitolo conterrà: analisi dei carichi; combinazione dei carichi; descrizione e raffigurazione del modello di calcolo con giustificazione delle ipotesi adottate; calcoli delle sollecitazioni e delle deformazioni delle strutture (freccie, giunti, appoggi, ecc.); diagrammi delle sollecitazioni e delle deformazioni; verifiche (degli elementi costruttivi e delle connessioni) con evidenza e giustificazione dei tassi di lavoro dei materiali, dell'ampiezza delle fessure e delle deformate, ovvero dei coefficienti di sicurezza.

In questo capitolo saranno altresì contenute le calcolazioni inerenti gli eventi eccezionali e le fasi di manutenzione dell'opera (sisma, eventuale urto di natanti, sollevamento degli impalcati, ecc.).

Analisi geotecniche delle fondazioni. In questo capitolo saranno riportati i valori (calcolati nei precedenti capitoli) delle azioni sulle fondazioni e i risultati delle calcolazioni di verifica effettuate nelle relazioni geotecniche, la stratigrafia di progetto con livelli di falda di progetto, i parametri di resistenza e deformabilità dei terreni; i cedimenti attesi; la portanza delle fondazioni.

Analisi idrauliche. In questo capitolo saranno riportati i risultati delle calcolazioni effettuate nelle relazioni idrauliche, quali: i risultati delle verifiche di scalzamento delle fondazioni e di smaltimento acque di piattaforma, nonché le quote previste per le piene di progetto.

Conclusioni. In questo capitolo saranno riassunti i valori massimi delle sollecitazioni dei materiali (ovvero i valori minimi dei coefficienti di sicurezza) ricavati durante i precedenti calcoli, nonché i massimi valori delle ampiezze delle fessure degli elementi in c.a. e delle deformate.

Planimetria con individuazione dell'opera

Scala come da normativa

contenuti:

- planimetria impalcato con indicazione in tratteggio delle pile e delle fondazioni impostata sulla base topografica di progetto;
- direzione del nord e direzioni di provenienza e destinazione della strada;
- progressive e numerazione dell'asse delle spalle e delle pile;
- numero e lunghezza delle campate e lunghezza totale;
- indicazione e denominazione di fiumi, fossi, torrenti, argini, strade, ferrovie edifici e quant'altro sia in adiacenza o interferisca con l'opera;
- indicazione delle opere di difesa idraulica progettate;
- indicazioni riguardanti eventuali servizi (linee aeree e interrato) presenti.

Prospetti

Scala come da normativa

contenuti:

- direzioni di provenienza e destinazione;
- progressive e numerazione dell'asse delle spalle e delle pile;
- numero e lunghezza delle campate e lunghezza totale tra le due spalle;
- sviluppo e tipologia (acustica, di protezione, ecc.) delle eventuali barriere montate sui cordoli;
- indicazione e denominazione di fiumi, fossi, torrenti, argini, strade, ferrovie edifici e quant'altro sia in adiacenza o interferisca con l'opera;

- il franco tra le strutture e le preesistenze (strade, argini, ecc.); per i fiumi saranno indicate la quota di massima piena di progetto e la quota media annua, desunte dalle relazioni idrauliche, con relativo franco;
- indicazione delle opere di difesa idraulica progettate;
- indicazioni riguardanti eventuali servizi (linee aeree e interrato) presenti.

Profilo Geotecnico

L'elaborato, sviluppato sulla base dei dati contenuti nei documenti geologici e geotecnici, deve riassumere le informazioni necessarie a definire la geotecnica della porzione di terreno interessata dall'opera.

Scala come da normativa

contenuti:

- sezione longitudinale dell'opera, delle fondazioni e del terreno, con indicazioni delle quote di terreno e di progetto;
- direzioni di provenienza e destinazione della strada;
- progressive e numerazione dell'asse delle spalle e delle pile;
- quote altimetriche della livelletta stradale o del piano del ferro in corrispondenza delle pile e spalle;
- numero e lunghezza delle campate e lunghezza totale tra le due spalle;
- limiti di ogni unità geotecnica riconosciuta nell'ambito delle formazioni geologiche, compresi i depositi di copertura;
- traccia delle superfici di discontinuità di origine tettonica (faglie e sovrascorrimenti);
- descrizione sintetica di tutte le unità geotecniche rappresentate e delle formazioni geologiche di appartenenza;
- valori di progetto delle caratteristiche meccaniche di resistenza, peso e deformabilità delle unità geotecniche individuate;
- verticali delle indagini geognostiche effettuate, indicandone la tipologia delle prove eseguite, la profondità indagata e la denominazione;
- Tipologie e profondità delle fondazioni.

Piante, Sezioni Longitudinali E Sezioni Trasversali

Scala come da normativa

contenuti:

Gli elaborati devono fornire mediante piante, prospetti e sezioni la completa definizione dell'opera in elevazione e delle fondazioni. Saranno, in genere, redatti i seguenti elaborati: pianta dell'impalcato; pianta delle fondazioni; sezioni longitudinali delle due carreggiate; sezioni trasversali in corrispondenza dei punti maggiormente significativi; sezione tipo arredata. La pianta scavi sarà realizzata sulla cartografia di progetto.

La pianta dell'impalcato riporterà almeno i seguenti elementi:

- Indicazione degli assi di tracciamento;
- Ubicazione dei giunti;
- Posizione e dimensioni degli elementi della piattaforma (corsie, banchine, barriere, cordoli, ecc.);
- Direzione del nord e direzioni di provenienza e destinazione della strada;
- Progressive e numerazione dell'asse delle spalle e delle pile;
- Numero e lunghezza delle campate e lunghezza totale;
- Ubicazione dei pozzetti delle polifore passacavi;
- Ubicazione delle caditoie di drenaggio della piattaforma;
- Sviluppo e tipologia (acustica, di protezione, ecc.) delle eventuali barriere montate sui cordoli, indicandone anche lo sviluppo da realizzare esternamente all'opera d'arte.

La pianta delle fondazioni riporterà almeno i seguenti elementi:

- Geometria e dimensioni della fondazione (inclusi eventuali elementi profondi, quali: pali, micropali, diaframmi, pozzi, ecc.) e dello spiccatto delle opere di elevazione.
- Impronta in tratteggio dell'impalcato;
- Direzione del nord e direzioni di provenienza e destinazione della strada;
- Progressive e numerazione dell'asse delle spalle e delle pile;
- Numero e lunghezza delle campate e lunghezza totale;
- Assi di tracciamento;

- Coordinate planimetriche della fondazione e dello spiccatto dell'elevazione in numero sufficiente ad identificare univocamente le strutture sulla cartografia di progetto ed il loro posizionamento a terra;
- Indicazione e denominazione di fiumi, fossi, torrenti, argini, strade, ferrovie (le distanze tra le strutture e gli elementi della ferrovia saranno indicate come richiesto dalla prescrizione dell'Istruzione 44/a delle FS), edifici e quant'altro sia in adiacenza o interferisca con l'opera;
- Indicazione delle opere di difesa idraulica progettate;
- indicazioni riguardanti eventuali servizi (linee aeree e interrato) presenti;
- ingombro scavi provvisori per l'esecuzione delle fondazioni;

Le sezioni longitudinali devono indicare tutto quanto occorre a definire le opere in elevazione ed in fondazione e riporteranno almeno i seguenti elementi:

- i profili quotati del terreno ricavati sull'asse di tracciamento e sui cigli esterni;
- direzioni di provenienza e destinazione della strada;
- progressive e numerazione dell'asse delle pile e delle spalle, con le quote di progetto stradale, dei pulvini, dei plinti, delle pile e delle spalle;
- geometria delle fondazioni profonde indicando (indicando per i pali: il diametro, il numero e la lunghezza);
- numero e lunghezza delle campate e lunghezza totale tra le due spalle;
- dimensioni della sezione longitudinale delle fondazioni, dell'elevazione e dell'impalcato con la posizione dei giunti, dei trasversi, delle giunzioni tra elementi prefabbricati, ecc.
- indicazione e denominazione di fiumi, fossi, torrenti, argini, strade, ferrovie edifici e quant'altro sia in adiacenza o interferisca con l'opera, quotando le distanze ed i franchi rispetto alle strutture; per gli scavalchi delle ferrovie si quoteranno le distanze delle strutture dagli elementi ferroviari secondo quanto prescritto dall'Istruzione 44/a delle FS; per i corsi d'acqua si indicherà anche la quota della massima piena di progetto, ed il franco idraulico;
- indicazioni riguardanti eventuali servizi (linee aeree e interrato) presenti;
- eventuale quota falda di progetto;

- indicazione degli scavi provvisori, con indicazione della pendenza, per l'esecuzione delle fondazioni;
- quota terreno in asse sottostruttura;
- geometria e materiali impiegati nel rinterro di plinti, con le quote terreno nella sistemazione finale.

Le sezioni trasversali dell'impalcato saranno realizzate in corrispondenza di ogni asse appoggio e dovranno riportare:

- progressiva;
- posizione (quotata rispetto ad un ciglio) dell'asse di tracciamento;
- dimensioni degli elementi di piattaforma;
- pendenze trasversali della superficie carrabile e/o della soletta, ovvero la geometria dell'eventuale massetto delle pendenze;
- indicazione delle barriere di sicurezza, di eventuali parapetti, di eventuali barriere acustiche, ecc.;
- quote di progetto, di estradosso soletta, di intradosso trave e di intradosso pulvino;
- geometria quotata delle strutture sezionate (compresi baggioli e fermi sismici) e l'altezza degli apparecchi d'appoggio.

Le sezioni possono essere tagliate appena sotto il pulvino.

La sezione tipo arredata.

Nella sezione saranno rappresentate e quotate le dimensioni principali dell'impalcato e della sottostruttura, nonché indicati e quotati tutti i dispositivi ed elementi accessori, quali (a titolo indicativo e non esaustivo):

- posizione degli assi di tracciamento;
- dimensioni degli elementi di piattaforma;
- pendenza trasversali della sede carrabile (indicando le variabilità) e dei cordoli laterali;
- tipo e classe delle barriere di sicurezza;
- eventuali barriere acustiche;
- eventuali reti di protezione;

- eventuali griglie di collegamento su spartitraffico tra impalcati adiacenti;
- tipologia estensione e caratteristiche dei sistemi di impermeabilizzazione e/o dei trattamenti superficiali dei cls;
- sistema di smaltimento delle acque meteoriche (ubicazione delle caditoie, diametro e materiale dei tubi, ecc.);
- tipologia e spessori della pavimentazione stradale;
- volumi tecnici e/o le opere civili per l'impiantistica (per illuminazione stradale, segnaletica, per colonnine S.O.S., ecc. ...);
- eventuali elementi di mitigazione ambientale (ad es.: tegoli in alluminio od acciaio a margine degli impalcati);
- eventuali camminamenti di ispezione (ballatoi, scale, passi d'uomo, ecc. ...);
- eventuali parapetti.

Carpenteria Delle Fondazioni E Delle Opere In Elevazione In C.A.

Scala come da normativa

contenuti:

Gli elaborati devono fornire mediante piante, prospetti e sezioni la completa definizione, delle carpenterie, dei materiali e delle finiture superficiali di tutti gli elementi costruttivi in c.a. e delle fondazioni (per le quali sarà quotato anche lo strato di cls di sottofondazione).

All'interno dei singoli elaborati si dovrà trovare il chiaro riferimento dell'ubicazione dell'elemento costruttivo all'interno dell'opera.

Nelle carpenterie si dovranno:

- distinguere gli elementi prefabbricati dalle lavorazioni in opera;
- indicare le quote altimetriche del progetto stradale, delle strutture e del terreno, nonché le dimensioni e le caratteristiche dell'eventuale rinterro;
- riportare la geometria e le caratteristiche dell'eventuale trattamento del terreno nella zona di transizione a tergo delle spalle;
- indicare le zone da sottoporre ad eventuale trattamento superficiale;

- riportare la sagoma degli elementi di arredo e degli elementi della piattaforma, nonché eventuali opere in carpenteria metallica;
- fornire indicazioni circa l'esecuzione e l'eventuale riempimento o finitura delle asolature da praticare;
- riportare ubicazione, sviluppo e tipologia delle riprese di getto e di eventuali waterstop;
- riportare le indicazioni dei sistemi di vincolo e i punti di contrasto dei martinetti per lo spostamento verticale (e se del caso orizzontale) degli impalcati;
- definire tutte le variabilità piano altimetriche.

Nelle carpenterie delle fondazioni e delle elevazioni saranno sempre indicate le quote del terreno, la posizione della falda di progetto, nonché le dimensioni e le caratteristiche dell'eventuale rinterro.

Le carpenterie delle fondazioni vincolate al suolo a mezzo di micropali o tiranti ne conterranno anche le relative caratteristiche prestazionali, quali:

- diametro e lunghezza del foro
- ubicazione della boccaforo
- diametro e lunghezza della fondazione di ancoraggio
- caratteristiche della malta e della procedura di iniezione
- caratteristiche (carpenteria, e materiali) dell'armatura di rinforzo
- eventuale forza di presollecitazione
- inclinazione e disposizione delle perforazioni
- sistemi di perforazione da utilizzare per garantire la stabilità del foro in presenza di acqua o altri condizionamenti che richiedono attrezzature speciali
- dettagli dei collegamenti con le strutture in c.a
- dettagli degli elementi interrati

Eventuali trattamenti colonnari con jet iniezione saranno rappresentati nelle carpenterie delle fondazioni con evidenza dei seguenti elementi:

- diametro, lunghezza ed interasse delle colonne
- tipo di fluido di iniezione
- quote dell'intradosso ed estradosso del terreno trattato

- eventuale armatura delle colonne

Negli elaborati di carpenteria saranno altresì riportate le tabelle materiali (cls, acciai, malte, resine, trattamenti superficiali, ecc.).

Per l'armatura lenta si riporterà:

- il tipo;
- l'eventuale caratteristica di saldabilità;
- i rapporti limite per f_y/f_{yk} e $(f_t/f_y)_{medio}$.

Per ogni elemento costruttivo in cls si riporterà:

- Set di classi di esposizione ambientale
- Classe di resistenza;
- Classe di consistenza (abbassamento al cono);
- Tipo e classe di cemento;
- Dosaggio e tipologia di eventuali additivi;
- Copriferro (inteso come ricoprimento minimo sull'armatura);
- Dimensione massima degli inerti;
- Eventuale R_{ck} .

Carpenteria delle opere in c.a.p.

Le carpenterie del c.a.p. saranno redatte con gli stessi criteri e standard del c.a.

In aggiunta sarà definito quanto segue:

- Posizione, sagoma, ingombro, numerazione e tipologia dei cavi/barre;
- Dettagli delle zone di ancoraggio;
- resistenza del calcestruzzo al tiro (R_{ck}).

Carpenteria degli Elementi Costruttivi Prefabbricati

Scala come da normativa

Per gli elementi prefabbricati è fatto divieto di ogni riferimento a brevetti o marchi. Gli elementi prefabbricati saranno disegnati in carpenteria con i medesimi standard previsti per gli elementi

gettati in opera. Le carpenterie riguarderanno sia gli elementi costruttivi propriamente detti sia i casseri prefabbricati (pre-dalles, pannelli accoppiati, ecc.).

Le carpenterie degli elementi prefabbricati dovranno essere sviluppati singolarmente al fine di dimensionare le variabilità del singolo elemento dovute all'andamento piano altimetrico del tracciato stradale.

I casseri prefabbricati a perdere potranno essere disegnati sotto forma di abaco con indicazione delle forometrie per passaggio tubi ed impianti e potranno contenere anche i ferri.

Nei disegni degli elementi costruttivi prefabbricati si dovranno riportare in dettaglio le modalità di trasporto, varo e collegamento alle altre strutture, nonché il peso e la posizione del baricentro.

Carpenterie Metalliche

Scala come da normativa

contenuti:

Gli elaborati devono fornire mediante piante, prospetti e sezioni la completa definizione delle carpenterie metalliche delle strutture portanti dell'opera, degli arredi e delle opere accessorie per l'ispezionabilità in carpenteria metallica (scale, anditi, ballatoi, parapetti, opere di mitigazione acustica, reti di protezione ecc.).

I disegni conterranno altresì tutte le caratteristiche dei sistemi di vincolo alle opere in c.a. (piolo tipo Nelson, inghisaggi, resine, tasselli, malte, ecc.) e di tutti nodi (sia saldati sia bullonati).

Nei disegni di carpenteria metallica saranno indicati e quotati almeno i seguenti elementi:

- tutti i piatti e i profilati
- tutti gli irrigidimenti delle lamiere
- gli assi teorici delle aste
- le caratteristiche e la posizione delle giunzioni
- le controfrecce dei singoli pezzi
- le protezioni superficiali
- le asolature
- la sagoma dell'eventuale struttura in c.a. collegata alla carpenteria metallica
- la suddivisione in conci preassemblati

- i diametri e la disposizione dei fori e dei bulloni
- le dimensioni dei cordoni di saldatura, i procedimenti di saldatura e la qualità degli elettrodi
- la coppia di serraggio dei bulloni
- le tolleranze foro bullone
- le lavorazioni di estremità dei pezzi da saldare

All'interno dei singoli elaborati si dovrà trovare il chiaro riferimento dell'ubicazione dell'elemento costruttivo all'interno dell'opera. In ogni elaborato si dovrà inserire la tabella dei materiali, che riporterà almeno:

- tipo e grado degli acciai;
- tipo di bulloneria;
- caratteristiche delle saldature;
- caratteristiche delle bullonature;
- tipo di verniciatura e di protezione.

In questi elaborati sarà fornita, laddove non indicata in altri elaborati, la piena definizione dei materiali, della geometria, dei dettagli e delle caratteristiche dell'impianto smaltimento acque di piattaforma.

Armature Di Precompressione

Scala come da normativa

contenuti:

Gli elaborati dovranno fornire mediante piante, prospetti e sezioni la definizione ed il tracciato delle armature da precompressione e riporteranno parimenti gli ingombri delle guaine nelle carpenterie delle opere in c.a.p. di cui al paragrafo dedicato.

Negli elaborati si dovrà evincere:

- il tracciato quotato piano altimetrico di ogni singolo cavo/barra, con evidenza di lunghezze parziali e totali, degli angoli e dei raggi di curvatura;
- le coordinate (rispetto ad un riferimento di carpenteria) dei raccordi curvilinei ad interasse pari a circa 60cm;

- la numerazione e tipologia dei singoli cavi;
- le forze di tesatura;
- la tensione dei cavi al martinetto;
- la sequenza ed il verso di tesatura;
- l'allungamento atteso di ogni singolo cavo;
- il rientro di progetto dei cunei di serraggio;
- i parametri di attrito di progetto delle guaine;
- la Rck e RckJ
- le caratteristiche degli acciai;
- posizione e diametro degli sfiati;
- caratteristiche della malta di intasamento;
- caratteristiche delle guaine;
- dettaglio delle testate e dei frettaggi;
- lunghezza di eventuali zone neutralizzate (per elementi con armatura pretesa);
- le modalità di deviazione dei cavi/trefoli

Armature Lente

Scala come da normativa

contenuti:

Gli elaborati dovranno fornire mediante piante, prospetti e sezioni la definizione delle armature di forza, dei ripartitori e delle armature costruttive. Negli elaborati si dovrà evincere:

- la tabella materiali già descritta nel precedente paragrafo “ carpenteria delle opere in c.a. e delle fondazioni”;
- i tracciati delle armature, (sia le armature principali, sia le armature di ripartizione, sia i cavallotti e sia le spille) con evidenza di: numero progressivo della posizione,
- diametro, passo, lunghezze (parziali e totale), numero totale delle sagome;
- la misura di tutte le eventuali sovrapposizioni (riportando la dimensione minima);
- il numero dell'ultima posizione;
- il numero di eventuali posizioni eliminate.

Distinte dei Ferri di Armatura

Si dovrà produrre un elaborato, in formato A4, con le tabelle delle quantità di armatura delle singole opere (impalcato, pile, spalle, ecc.). Nelle tabelle si dovrà riportare sia il peso totale dell'acciaio impiegato per la singola opera sia i seguenti dati (per ogni posizione): numero, diametro, lunghezza totale, numero delle sagome, peso.

Planimetrie degli Appoggi, Giunti e Dispositivi di Protezione Sismica

Scala come da normativa

contenuti:

La planimetria conterrà l'indicazione del nord e la pianta dei pulvini con evidenza dei dispositivi di vincolo e dei giunti. Nel disegno sarà evidenziato il metodo di calcolo utilizzato per il calcolo delle azioni sui vincoli.

Per i **giunti** saranno forniti i seguenti dati: la tipologia, la larghezza del varco strutturale, le caratteristiche, la posizione, lo sviluppo, la distanza reciproca, l'escursione di progetto (es.: $\pm 150\text{mm}$) e l'inserimento all'interno delle carpenterie e delle armature degli elementi costruttivi a cui sono vincolati.

Per gli **appoggi** sarà data la tipologia, la carpenteria, i materiali (comprese le caratteristiche delle malte di spessoramento) i sistemi di vincolo alle strutture. Le prestazioni meccaniche degli appoggi saranno fornite in forma tabellare, evidenziando, per ogni appoggio, almeno i seguenti dati:

- forza verticale massima e corrispondente forza orizzontale
- forza orizzontale massima e corrispondente forza verticale
- evidenza del coefficiente di struttura assunto per il calcolo della azione sismica sugli appoggi
- spostamento massimo atteso (es.: $\pm 150\text{mm}$)
- rotazione massima attesa in radianti
- preregolazione dovuta a fenomeni lenti del cls
- preregolazione dovuta a variazione della temperatura di posa di 10° rispetto alla temperatura media annua

- Quota assoluta di posa in opera.

Per gli appoggi dei ponti in curva sarà anche fornita l'indicazione della direzione di posa.

Per i **dispositivi di protezione sismica** a comportamento elasto-plastico sarà data la tipologia, la carpenteria, i materiali, i sistemi di vincolo alle strutture. Le prestazioni meccaniche dei dispositivi saranno fornite in forma tabellare, evidenziando, per ogni appoggio, almeno i seguenti dati:

- posizione e orientamento
- valore medio della forza trasmessa alla soglia di plasticizzazione del dispositivo “F1”
- spostamento “d1” corrispondente a “F1” nel diagramma forza-spostamento;
- massimo spostamento atteso “d2” durante l'azione sismica di progetto;
- valore medio della forza F2 corrispondente a “d2” nel diagramma forza-spostamento;
- eventuale spostamento longitudinale libero (es.: $\pm 25\text{mm}$) senza coazione apprezzabile indotta nelle sottostrutture.

Per i **dispositivi di protezione sismica** a comportamento elasto-viscoso sarà data la tipologia, la carpenteria, i materiali, i sistemi di vincolo alle strutture. Le prestazioni meccaniche dei dispositivi saranno fornite in forma tabellare, evidenziando, per ogni appoggio, almeno i seguenti dati:

- tipologia e caratteristiche;
- posizione e orientamento;
- eventuale forza di precarica del dispositivo;
- massimo spostamento atteso “dmax” durante l'azione sismica di progetto;
- massima forza attesa “Fmax” durante l'azione sismica di progetto;
- eventuale spostamento longitudinale libero (es.: $\pm 25\text{mm}$) senza coazione
- apprezzabile indotta nelle sottostrutture.

Per i **dispositivi di protezione sismica** a comportamento elastomerico sarà data la tipologia, la carpenteria, i materiali, i sistemi di vincolo alle strutture. Le prestazioni meccaniche dei dispositivi saranno fornite in forma tabellare, evidenziando, per ogni appoggio, almeno i seguenti dati:

- posizione e orientamento;

- eventuale spostamento longitudinale libero (es.: $\pm 25\text{mm}$) senza coazione apprezzabile indotta nelle sottostrutture.

Per gli appoggi, i giunti e i dispositivi sismici saranno fornite anche le dimensioni caratteristiche e i particolari della connessione all'impalcato e alle sottostrutture (inghisaggi, tasselli, malte, resine, ecc.).

Opere di Finitura, Arredo e Particolari Costruttivi

Scala come da normativa

contenuti:

Gli elaborati riguarderanno dettagliatamente tutti gli elementi costituenti l'arredo e la finitura delle strutture ed i relativi particolari costruttivi. Un elenco indicativo, ma non esaustivo di tali opere è di seguito riportato:

- Il raccordo della impermeabilizzazione della soletta sui cordoli, sui giunti e sulle caditoie del sistema di drenaggio;
- Il dettaglio di eventuali porte (per ingresso nelle strutture o nei vani tecnici)
- Il dettaglio di eventuali grigliati anti scavalco ubicati tra gli impalcati separati;
- le velette ed i gocciolatoi;
- le opere civili a supporto dell'impiantistica e della segnaletica;
- le opere di mitigazione acustica, laddove non previste in carpenteria metallica.
- I disegni di carpenteria e armatura saranno redatti con gli standard grafici e con i contenuti descritti nei paragrafi precedenti.

Metodi Costruttivi

I disegni dei metodi costruttivi hanno duplice finalità:

- Permettere il dimensionamento statico delle opere provvisorie e la valutazione dei magisteri occorrenti durante le fasi costruttive dell'intervento.
- Evidenziare i vincoli esterni e/o le soggezioni alle quali può essere sottoposta la realizzazione, nonché le problematiche e le difficoltà del trasporto, montaggio e varo dei pezzi assemblati o prefabbricati ed in generale della costruzione delle strutture.

I disegni dei metodi costruttivi saranno quindi redatti per rappresentare lavorazioni ed opere civili di interesse per la cantierizzazione dell'opera.

Un elenco indicativo ed ovviamente non esaustivo degli argomenti di probabile oggetto dei disegni dei metodi costruttivi è il seguente:

Opere provvisionali per gli scavi delle fondazioni

- Scavi per le fondazioni.
- Sistemi di controllo della falda durante gli scavi (well points, ecc.)
- Opere provvisionali a sostegno degli scavi.

I disegni saranno articolati su piante, prospetti, sezioni, carpenterie e particolari costruttivi e saranno redatti con gli standard grafici e con i contenuti descritti nei paragrafi precedenti.

Opere provvisionali a sostegno delle strutture in elevazione

- Opere provvisionali a sostegno delle strutture in elevazione (antenne, pile, stralli, ecc.).
- Sistemi di vincolo provvisoriale.

I disegni saranno articolati su piante, prospetti, sezioni, carpenterie e particolari costruttivi e saranno redatti con gli standard grafici e con i contenuti descritti nei paragrafi precedenti.

Fasi costruttive

Fasi costruttive della intera opera d'arte o di parte di essa con chiara evidenza della eventuale modalità di interazione con l'esercizio di infrastrutture in adiacenza o della strada in oggetto. Nei disegni delle fasi costruttive di opere che interagiscono con l'esercizio di una infrastruttura si dovranno evidenziare le singole fasi di costruzione dell'opera con indicazione, mediante piante, sezioni e profili, degli interventi e dei tempi dedicati alla singola fase e della viabilità destinata all'esercizio provvisorio durante tale fase. Indicazioni circa la soluzione delle interferenze con altri Servizi.

I disegni saranno articolati su piante, prospetti, sezioni e saranno redatti con gli standard grafici e con i contenuti descritti nei paragrafi precedenti.

Varo degli impalcati

- Sistema di varo degli impalcati.
- Sistema di monitoraggio in fase costruttiva.
- Diagrammi delle frecce delle strutture varate di punta.

I disegni saranno articolati su piante, prospetti, sezioni, carpenterie e particolari costruttivi e saranno redatti con gli standard grafici e con i contenuti descritti nei paragrafi precedenti.

Demolizioni e ripristino

- Demolizioni e ripristini.

I disegni saranno articolati su piante, prospetti, sezioni, carpenterie e particolari costruttivi e saranno redatti con gli standard grafici e con i contenuti descritti nei paragrafi precedenti.

Monitoraggio delle Strutture in Esercizio

Qualora sia previsto il monitoraggio delle strutture in esercizio, saranno redatti elaborati (disegni e relazioni) con un livello di definizione tale identificare univocamente le caratteristiche delle apparecchiature e le prestazioni attese del monitoraggio, nonché la loro ubicazione all'interno dell'opera ed il sistema di raccolta ed elaborazione dati.

Tali elaborati saranno chiaramente in armonia con le indicazioni contenute nel Piano di Manutenzione dell'opera.

OPERE D'ARTE MAGGIORI: GALLERIE NATURALI

Relazione Tecnica Generale delle Opere in Sottterraneo

Andrà prodotta una relazione per ogni galleria, descrittiva delle caratteristiche dell'opera, del suo inserimento nel territorio, e delle principali problematiche realizzative.

Contenuti:

- Norme e riferimenti.
- Scelta delle sezioni tipo d'intradosso in funzione della categoria stradale e delle caratteristiche geometriche e funzionali del tracciato.
- Descrizione delle fasi costruttive delle gallerie naturali ed artificiali
- Eventuali interferenze con manufatti preesistenti presenti lungo il tracciato.
- Tempi di realizzazione delle gallerie naturali ed artificiali

L'elaborato dovrà contenere:

- Generalità con la descrizione delle opere da realizzare e dei cantieri di riferimento per ogni galleria.
- Vincoli tra le lavorazioni, relativi alla sequenza temporale e alle modalità di esecuzione da seguire al fine di evitare le possibili interferenze tra le diverse opere da realizzare durante la costruzione.
- Avanzamento dei lavori dove vengono riportati per le diverse fasi costruttive e per ciascuna opera: il numero di macchine, di addetti, e i tempi di realizzazione
- Programma dei lavori, con il Gantt di tutte le opere e di ogni singola opera da realizzare.
- Operazioni di recupero del materiale di scavo.
- Stima dei tempi di realizzazione delle gallerie naturali ed artificiali (cronoprogramma).
- Descrizione del piano di monitoraggio.

Cantierizzazione galleria – Relazione Illustrativa

Contenuti:

- Opere di pertinenza del cantiere (descrizione del progetto, opere di pertinenza, vincoli).
- Metodologia di esecuzione delle gallerie naturali.
- Localizzazione delle aree.
- Descrizione delle infrastrutture (descrizione generale, impianti, stoccaggio e movimentazione materiali, area per logistica).
- Approvvigionamento e smaltimento materiali.
- Tutela dell'assetto geologico e idrogeologico (fabbisogno idrico, raccolta e smaltimento acque meteoriche).
- Stima del fabbisogno energetico.
- Relazione sull'utilizzo di cave e/o discariche per aree di cantiere (stoccaggio marino, conci, ecc.)
- Relazione sul trasporto materiali.

Allegati: Planimetrie con localizzazione delle aree e della viabilità di cantiere

Planimetria generale

Scala come da normativa

contenuti:

- Elementi topografici, idrografici e manufatti preesistenti.
- Dati necessari all'ubicazione dell'opera:
- progressiva degli imbocchi;
- Ubicazione di tutte le opere previste nelle zone d'imbocco per la sistemazione definitiva (muri, paratie, gallerie artificiali, ecc.).
- Indicazione delle eventuali interferenze con manufatti preesistenti (edifici, strade, sottoservizi, ecc.).

Planimetria ubicazione nicchie,

Scala come da normativa

contenuti:

- Pianta e sezione dell'intera galleria, compresi i tratti di galleria artificiale, secondo un piano passante per la quota del marciapiede di servizio.
- Progressive di inizio e fine dei tratti di galleria artificiale e naturale.
- Progressive delle nicchie, ecc.
- Quotatura di tutte le distanze tra gli assi di nicchie, ecc. successive e vie di fuga.
- Indicazione dei diversi tipi di nicchia, ecc. e vie di fuga.

Profilo Generale

Scala come da normativa

contenuti:

- Dati necessari all'ubicazione dell'opera:
- progressiva degli imbocchi.
- quote di progetto e del p.c..
- Livellette, pendenze di progetto, raggi di curvatura.
- Indicazione delle eventuali interferenze con manufatti preesistenti (edifici, strade, sottoservizi, ecc.).

Relazione Geotecnica delle Opere in Sottterraneo

Nella relazione devono essere affrontati puntualmente i seguenti aspetti:

- Localizzazione geografica dell'opera.
- Inquadramento geologico e idrogeologico locale (stratigrafia e tettonica, idrografia superficiale e profonda).
- Descrizione degli studi eseguiti e della cartografia geologica e idrogeologica prodotta.
- Possibili criticità in fase di realizzazione legate a problemi geologici e idrogeologici.
- Descrizione dettagliata delle indagini geologiche (rilevamenti), idrogeologiche (pozzi, prove di permeabilità, emungimento, ecc.) e geofisiche.
- Caratteristiche geologiche, geotettoniche ed idrogeologiche dei terreni interessati dallo scavo degli imbocchi ed a foro cieco e definizione di aree omogenee
- Ricostruzione dettagliata delle caratteristiche delle falde, delle possibili venute d'acqua in galleria e dell'eventuale depauperamento della risorsa idrica.
- Modelli geologici e idrogeologici per ogni zona omogenea.
- Descrizione e valutazione delle maggiori problematiche inerenti lo scavo degli imbocchi e l'avanzamento del fronte, anche con riferimento a possibili impatti verso l'esterno in relazione alle tecnologie utilizzate (subsidenza indotta, caduta massi, ecc.)
- Scelta motivata della tecnica di avanzamento
- Definizione, in base a tutte le indagini eseguite sia in sito che in laboratorio dei parametri geotecnici di dettaglio dei materiali interessati dagli scavi.

Il livello di dettaglio nella conoscenza delle formazioni geologiche e nella definizione delle loro caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) dovrà essere tale da raggiungere il massimo dell'affidabilità della ricostruzione geologica-geomeccanica. La fase esecutiva dovrà affinare il modello geotecnico costruito in fase definitiva senza stravolgerne (se non in presenza di una quantità di dati aggiuntivi tale da giustificarlo) l'impostazione di base fornita nel progetto definitivo. (La quantità e la tipologia di dati aggiuntivi vanno in ogni caso condivisi dalla stazione appaltante). E' possibile articolare la trattazione dei diversi aspetti secondo gli step di seguito definiti:

- Introduzione
- Documenti di riferimento:
- **Inquadramento geologico:**
 - *Morfologia e tettonica*
 - *Litologia*
 - *Terreni di copertura*
 - *Substrato lapideo*
 - *Idrogeologia*
 - *Problematiche legate alla natura dei terreni*
- **Indagini eseguite:**
 - *Sondaggi*
 - *Prove in sito*
 - *Prove di laboratorio*
 - *Indagini geofisiche*
- **Analisi e interpretazione dei dati per ogni formazione/litotipo**
 - *caratteristiche fisiche*
 - *caratteristiche di resistenza*
 - *caratteristiche di deformabilità*
 - *caratteristiche delle discontinuità*
 - *caratteristiche in base alle classificazioni geomeccaniche per ammassi rocciosi (Bieniawski, Barton, GSI)*
- **Modello geotecnico interpretativo:**
 - *stato tensionale in sito*
 - *parametri di resistenza*
 - *parametri di deformabilità*
 - *caratteristiche idrogeologiche ed idrauliche*
- **Previsione dei parametri geotecnici dei materiali interessati dagli scavi:**
 - *galleria naturale*
 - *zone d'imbocco*

- **Allegati:**
 - *tabelle*
 - *figure*
 - *foto e stratigrafie sondaggi*

Profilo Geotecnico/Geomeccanico

Scala come da normativa

Contenuti:

Andrà redatto un elaborato per ogni galleria composto dal profilo geotecnico/geomeccanico longitudinale in scala (si valuterà caso per caso l'opportunità di produrlo in scala alterata o non alterata) con ubicazione della galleria e dei seguenti elementi:

- Descrizione delle formazioni (età, caratteristiche granulometriche, mineralogiche, petrografiche, spessore degli strati, strutture sedimentarie e tettoniche).
- Simbolismi tettonici (faglie, faglie presunte, pieghe).
- Limiti delle formazioni (continuità, eteropie, contatti tettonici, trasgressioni,...).
- Lineamenti strutturali (assi delle pieghe e tipologia).
- Livello isofreatico di falda e di falda in pressione.
- Ubicazione delle indagini dirette ed indirette e dei rilievi geostrutturali indicanti:
 - Verticale di sondaggio
 - Sigla identificativa sondaggio
 - Quota assoluta testa foro
 - Distanza planimetrica dall'asse della galleria
 - Profondità sondaggio
 - RQD in asse al sondaggio
 - Prove penetrometriche
 - Prove in sito
 - Livelli piezometrici
- Principali elementi topografici e di tracciato contenuti nel profilo longitudinale generale con l'ubicazione di eventuali sezioni di allargamento, ecc.

L'elaborato sarà quindi suddiviso in tre parti articolate secondo il metodo di Analisi delle Deformazioni Controllate nelle Rocce e nei Suoli (ADECO-RS):

Una fase conoscitiva: conterrà:

- Una sintesi dello studio geologico e geotecnico-geomeccanico.
- La definizione degli indici di qualità della roccia (Barton, Bieniawski, GSI)
- Una sintesi dei parametri (resistenza e deformabilità) per la caratterizzazione geotecnica dei terreni e delle rocce
- Una Zonizzazione geotecnica/geomeccanica con definizione delle tratte di gallerie a comportamento omogeneo:
- Indicazione circa le possibili venute d'acqua
- Indicazioni riguardanti possibili problematiche in fase di scavo
- Indicazione dei punti in cui sono presenti opere in superficie e un valore indicativo della copertura nella zona.

Una fase di diagnosi: conterrà:

- Indicazione del comportamento deformativo atteso del fronte-nucleo di avanzamento in assenza di interventi di preconsolidamento (stabile, stabile a breve termine, instabile).
- Indicazioni riguardanti la stabilità della cavità (lontano dal fronte)
- Distinzione dei fenomeni deformativi (elastici, elasto-plastici) che si producono al fronte e (in seguito all'allontanamento del fronte stesso) nella cavità.
- Indicazione delle categorie di comportamento (A: fronte stabile, B: fronte stabile a breve termine, C: fronte instabile)

Una fase di terapia: conterrà:

- Indicazione percentuale delle sezioni tipo previste per tratte omogenee
- Indicazione degli interventi di preconsolidamento/precontenimento e consolidamento/contenimento previsti in funzione delle sezioni tipo di scavo e consolidamento.
- L'armatura nelle murette, in arco rovescio, in calotta nelle sezioni di rivestimento definitivo.

L'elaborato dovrà essere completato con l'indicazione delle sezioni di monitoraggio previste in corso d'opera e dovrà riportare il tipo di strumento e la grandezza misurata.

Nel caso di scavo meccanizzato indicare le tratte e le problematiche connesse al tipo di fresa prescelta. Indicare lo spessore dei conci e le incidenze di armature previste in funzione delle tratte attraversate. Vanno inoltre indicate nel caso di scavo meccanizzato le zone dove eventualmente eseguire interventi di consolidamento da piano campagna o dall'interno della galleria.

Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo

Tale elaborato dovrà riportare, in accordo con quanto previsto all'interno della "Relazione Tecnica per il monitoraggio in Corso d'Opera", quali elementi (rilievo e monitoraggio) adottare per la gestione dell'applicazione delle sezioni tipo. Per i parametri di monitoraggio individuati, andranno definiti dei valori "attesi" e di "soglia" da utilizzare per le verifiche in corso d'opera delle soluzioni di progetto. Tali valori andranno definiti sulla base dei risultati delle specifiche analisi deformative condotte ("Relazione di calcolo della galleria naturale").

Andranno pertanto definiti dei valori "attesi", il cui superamento comporterà un incremento delle misure, e di "soglia" per la gestione delle sezioni tipo individuate in progetto.

Nel caso di attraversamento di aree urbanizzate, la gestione delle soglie deve tenere in considerazione le previsioni sul campo di spostamenti indotto in superficie e i valori di attenzione delle grandezze (deformazioni, distorsioni etc.), che occorre limitare per gli edifici civili e i monumenti.

Elaborato Incidenza Armature

In questo elaborato saranno contenute in forma tabellare le incidenze delle armature di tutti gli elementi costruttivi in c.a. L'elaborato sarà redatto in formato A4 e conterrà chiari riferimenti ai disegni di carpenteria degli elementi costruttivi in c.a.

GALLERIE NATURALI

RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA NATURALE

Andrà prodotta una relazione per ogni galleria naturale presente.

Contenuti:

La relazione si articolerà secondo le fasi di progettazione basate sul metodo di Analisi delle Deformazioni Controllate nelle Rocce e nei Suoli (ADECO-RS).

La relazione conterrà almeno i seguenti capitoli:

- **Indice** dei capitoli, dei paragrafi e degli eventuali allegati.
- **Descrizione dell'opera.** In questo capitolo sarà brevemente descritta l'opera in tutte le sue parti strutturali, architettoniche, stradali, idrauliche ed impiantistiche ed il contesto nel quale sarà costruita, indicandone i vincoli esterni e/o le soggezioni alle quali può essere sottoposta la realizzazione. Saranno fornite indicazioni in merito alle tematiche inerenti la fase costruttiva, quali ad es.: metodologia di scavo; fasi di lavoro e vincoli con le preesistenze; sistemi di controllo della falda; consolidamenti del terreno naturale e/o dei versanti; conseguenze delle subsidenze indotte al contorno dello scavo; demolizioni;
- **Materiali.** In questo capitolo saranno riportate le caratteristiche prestazionali dei materiali strutturali (acciai, cls, resine, malte, ecc.) e di impermeabilizzazione con i provvedimenti atti a garantire la loro durabilità nel tempo (zincature, verniciature, protezioni superficiali, additivi, cementi, rapporti acqua cemento, copriferri). Per quanto attiene alla durabilità dei cls si farà riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 206-01; per ogni elemento costruttivo in cls saranno quindi indicate le classi di esposizione ambientale di riferimento per il sito in esame. I risultati delle analisi chimiche sull'aggressività dei terreni e delle acque saranno riportati ed interpretati (ai sensi della UNI EN 206-01) in questo capitolo.
- **Normative di riferimento.** In questo capitolo saranno indicate le Leggi, norme, specifiche tecniche alla base della progettazione. In questo capitolo sarà definito il metodo di verifica univocamente utilizzato nella presente relazione.
- **Elaborati di riferimento.** Dovrà essere prodotta una tabella con richiamo agli elaborati grafici (codifica e titolo) che interessano nello specifico la relazione di calcolo.

- **Fase conoscitiva:** Sintesi degli studi e dei risultati prodotti attraverso la relazione geotecnica delle opere in sotterraneo con particolare riferimento al modello geotecnico e ai parametri di calcolo adottati.
- **Fase di diagnosi:** Andranno definite le classi di comportamento della galleria valutando il comportamento (a cavo libero) del fronte: A (fronte stabile), B (fronte stabile a breve termine), C (fronte instabile). La scelta delle sezioni di calcolo va adeguatamente giustificata. Dovrà pertanto essere presente:
 - Una descrizione dei metodi di calcolo adottati.
 - Analisi del comportamento tenso-deformativo atteso, del fronte-nucleo e del cavo in assenza di interventi (cavo libero)
 - Verifiche di stabilità del fronte di scavo con metodo analitici (ad es. curve caratteristiche) per le gallerie profonde e metodi dell'equilibrio limite e/o analisi limite per gallerie superficiali.
 - Eventuale ricorso a metodi numerici per l'analisi di situazioni particolari e dove non ci sono le condizioni per l'utilizzo dei metodi analitici.
 - Descrizione delle problematiche attese in fase di scavo.
- **Fase di terapia:** Sulla base delle categorie di comportamento determinate in fase di diagnosi, si opera quindi la scelta del tipo di sezione tipo da adottare. Per ogni sezione tipo di intervento verranno specificate:
 - Tecnica di scavo adottata e criteri di scelta;
 - Tipologia e tecnica di realizzazione del rivestimento provvisorio: spessore dello spritz-beton al contorno ed al fronte, tipologia e passo delle centine, eventuale chiodatura radiale.
 - Tecniche di preconsolidamento e precontenimento (elementi in VTR al fronte, jetgrouting, iniezioni in avanzamento ecc.), tecniche di consolidamento e contenimento (bulloni, spritz, centine, ecc.);
 - Spessore dei rivestimenti definitivi e distanza di getto di murette, arco rovescio e calotta dal fronte
 - Fasi costruttive.

- Criteri di scelta nell'applicazione delle sezioni tipo studiate.
- **Verifica delle sezioni tipo :** Andrà condotta la verifica degli interventi di miglioramento, rinforzo e stabilizzazione del fronte e del cavo sulla base dei metodi usati per le valutazioni a cavo libero. Andrà effettuata la verifica al continuo, di tutte le sezioni tipo (di scavo e consolidamento) comprese le sezioni in allargo per le piazzole di sosta, mediante metodi di calcolo numerico (FEM, FDM, DEM, BEM) modellando le fasi realizzative della galleria e verificando gli elementi di rinforzo e stabilizzazione, i consolidamenti, i rivestimenti di prima fase, i rivestimenti definitivi. Le verifiche andranno svolte per le situazioni più significative relativamente ad ognuna delle sezioni tipo di scavo e consolidamento adottate. Andranno condotte inoltre e in ogni caso, le verifiche alla resistenza al fuoco e alla fessurazione. Le verifiche dei rivestimenti di prima fase andranno effettuate anche con metodi analitici. Andranno effettuati i calcoli e le verifiche dei by-pass dei cunicoli di fuga e delle zone in cui si realizzano le nicchie. Andranno condotti accurati rilievi geomeccanici al fine di rilevare il numero e le caratteristiche delle famiglie di giunti e quindi di condurre analisi di stabilità con modelli al discontinuo. Se in prossimità degli imbocchi ci sarà possibilità di caduta massi vanno progettati gli interventi per la loro risoluzione ed eventualmente calcolate le strutture di ritenuta.

Relazione tecnica per il monitoraggio in corso d'opera.

Andrà redatto un programma di monitoraggio in corso d'opera con il controllo dei parametri di scavo più significativi (rilievi del fronte, convergenze, estrusione fronte, cedimenti in superficie ed in profondità, stati tensionali nei rivestimenti di prima fase). La relazione dovrà sviluppare nel dettaglio i seguenti aspetti:

- Rilievo geologico-geotecnico speditivo del fronte di scavo
- Misure di convergenza
- Misure di estrusione
- Misure di estrusione topografiche superficiali
- Misure d'estrusione profonda del fronte (con ad es. sliding micrometer)
- Misure di livellazione superficiale del piano campagna

- Misure di tensione con celle di carico, strain gauges e celle di pressione
- Sezioni di controllo del rivestimento definitivo
- Valori attesi e di soglia dei principali parametri monitorati
- Conclusioni

Nella relazione andranno affrontate e definite con il massimo dettaglio

- le modalità di installazione degli strumenti,
- le modalità di rilevamento
- La frequenza delle stazioni e del rilevamento
- Acquisizione e restituzione dati

Andrà inoltre previsto un piano di monitoraggio in corso d'opera per le strutture provvisorie delle opere di imbocco ad esempio:

- Celle di carico toroidali per i tiranti
- Mire ottiche a diverse quote della paratia
- Inclinatori

Planimetria di monitoraggio

Scala 1:1000 a 1:500

Sezioni tipo di monitoraggio

Scala 1:50

Sezioni tipo di carpenteria e fasi esecutive

scala: da 1:50

Per ogni sezione tipo prevista, comprese le sezioni in allargamento per le nicchie, ecc. gli elaborati dovranno contenere:

- Una sezione trasversale e longitudinale che quoti tutti gli elementi che costituiscono i rivestimenti definitivi;
- La quotatura degli spessori dei rivestimenti definitivi con evidenza di tutti gli elementi di tracciamento necessari alla costruzione della carpenteria.
- Verifica della sezione di intradosso mediante evidenza delle massime rotazioni della piattaforma previste nel progetto stradale.

- Tabella materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza e con indicazione dell'incidenza delle armature.
- Il dettaglio del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma e di drenaggio al contorno.
- La descrizione delle fasi esecutive per la realizzazione della sezione.

Sezioni tipo di scavo e consolidamento

scala: da 1:50

Per ogni sezione tipo prevista, comprese le sezioni in allargamento per le nicchie, ecc. gli elaborati dovranno contenere:

- I dati geometrici per la completa definizione dell'area di scavo.
- Una sezione trasversale che mostri la geometria dei rivestimenti di prima fase (centine e spritz-beton), con indicazione della tipologia e del passo delle centine, dello spessore di spritz-beton e dell'incidenza delle fibre a mc, della eventuale presenza di rete.
- La descrizione degli interventi di presostegno, consolidamento/pre-consolidamento: chiodi e bulloni (tipologia, lunghezza, interasse..), jet-grouting (numero di trattamenti, diametro, lunghezza, sovrapposizione, inclinazione, armatura..), infilaggi (tipologia, lunghezza, inclinazione, sovrapposizione..), iniezioni (tipo di miscela e caratteristiche)
- La distanza massima dal fronte per il getto dei rivestimenti provvisori e definitivi (murette, arco-rovescio, calotta).
- Interventi di drenaggio
- Il dettaglio del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma e di drenaggio al contorno.
- Tabella materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza.
- La descrizione delle fasi esecutive per la realizzazione della sezione.

Carpenteria centine e particolari costruttivi

Scala come da normativa

Per ogni sezione tipo prevista, comprese le sezioni in allargamento per visibilità e per le nicchie ecc. gli elaborati dovranno contenere:

- la geometria delle centine e tutti i dati necessari al loro tracciamento; nel caso di sezioni di scavo e consolidamento tronco-coniche occorre evidenziare la variabilità di tutte le centine.
- la posizione dei calastrelli e delle giunzioni.
- il dettaglio delle catene, delle piastre di giunzione delle centine, il particolare del piede delle centine.
- Tabella materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza.

Gallerie naturali – armature -

Scala come da normativa

Gli elaborati dovranno fornire mediante piante, prospetti e sezioni la definizione delle armature di forza, dei ripartitori e delle armature costruttive.

contenuti:

Negli elaborati si dovrà evincere:

- la tabella materiali
- I tracciati delle armature, (sia le armature principali, sia le armature di ripartizione, sia i cavallotti e sia le spille) con evidenza di: numero progressivo della posizione, diametro, passo, lunghezze (parziali e totale), numero totale delle sagome;
- la misura di tutte le eventuali sovrapposizioni (riportando la dimensione minima);
- il numero dell'ultima posizione;
- il numero di eventuali posizioni eliminate.

CONSOLIDAMENTI TRATTE A BASSA COPERTURA

Gli elaborati devono contenere le indicazioni per la definizione degli interventi previsti:

- Dati geometrici per la completa definizione dell'area di intervento
- Descrizione degli interventi di consolidamento
- Relazione di calcolo in cui si verifica la stabilità e l'efficacia dell'intervento progettato, facendo eventualmente ricorso a metodi di analisi numerica.
- Fasi costruttive generali: planimetria, sezioni, schemi grafici

- Tabella materiali

Tabella delle incidenze delle armature per elementi in c.a.

In questo elaborato saranno contenute in forma tabellare le incidenze delle armature di tutti gli elementi costruttivi in c.a. L'elaborato sarà redatto in formato A4 e conterrà chiari riferimenti ai disegni di carpenteria degli elementi costruttivi in c.a.

OPERE D'ARTE MAGGIORI: GALLERIE ARTIFICIALI E OPERE DI IMBOCCO E PARATIE

Laddove non esplicitamente indicato si intendono validi gli standard e le prescrizioni adottate nel capitolo dedicato ai ponti ed ai viadotti. Per ogni imbocco e per ogni singola galleria artificiale andranno sviluppati i seguenti elaborati

Relazione tecnica e di calcolo

Dovrà essere prodotto una relazione per ogni imbocco di galleria naturale e per ogni galleria artificiale. In questo elaborato è sviluppato il dimensionamento delle strutture facendo riferimento sia alla fase costruttiva sia alla fase definitiva tenendo in conto delle indicazioni fornite dalle relazioni geologica e geotecnica.

L'elaborato sarà fornito per singola opera, di conseguenza non saranno presi in esame elaborati tipologici.

I calcoli saranno accompagnati da una descrizione dei criteri e delle modalità di calcolo, che ne consenta un'agevole lettura e verificabilità.

Per gli elementi prefabbricati è fatto divieto di ogni riferimento esplicito a brevetti o marchi. Gli elementi prefabbricati saranno calcolati con i medesimi standard previsti per gli elementi gettati in opera.

La relazione conterrà almeno i seguenti capitoli:

- **Indice** dei capitoli, dei paragrafi e degli eventuali allegati.
- **Descrizione dell'opera.** In questo capitolo sarà descritta l'opera in tutte le sue parti strutturali, architettoniche, stradali, idrauliche ed impiantistiche ed il contesto nel quale

sarà costruita, indicandone i vincoli esterni e/o le soggezioni alle quali può essere sottoposta la realizzazione. Saranno fornite indicazioni in merito alle tematiche inerenti la fase costruttiva, quali: metodologia di scavo (a cielo aperto o sotto copertura); fasi di lavoro e vincoli con le preesistenze; sistemi di controllo della falda; consolidamenti del terreno naturale e/o dei versanti; conseguenze delle subsidenze indotte al contorno dello scavo; demolizioni; opere e sostegni provvisori; riempimenti; impermeabilizzazioni.

- **Materiali.** In questo capitolo saranno riportate le caratteristiche prestazionali dei materiali strutturali (acciai, cls, resine, malte, ecc.) e di impermeabilizzazione con i provvedimenti atti a garantire la loro durabilità nel tempo (zincature, verniciature, protezioni superficiali, additivi, cementi, rapporti acqua cemento, copriferri). Per quanto attiene alla durabilità dei cls si farà riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 206-01; per ogni elemento costruttivo in cls saranno quindi indicate le classi di esposizione ambientale di riferimento per il sito in esame. I risultati delle analisi chimiche sull'aggressività dei terreni e delle acque saranno riportati ed interpretati (ai sensi della UNI EN 206-01) in questo capitolo.
- **Normative di riferimento.** In questo capitolo saranno indicate le Leggi, norme, specifiche tecniche alla base della progettazione. In questo capitolo sarà definito il metodo di verifica univocamente utilizzato nella relazione
- **Quadro geologico, geotecnico, geomeccanico.** Dopo un sintetico quadro geologico dei terreni attraversati, saranno documentate e giustificate le scelte inerenti la caratterizzazione meccanica dei terreni con particolare riferimento ai parametri di deformabilità assunti nel calcolo delle opere di sostegno.
- **Analisi in fase costruttiva.** Il capitolo conterrà le calcolazioni delle fasi costruttive. Per i sistemi di consolidamento del terreno a mezzo di iniezione o jet iniezione saranno eseguite le dovute verifiche di stabilità e giustificati i relativi coefficienti di sicurezza. Saranno dimensionati i sistemi di drenaggio e/o controllo della falda, stimando le portate da emungere. Saranno eseguite le verifiche di stabilità locali (sifonamento, resistenza del tappo di fondo, stabilità del terreno al piede della paratia; ecc.) e globali (stabilità del pendio) per tutte le fasi esecutive e giustificati i relativi coefficienti di sicurezza. Il calcolo delle strutture provvisori e/o definitive sarà articolato come segue: analisi dei carichi; combinazione dei carichi; descrizione e raffigurazione del modello di calcolo con

giustificazione delle ipotesi adottate; calcoli delle sollecitazioni e delle deformazioni delle strutture; diagrammi delle sollecitazioni e delle deformazioni; verifiche di resistenza delle strutture e delle fondazioni dei tiranti con evidenza e giustificazione dei tassi di lavoro dei materiali (o dei coefficienti di sicurezza), nonché dell'ampiezza delle fessure (solo qualora la paratia sia mantenuta come struttura di sostegno definitiva). Qualora lo scavo sia in adiacenza ad opere esistenti sarà anche eseguito e graficizzato il calcolo dei cedimenti e la quantificazione dei probabili danni indotti nelle strutture adiacenti, fornendo descrizione del modello e giustificazione dei parametri assunti alla base del calcolo. Andranno inoltre prodotte le verifiche dei cordoni di saldatura delle opere di sostegno di prima fase, dei fazzoletti tra testa tiranti e travi di ripartizione.

- **Analisi in fase definitiva.** Questo capitolo conterrà: analisi dei carichi (comprese le eventuali sollecitazioni sismiche); combinazione dei carichi; descrizione e raffigurazione del modello di calcolo con giustificazione delle ipotesi adottate; calcoli delle sollecitazioni e delle deformazioni delle strutture, diagrammi delle sollecitazioni e delle deformazioni;
- verifiche agli SLU (comprese le verifiche di resistenza la fuoco) e SLE con evidenza e giustificazione dei tassi di lavoro dei materiali, dell'ampiezza delle fessure e delle deformate, ovvero dei coefficienti di sicurezza.
- **Conclusioni.** In questo capitolo saranno riassunti i valori massimi delle sollecitazioni dei materiali (ovvero i valori minimi dei coefficienti di sicurezza) riscontrati durante i precedenti calcoli, nonché i massimi valori delle ampiezze delle fessure degli elementi in c.a. e delle deformate.

Planimetria

Tale elaborato andrà prodotto nel caso in cui la galleria artificiale o una paratia non sia di accesso ad una galleria naturale; qualora invece sia di accesso ad una galleria naturale si produrrà una sola planimetria secondo le specifiche riportate nel capitolo dedicato alle gallerie naturali.

Scala come da normativa

contenuti:

- Planimetria della galleria allo spiccato dell'elevazione.

- Progressive di inizio e fine e posizione dell'asse di tracciamento.
- Progressive delle nicchie,ecc.
- Quotatura di tutte le distanze tra gli assi di nicchie, ecc..
- Indicazione dei diversi tipi di nicchia,ecc..

Carpenteria delle gallerie artificiali e dei portali

Scala come da normativa

contenuti:

- Gli elaborati avranno come obiettivo la completa definizione dell'opera attraverso piante e sezioni. Le sezioni trasversali saranno effettuate nei punti maggiormente significativi.
- Nei disegni saranno graficizzate le tolleranze di progetto dei fuori asse delle paratie.
- I disegni conterranno le indicazioni circa l'esecuzione e l'eventuale riempimento o finitura delle asolature da praticare nelle carpenterie, nonché le caratteristiche delle casserature a perdere utilizzate (predalles, muri prefabbricati, ecc.).
- Ubicazione, sviluppo tipologia e dettagli di eventuali waterstop, del sistema di impermeabilizzazione e del sistema di drenaggio (drenaggio della piattaforma e delle acque di infiltrazione) saranno altresì riportati nei disegni in esame.
- La **pianta della copertura** riporterà almeno i seguenti elementi:
 - Coordinate piano altimetriche di un numero sufficiente di punti tale da georeferenziare l'opera nel sistema cartografico di riferimento;
 - Carpenteria del solaio di copertura.
 - Ubicazione e tipologia dei giunti;
 - Direzione del nord e direzioni di provenienza e destinazione della strada;
- La **pianta allo spiccatto dell'elevazione** riporterà almeno i seguenti elementi:
 - Indicazione degli assi di tracciamento;
 - Coordinate piano altimetriche di un numero sufficiente di punti tale da georeferenziare
 - l'opera nel sistema cartografico di riferimento;
 - Indicazione delle corsie e delle banchine laterali;

- Ubicazione e tipologia dei giunti;
- Posizione e dimensioni degli elementi della piattaforma (sede carrabile, cordoli, ecc.);
- Direzione del nord e direzioni di provenienza e destinazione della strada;
- Ubicazione dei pozzetti delle polifore passacavi;
- Carpenteria delle opere in elevazione e fondazione
- Indicazione di eventuali paratie a protezione dello scavo provvisorio per l'esecuzione della galleria artificiale.
- La **sezione longitudinale** deve riportare almeno i seguenti elementi:
 - i profili del terreno in asse opera ante e post operam;
 - direzioni di provenienza e destinazione della strada;
 - quote altimetriche e progressive della livelletta stradale e dell'asse galleria agli imbocchi e nei punti di massimo e di minimo del tracciato;
 - pendenza longitudinale della piattaforma;
 - la sistemazione del volume interposto tra il piano carrabile e l'estradosso della fondazione della galleria;
 - dimensioni della sezione longitudinale delle strutture con evidenza della profondità di infissione delle eventuali paratie;
 - finitura superficiale delle pareti interne della galleria;
 - ubicazione e tipologia dei giunti;
 - indicazione e denominazione di strade, ferrovie edifici e quant'altro sia in adiacenza o interferisca con l'opera;
 - indicazione delle lunghezze, della quota di fondo e della pendenza delle canalette di drenaggio.
 - la posizione, tipologia ed interasse delle opere di raccolta delle acque fino al recapito finale esterno alla galleria.

Le **sezioni trasversali** dell'opera, redatte in scala 1:50, forniscono una completa definizione di tutte le configurazioni, sia riferite agli elementi strutturali, sia riferite alla geometria della piattaforma stradale (ad esempio: sezione in curva, sezione con allargamento della piattaforma. Nelle sezioni saranno rappresentate e quotate le carpenterie dell'opera (compresa la lunghezza delle paratie), nonché tutti i dispositivi ed elementi accessori costituenti la piattaforma, quali (a titolo indicativo e non esaustivo):

- progressiva della sezione (qualora non si tratti di sezione tipologica);
- la carpenteria delle opere in c.a.;
- posizione degli assi di tracciamento;
- quotatura del franco verticale minimo sulla piattaforma stradale;
- profilo del terreno ante operam e post operam;
- quote altimetriche degli assi di tracciamento e dell'asse galleria (qualora non si tratti di sezione tipologica);
- larghezza delle corsie e delle banchine o degli elementi ferroviari ;
- il franco minimo della sede carrabile e di eventuali camminamenti;
- la sagoma limite degli impianti e della segnaletica vincolati al rivestimento interno;
- pendenza trasversali della sede carrabile e dei cordoli laterali;
- la sistemazione del volume interposto tra il piano carrabile e l'estradosso della fondazione della galleria;
- tipologia estensione e caratteristiche dei sistemi di impermeabilizzazione e/o dei trattamenti superficiali dei cls;
- ubicazione degli elementi del sistema di drenaggio (pozzetti, tubi, ecc.);
- tipologia e spessori della pavimentazione stradale;
- le opere civili per l'impiantistica.

Per gli elementi prefabbricati è fatto divieto di ogni riferimento a brevetti o marchi. Gli elementi prefabbricati saranno disegnati in carpenteria con i medesimi standard previsti per gli elementi gettati in opera. Negli elaborati in esame saranno riportate le tabelle materiali (cls, acciai, malte, resine, trattamenti speciali degli acciai, ecc.) secondo le prescrizioni fornite nel capitolo dedicato

ai ponti e viadotti Per ogni elemento costruttivo in c.a. e c.a.p. saranno riportate anche le classi REI di progetto.

Galleria artificiale e portale di imbocco - armatura -

Scala come da normativa

Gli elaborati dovranno fornire mediante piante, prospetti e sezioni la definizione delle armature di forza, dei ripartitori e delle armature costruttive.

contenuti:

Negli elaborati si dovrà evincere:

- la tabella materiali
- I tracciati delle armature, (sia le armature principali, sia le armature di ripartizione, sia i cavallotti e sia le spille) con evidenza di: numero progressivo della posizione, diametro, passo, lunghezze (parziali e totale), numero totale delle sagome;
- la misura di tutte le eventuali sovrapposizioni (riportando la dimensione minima);
- il numero dell'ultima posizione;
- il numero di eventuali posizioni eliminate.

Carpenteria dima e concio d'attacco, fasi costruttive e particolari costruttivi

Tale elaborato andrà prodotto solo nel caso di artificiale di accesso ad una galleria naturale.

Scala come da normativa

contenuti:

- Sezione trasversale e longitudinale della carpenteria della dima.
- Sezione trasversale e longitudinale della carpenteria del concio di attacco.
- Dettaglio delle impermeabilizzazioni.
- Particolari costruttivi.
- Descrizione delle fasi esecutive.

Dima e concio di attacco – armature

Scala come da normativa

Gli elaborati dovranno fornire mediante piante, prospetti e sezioni la definizione delle armature di forza, dei ripartitori e delle armature costruttive.

contenuti:

Negli elaborati si dovrà evincere:

- la tabella materiali
- I tracciati delle armature, (sia le armature principali, sia le armature di ripartizione, sia i cavallotti e sia le spille) con evidenza di: numero progressivo della posizione, diametro, passo, lunghezze (parziali e totale), numero totale delle sagome;
- la misura di tutte le eventuali sovrapposizioni (riportando la dimensione minima);
- Il numero dell'ultima posizione;
- Il numero di eventuali posizioni eliminate.

Profilo geologico-geotecnico

Tale elaborato andrà prodotto nel caso in cui la galleria artificiale non sia di accesso ad una galleria naturale; qualora invece sia di accesso ad una galleria naturale si produrrà un solo profilo geologico-geotecnico secondo le specifiche riportate nel capitolo dedicato alle gallerie naturali. L'elaborato, sviluppato sulla base dei dati contenuti nei documenti geologici e geotecnici, deve riassumere le informazioni necessarie a definire la geotecnica della porzione di terreno interessata dall'opera.

Scala come da normativa

contenuti:

- sezione longitudinale dell'opera con indicazioni delle quote di terreno (ante operam) e di progetto;
- direzioni di provenienza e destinazione della strada;
- quote altimetriche e progressive della livelletta o del piano del ferro in corrispondenza degli imbocchi e dei punti di massimo e minimo del tracciato;
- limiti di ogni unità geotecnica riconosciuta nell'ambito delle formazioni geologiche, compresi i depositi di copertura;
- traccia delle superfici di discontinuità di origine tettonica (faglie e sovrascorrimenti);

- quote di progetto delle falde;
- descrizione sintetica di tutte le unità geotecniche rappresentate e delle formazioni geologiche di appartenenza;
- valori di progetto delle caratteristiche meccaniche di resistenza, peso e deformabilità delle unità geotecniche individuate;
- verticali delle indagini geognostiche effettuate, indicandone la tipologia delle prove eseguite, la profondità indagata e la denominazione;
- profondità di infissione delle paratie.

Planimetria in fase costruttiva

La planimetria definisce le caratteristiche geometriche principali e l'ubicazione dell'opera in fase costruttiva, evidenziando le interferenze con il reticolo idrografico e con le strutture ed infrastrutture esistenti. Un elenco indicativo ed ovviamente non esaustivo degli argomenti trattati nel presente elaborato sono i seguenti:

- Demolizioni.
- Scavi
- Sistemi di consolidamento o trattamento del terreno naturale.
- Sistemi di controllo della falda e delle acque meteoriche durante gli scavi.
- Opere provvisorie (punteri, tiranti, ecc.).
- Eventuali sistemi di stabilizzazione del versante.
- Fasi costruttive.
- Indicazioni circa la soluzione delle interferenze con altri Servizi.

Scala come da normativa

contenuti:

- Planimetria su cartografia di dettaglio georeferenziata della zona di imbocco dove saranno riportate anche le coordinate piano altimetriche dell'asse dei pali o delle opere di sostegno provvisorio in posizione di vertice;

- carpenterie delle opere di sostegno provvisorio (diametro, interasse e lunghezza dei pali o dei diaframmi, cordoli, ecc.). Nei disegni saranno anche graficizzate le tolleranze di progetto dei fuori asse delle paratie;
- carpenterie degli eventuali sostegni intermedi (puntoni, travi reggispinta, ecc.);
- carpenterie delle eventuali opere in metallo utilizzate come sostegni intermedi;
- carpenteria delle eventuali demolizioni da effettuare;
- volumi di terreno di scavo e di rinterro;
- materiali adottati, secondo le prescrizioni definite per le opere d'arte maggiori (viadotti e ponti);
- andamento del terreno naturale e nella fase costruttiva;
- caratteristiche prestazionali di eventuali micropali, tiranti o chiodi utilizzati;
- caratteristiche degli eventuali drenaggi;
- fasi esecutive, con evidenza dell'avanzamento di scavo e della progressiva esecuzione dei sistemi di sostegno intermedio (puntoni, tiranti, ecc.);
- caratteristiche dei sistemi di controllo della falda durante le operazioni di scavo (wellpoints, drenaggi, ecc.);
- eventuale trattamento dei giunti tra diaframmi;
- volumi di terreno da trattare o consolidare;
- caratteristiche dell'eventuale strato di spritz-beton (spessore, resistenze, armatura, sistema di ancoraggio alla paratia);
- sistema di drenaggio acque meteoriche durante le fasi esecutive.
- Indicazione delle posizioni delle sezioni trasversali
- Coordinate per il tracciamento delle opere provvisionali

Sezioni trasversali e longitudinali in fase costruttiva

Scala come da normativa

contenuti:

L'elaborato sarà sviluppato con lo stesso livello di definizione della planimetria in fase costruttiva. Un elenco indicativo ed ovviamente non esaustivo degli argomenti di potenziale oggetto dei disegni in esame è il seguente:

- Sezioni trasversali in fase costruttiva nei punti maggiormente significativi con relative progressive e profilo altimetrico del terreno originario ed in fase di scavo.
- Descrizione delle strutture provvisorie in fase di scavo.
- Quote di riferimento degli scavi e delle opere di sostegno provvisorio.
- Demolizioni.
- Sistemi di consolidamento o trattamento del terreno naturale.
- Sistemi di controllo della falda e delle acque meteoriche durante gli scavi.
- Opere provvisorie (punteri, tiranti, ecc.).
- Eventuali sistemi di stabilizzazione del versante.
- Fasi costruttive.
- Indicazioni circa la soluzione delle interferenze con altri Servizi.
- Una pianta chiave con indicazione delle sezioni trasversali e longitudinali
- Nel caso di galleria artificiale di accesso ad una galleria naturale andrà redatto un profilo longitudinale in fase costruttiva con progressive e profilo altimetrico del terreno originario.

Sviluppata paratia in fase costruttiva e particolari costruttivi

Scala come da normativa

contenuti:

- schema quotato della palificata con definizione della tipologia di opera di sostegno (pali, micropali, diaframmi, jet-grouting) con evidenza della trave di testata, del piano di scavo finale e della parte infissa.
- schema della disposizione delle opere di sostegno complete degli elementi che la compongono (tiranti, travi di correa, chiodi e drenaggi) con le relative quote e sviluppi.
- Particolari della trave di testata e delle opere di ancoraggio.
- La descrizione delle fasi esecutive

- . Tabella tiranti (Lunghezza libera, lunghezza bulbo di fondazione, inclinazione verticale, inclinazione orizzontale, n° trefoli, pretiro....)
- . Una tabella materiali
- . Una pianta chiave con indicazione delle sezioni trasversali

Le caratteristiche prestazionali di micropali o tiranti conterranno le seguenti informazioni:

- . diametro e lunghezza del foro
- . diametro e lunghezza della fondazione di ancoraggio
- . caratteristiche della malta e della procedura di iniezione
- . caratteristiche (carpenteria, e materiali) dell'armatura di rinforzo
- . eventuale forza di presollecitazione
- . inclinazione e disposizione delle perforazioni
- . sistemi di perforazione da utilizzare per garantire la stabilità del foro in presenza di acqua o altri condizionamenti che richiedono attrezzature speciali

Eventuali trattamenti colonnari con jet iniezione saranno rappresentati con i seguenti elementi prestazionali:

- . diametro, lunghezza ed interasse delle colonne
- . tipo di fluido di iniezione
- . eventuale armatura delle colonne

Opere di imbocco – particolare dei tiranti (attivi e passivi) e travi di ripartizione

Scala come da normativa

Dati contenuti:

- Particolare dei tiranti
- Dettagli costruttivi
- Travi di ripartizione
- Tabella materiali

Opere di Imbocco – Armature

Scala come da normativa

Gli elaborati dovranno fornire mediante piante, prospetti e sezioni la definizione delle armature di forza, dei ripartitori e delle armature costruttive.

contenuti:

Negli elaborati si dovrà evincere:

- la tabella materiali
- I tracciati delle armature, (sia le armature principali, sia le armature di ripartizione, sia i cavallotti e sia le spille) con evidenza di: numero progressivo della posizione, diametro, passo, lunghezze (parziali e totale), numero totale delle sagome;
- la misura di tutte le eventuali sovrapposizioni (riportando la dimensione minima);
- Il numero dell'ultima posizione;
- Il numero di eventuali posizioni eliminate.

Planimetria della Sistemazione Superficiale In Fase Definitiva

Scala come da normativa

contenuti:

- Evidenza dei ritombamenti e dell'andamento delle curve di livello in fase finale.
- Sistemazioni idrauliche definitive.
- Planimetria delle opere di presidio utilizzate nelle zone di imbocco: muri, fossi di guardia, gabbionate, ecc..
- Ubicazione delle canalette e dei pozzetti di smaltimento delle acque esterne alla galleria;
- Indicazione delle interferenze con strutture ed infrastrutture esistenti.
- Eventuali locali esterni adibiti agli impianti
- Progressive (becco di flauto, galleria artificiale, eventuale galleria naturale).
- Impronta dell'opera d'arte con le principali quote geometriche.

Sezioni trasversali e longitudinali degli imbocchi delle gallerie naturali in fase definitiva

Nel caso di opera di accesso ad una galleria naturale sarà prodotto un elaborato per ogni imbocco.

scala: 1:200

contenuti:

- Sezioni trasversali dell'imbocco nei punti maggiormente significativi con posizionamento delle strutture definitive (gallerie artificiali) con progressive e profilo altimetrico del terreno in fase definitiva.
- Profilo longitudinale dell'imbocco in fase definitiva con posizionamento delle strutture definitive (gallerie artificiali), con progressive e profilo altimetrico del terreno in fase definitiva.
- Quote di riferimento dei ricoprimenti e delle opere di sostegno definitive
- Una pianta chiave con indicazione delle sezioni trasversali e longitudinali

Planimetria con curve di isocedimento e danno alle strutture in adiacenza

La planimetria delle curve di isocedimento sarà prodotta solo nel caso di scavo in adiacenza di opere esistenti oggetto di danno potenziale prodotto dalle subsidenze indotte nel terreno.

Tutti gli edifici in adiacenza o in fregio agli scavi saranno classificati secondo una scala progressiva di danno ed evidenziati nel presente elaborato.

Le curve di isocedimento saranno intervallate di 5 mm

Scala come da normativa

Per tutte le opere indicate valgono comunque i seguenti punti.

Armature di precompressione

Le armature di precompressione saranno redatte con gli stessi criteri e standard previsti nel capitolo dedicato ai ponti e viadotti.

Sarà anche data indicazione della REI degli elementi rappresentati.

Armature lente

Le armature lente saranno redatte con gli stessi criteri e standard previsti nel capitolo dedicato ai ponti e viadotti.

Sarà anche data indicazione della REI degli elementi rappresentati.

Distinte dei ferri di armatura

Si dovrà produrre un elaborato, in formato A4, con le tabelle delle quantità di armatura delle singole opere (anche provvisionali).

Nelle tabelle si dovrà riportare sia il peso totale dell'acciaio impiegato per la singola opera sia i seguenti dati (per ogni posizione): numero, diametro, lunghezza totale, numero delle sagome, peso.

Fasi costruttive

I disegni delle fasi costruttive hanno la finalità di evidenziare i vincoli esterni e/o le soggezioni alle quali può essere sottoposta la realizzazione della galleria in adiacenza a d'infrastrutture di cui si deve garantire l'esercizio.

I disegni delle fasi costruttive saranno quindi redatti solo per rappresentare lavorazioni ed opere di interesse per la cantierizzazione di opere eseguite in adiacenza a d'infrastrutture di cui si deve garantire l'esercizio e conterranno le fasi costruttive della intera opera d'arte o di parte di essa con chiara evidenza della eventuale modalità di interazione con l'esercizio di infrastrutture in adiacenza o della strada in oggetto. Nei disegni delle fasi costruttive di opere che interagiscono con l'esercizio di una infrastruttura si dovranno evidenziare le singole fasi di costruzione dell'opera con indicazione, mediante piante, sezioni e profili, degli interventi e dei tempi dedicati alla singola fase e della viabilità destinata all'esercizio provvisorio durante tale fase.

I disegni saranno articolati su piante, prospetti, sezioni, carpenterie e particolari costruttivi e saranno redatti con gli standard grafici e con i contenuti descritti nei paragrafi precedenti.

SCAVI IN ZONA URBANA

In presenza di scavi profondi (oltre i 5 metri) in zona urbana circostanti fabbricati il progetto esecutivo dovrà contenere

Relazione sui fabbricati interferiti e schede interferenze

contenuti:

Per le tratte di galleria naturale e o artificiale che sottoattraversano centri abitati o nei casi di gallerie artificiali o paratie prossime ad edifici, l'aggiudicatario dovrà redigere una documentazione di analisi composta da una relazione tecnica che riporti per ogni edificio:

- una documentazione fotografica;
- una sezione trasversale che mostri l'edificio e la galleria con le posizioni relative quotate;

- una scheda tecnica che sintetizzi per l'edificio: le dimensioni, la tipologia strutturale, la tipologia di fondazioni, la presenza di fessurazioni, la distanza dalla galleria e quant'altro necessario a descriverlo.

Vanno considerate interferenze e pertanto risolte anche i sottoservizi che in seguito all'interazione con lo scavo della galleria potrebbero perdere le caratteristiche di funzionalità cui sono adibiti.

Relazione di calcolo sulla valutazione delle subsidenze indotte e degli effetti sulle opere in superficie

contenuti:

Lo studio andrà condotto utilizzando le relazioni semi empiriche. Lo studio andrà sviluppato secondo i seguenti step procedurali:

- Premessa contenente: inquadramento dell'area di studio, delle metodologie e fasi di analisi, della ubicazione, caratteristiche e modalità costruttive delle opere da realizzare, della natura e caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, della posizione della falda, delle opere interferenti.
- Descrizione del modello matematico e giustificazione dei parametri assunti nel calcolo: volumi persi, scelta del coefficiente adimensionale k (per tale coefficiente vanno definiti degli intervalli)
- Per ogni edificio: determinazione della distribuzione dei cedimenti verticali e degli spostamenti orizzontali
- Per ogni edificio: una sezione trasversale che mostri l'edificio, la galleria ed il bacino di subsidenza determinato.
- Per ogni edificio: Definizione della categoria di danno
- Per ogni edificio: Determinazione degli interventi di consolidamento se necessari
- Tabelle riepilogative con numerazione identificativa degli edifici, categoria di danno cedimento massimo, e volume perso.
- Predisposizione di un piano di monitoraggio e definizione di parametri di soglia e di allarme.

- In funzione delle ulteriori conoscenze acquisite sul comportamento meccanico dei terreni è possibile in questa fase affinare il modello matematico per lo studio dei fenomeni di subsidenza.

Planimetria generale con ubicazione delle opere, dei fabbricati e delle subsidenze

scala: 1:500

contenuti:

- Planimetria con ubicazione delle opere da realizzare e degli edifici interferenti; ogni edificio verrà evidenziato e numerato;
- Indicazione planimetrica dei bacini di subsidenza indotti dallo scavo delle gallerie; le curve di isocedimento saranno intervallate di 5 mm.
- Indicazione delle sezioni trasversali.
- Gli edifici e le preesistenze in generale interferenti saranno evidenziate in planimetria per categorie di danno.

Capo Terzo

- NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI -

Art. 1 - MISURAZIONE DEI LAVORI

Resta stabilito, innanzitutto, che, sia per i lavori compensati a corpo sia per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale, di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quanto altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto magnetico e da tradurre, in almeno duplice copia su idoneo supporto cartaceo, saranno dall'Appaltatore consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica sulla base delle misurazioni effettuate in contraddittorio durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

- 1) I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come indicato in progetto e nell'elenco dei prezzi, anche se, dalle misure di controllo rilevate dalla Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori, dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori.

Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori, abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

- 2) I lavori, invece, da compensare "a corpo" saranno controllati e contabilizzati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, e confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto, al fine di verificare la corrispondenza tra le opere eseguite e quelle progettate.

La loro liquidazione verrà effettuata a percentuale di avanzamento di opere compiute secondo lo schema e le percentuali prestabilite nel presente Capitolato e/o contrattualmente.

Nel caso invece, che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori rispetto a quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, sarà in facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere, e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa, soltanto se le minori dimensioni, sentito il Progettista, risultassero compatibili con

la funzionalità e la stabilità dell'opera la Direzione Lavori potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite.

Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto il corrispettivo da accreditare nei S.A.L. è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, dalla quale sarà dedotto il 5% a ulteriore ritenuta di garanzia per i lavori a corpo, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del controllo da parte della D.L e di quello del Collaudo in corso d'opera.

A completamento avvenuto di tutte le opere a corpo, risultante da apposito verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione dei Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo comprendendovi anche il 5% trattenuto a titolo di ulteriore ritenuta di garanzia, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

Si precisa inoltre, per maggiore completezza e chiarimento, che tutte le prove di campionatura, di verifica delle caratteristiche meccaniche dei terreni, di accettazione e qualificazione dei materiali, di controllo delle lavorazioni eseguite, i campi prova con le relative verifiche, le prove di carico, l'assistenza ai collaudi e, in genere qualsiasi verifica e prova atta a dimostrare la qualità della lavorazione, saranno svolte a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, pertanto l'Impresa dovrà tenere conto nella sua offerta di tali oneri.

SCAVI -- DEMOLIZIONI -- RILEVATI

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate.

All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse stradale o ferroviario, in caso di sedi separate, sull'asse geometrico di ciascuna sede.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti per la sede stradale o ferroviaria.

Analogamente si procederà per le altre opere fuori dalla medesima sede.

Resta inteso che i materiali provenienti dagli scavi in genere e dalle demolizioni rimangono di proprietà dell'Appaltatore, il quale ha l'obbligo di riutilizzarli, se qualitativamente ammissibili, per le altre lavorazioni previste in appalto.

In ogni caso il bilancio dei movimenti di materie è fissato a corpo e, pertanto, l'Appaltatore è compensato con il prezzo a corpo per ogni fornitura di materiale dalle cave di prestito necessaria per la formazione dei rilevati, da qualunque distanza il materiale dovesse provenire.

Potrà l'Appaltatore, se ciò verrà accettato dalla D.L., utilizzare metodi di correzione (di caratteristiche fisico - meccanico) dei materiali scadenti provenienti dagli scavi, in modo da renderli utilizzabili per i rilevati.

L'onere e le spese relative ai materiali di correzione ed alle lavorazioni suddette, troveranno applicazione nei relativi articoli di elenco prezzi.

Preparazione dei piani di posa

La preparazione dei piani di posa verrà effettuata previo disboscamento, con l'eliminazione dello strato vegetale e con la demolizione di manufatti eventualmente presenti sul tracciato.

Il materiale di scavo costituito da terreno vegetale verrà riportato in sede esterna al corpo del rilevato per essere successivamente utilizzato a rivestimento delle scarpate.

Analogamente i materiali provenienti dagli scavi di bonifica se idonei verranno depositati e successivamente riportati a rivestimento di scarpate o, se esuberanti, a modellamento del terreno ovvero dovranno essere portati a discarica a cura e spese dell'Appaltatore.

Rimane pattuito che il riempimento dello scavo di bonifica con materiale per rilevato rimane comunque a carico dell'Appaltatore perché compensato con il prezzo a corpo.

È inoltre compensata con il prezzo a corpo la profilatura delle scarpate e dei cassonetti, anche in roccia, e l'eventuale esaurimento d'acqua.

La preparazione del piano di posa in trincea della sovrastruttura stradale verrà effettuata con l'eventuale scavo di ammorsamento e bonifica per la profondità di 20 cm al di sotto del piano del cassonetto, salvo eventuali maggiori scavi di bonifica che venissero disposti dalla Direzione dei Lavori, con i medesimi oneri precedenti.

Scavi di sbancamento. Scavi di fondazione

Tutti i materiali provenienti dagli scavi rimangono di proprietà dell'Appaltatore, il quale, di norma, dovrà riutilizzarli (senza pretesa o compenso alcuno) per l'opera appaltata, o trasportarli a discarica se non idonei, oppure se idonei, ma esuberanti, in zone di deposito e, comunque, a totale sua cura e spese.

Sono inoltre compensati con il prezzo a corpo gli scavi in roccia di qualunque entità o percentuale nei confronti dello scavo in genere.

Rimarranno a carico, dell'Appaltatore tutti gli oneri, qualora necessari, connessi con il lavoro di scavo (scavo a campioni, puntellature, sbadacchiare o, anche, armatura completa delle pareti di scavo, anche con la perdita del materiale impiegato).

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né il successivo riempimento a ridosso delle murature, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese.

Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'Elenco Prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm 20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è altresì compreso nel prezzo di Elenco degli scavi, anche qualora, per qualsiasi ragione fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse.

Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'Impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

Demolizioni

Con il compenso a corpo sono compresi tutti gli oneri e la spesa relativa a tale categoria di lavoro (nella quale rientra anche l'eventuale demolizione di sovrastruttura stradale), sia se eseguita in elevazione che in fondazione e, comunque, senza uso di mine.

In particolare, sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e le sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché l'immediato allontanamento dei materiali di risulta che rimarranno di proprietà dell'Appaltatore per essere eventualmente utilizzati per altre lavorazioni del lotto anche secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori.

La demolizione di eventuali fabbricati, di ogni tipo e struttura e realizzati con qualunque materiale, fabbricati per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente procurato l'ordine scritto di demolizione dalla Direzione Lavori, è anch'essa compresa nel compenso a corpo dell'appalto; la demolizione delle fondazioni sarà eseguita sino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

Rilevati

Il prezzo a corpo comprende ogni onere per la formazione dei rilevati, sia che i materiali provengano dagli scavi che dalle cave di prestito da reperire a cura e spese dell'Appaltatore; la distanza di tali cave viene determinata non inferiore alla distanza segnalata nella Prima Parte (Norme Generali) del presente Capitolato.

Qualora l'Appaltatore dovesse procurare il materiale a distanza minore, ovvero sia necessaria una distanza maggiore nulla sarà detratto od aggiunto al compenso a corpo o a misura.

Le quantità di scavo di sbancamento, di sistemazione in rilevato, ovvero di fornitura dei materiali da cava di prestito, ovvero qualunque altro magistero o fornitura o lavoro necessario alla formazione dei rilevati, verranno controllate ai soli fini del pagamento delle rate d'acconto e della conoscenza dell'opera, rimanendo pattuito che il prezzo a corpo prevede e compensa ogni quantità necessaria per raggiungere le quote previste dal progetto, necessarie per consentire il transito sicuro dei veicoli.

L'eventuale fornitura e posa in opera di strati di interposizione, di geotessuti, di guaine, ecc., previste in progetto o ritenute necessarie dalla Direzione Lavori, troveranno applicazione nei relativi articoli di elenco prezzi.

Strutture di sostegno in terra con l'aggiunta di altri materiali

La formazione dei rilevati da eseguirsi con l'uso di materiali di rinforzo, di armature, ecc. può essere prevista in progetto anche in sostituzione di vere e proprie strutture di sostegno o controripa.

In tal caso l'Appaltatore dovrà verificare gli elaborati di progetto ed i calcoli di stabilità relativi.

Anche tali strutture di sostegno rientrano nel prezzo a corpo, compresi tutti gli altri oneri, tra i quali quelli derivanti dal pagamento dei diritti di eventuali Brevetti e quelli di eventuale assistenza specialistica e di laboratorio.

Sono esclusi gli eventuali cordoli solette o solettoni di fondazione che dovessero essere necessarie.

Strutture di sostegno e di controripa costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso.

Misurazione della effettiva lunghezza del muro per ciascuna altezza.

L'altezza misurata sulla faccia in vista di ogni pannello, dall'estradosso della fondazione alla sommità del pannello stesso. Pannelli con profilo superiore inclinato saranno misurati fino alla orizzontale passante per lo spigolo più alto.

Pannelli di altezza intermedia fra quelle quotate in Elenco prezzi saranno contabilizzati interpolando linearmente la quotazione dei due articoli corrispondenti contigui.

I Relativi articoli dell'Elenco prezzi oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, contengono anche quelli previsti nelle presenti Norme; solo esclusi: gli scavi per l'impianto del muro, le opere di fondazione, l'eventuale drenaggio a tergo del muro, l'eventuale coronamento in sommità; la formazione del rilevato a tergo del muro, che verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco.

Struttura di contenimento e/o sostegno a scomparti cellulari in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio armato e vibrato

Misurazione del volume effettivo tra le facce esterne degli elementi longitudinali e trasversali, dal piano di appoggio all'estradosso dell'ultimo elemento longitudinale superiore.

Gli articoli dell'Elenco prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, prevedono anche quelli delle presenti Norme ed in particolare la fornitura e posa in opera degli elementi prefabbricati in c.a.v., del materiale di riempimento degli scomparti cellulari, del terreno agrario e delle essenze arbustive; solo escluso gli scavi per la formazione del piano di posa da contabilizzare con il relativo articolo.

Nel calcolo del rapporto volumetrico tra elementi in conglomerato cementizio e struttura complessiva, si dovrà adottare per i primi il volume effettivo, che comunque non dovrà essere superiore a quello teorico di progetto e per la seconda, il volume della stessa.

Struttura di contenimento in elementi scatolari prefabbricati di conglomerato cementizio armato e vibrato.

Misurazione in proiezione verticale della superficie in vista, sulla base della lunghezza effettiva della struttura e dell'altezza dall'intradosso dell'elemento inferiore all'estradosso di quello superiore, distintamente per strutture costituite da elementi tipo di uguali dimensioni.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, prevedono anche quelli delle presenti Norme ed in particolare: la fornitura e posa in opera di elementi prefabbricati in c.a.v. compresi i relativi elementi speciali; i materiale di riempimento; le essenze arbustive; la sistemazioni del terreno a monte del coronamento; solo escluso gli scavi e la

fondazione in conglomerato cementizio armato da contabilizzare con i relativi articoli.

STRUTTURE PROVVISORIE

Nei prezzi di Elenco relativi a tali opere sono compresi:

- la fornitura dei materiali, la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie per la esecuzione del lavoro, lo sfrido di materiali dovuto a rotture, guasti o all'impossibilità di recuperi;
- ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

I materiali impiegati nelle strutture provvisorie restano di proprietà dell'Impresa, la quale dovrà provvedere, a sue spese, alla loro rimozione e recupero.

Il pagamento delle strutture verrà effettuato computando la superficie effettiva dell'opera in base alla lunghezza, misurata secondo lo sviluppo dell'asse medio della struttura ed altezza pari a quella della parete piena.

La lunghezza sarà misurata secondo lo sviluppo sulla mezzeria della struttura.

Si specifica inoltre che, per le ture, l'altezza sarà quella della parete piena.

PALI PER FONDAZIONI

Le caratteristiche strutturali e geometriche dei pali e dei singoli componenti dovranno essere conformi alle caratteristiche progettuali entro le tolleranze previste dalle presenti Norme.

Maggiorazioni volumetriche o migliori caratteristiche meccaniche dei materiali, non richieste dalla Direzione Lavori, saranno computate e contabilizzate per le caratteristiche previste in progetto.

La lunghezza per tutti i pali costruiti in opera, compresi i pali trivellati, sarà quella determinata dalla quota di posa del plinto alla quota di massima infissione del tuboforma o fino alla massima profondità accertata, in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa e con stesura di un verbale di misurazione immediatamente prima del getto.

Resta pertanto confermato che nei relativi prezzi di Elenco si intendono compresi e compensati:

- l'infissione del tuboforma, la fornitura del calcestruzzo, il suo getto e costipamento con mezzi idonei, la formazione di eventuali bulbi di base ed espansioni laterali, il ritiro graduale del tuboforma, gli esaurimenti d'acqua, l'eventuale impiego di scalpello, la rasatura delle teste, l'eventuale foratura a vuoto del terreno, la posa in opera (ove occorre) di un'idonea controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella parte in acqua, e le prove di carico e di altro tipo che saranno ordinate dalla Direzione dei Lavori nonché i controlli e la documentazione dei lavori, con le modalità e gli oneri previsti alla corrispondente Sezione delle presenti Norme, restando invece esclusa la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica, che verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

Per i pali eseguiti con l'impiego di fanghi bentonitici, fermo restando che tutti gli oneri precedentemente indicati escludendo quello relativo al tuboforma che non viene impiegato, sono compresi nei relativi prezzi di Elenco.

I pali per fondazione, sia infissi che costruiti in opera, potranno dalla Direzione dei Lavori essere ordinati con inclinazione fino a 20° rispetto alla verticale, senza dar luogo ad alcuna maggiorazione di prezzo.

Per inclinazioni superiori a 20° rispetto alla verticale, i pali verranno pagati con i relativi prezzi di Elenco.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati eseguiti in opera, sia di piccolo che di grande diametro, è sempre compreso l'onere dell'estrazione e del trasporto a rifiuto delle materie provenienti dall'escavazione del foro.

Sono esclusi, l'impiego di attrezzature anche fresanti, per l'attraversamento di trovanti di roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'immorsatura del palo nel substrato di

base di roccia dura e la fornitura della controcamicia in lamierino per i pali di grande diametro che verranno contabilizzati con la relativa voce di Elenco.

Qualora dovesse sorgere la necessità di sostituire un palo per ovviare ad inconvenienti o ad errori, non verrà corrisposto all'Impresa alcun compenso per il palo abbandonato, mentre per i pali che lo sostituiscono ne verrà computato uno soltanto.

MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI

Tutte le opere in muratura ed in conglomerato cementizio, previste nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto, verranno controllati con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, mediante misure effettuate sul vivo delle opere medesime escludendo, perciò, intonaci, ove esistano, e detraendo i vuoti ed il volume di altri materiali di natura differente compenetrati nelle strutture, ma non quelli della armatura in acciaio lenta o precompressa e quelli relativi alle feritoie eseguite sulle opere di sostegno e di contenimento delle scarpate.

Le parti delle opere da compensare a corpo sono costituite da tutte le strutture che sorgono al di sopra del piano di imposta delle fondazioni così come geometricamente definite nei disegni di progetto e pertanto esse comprendono i plinti, le travi rovesce, le solette e le platee, etc , nonché tutti gli scavi (di sbancamento o fondazione) necessari all'accoglimento delle opere suddette, sono comprese altresì tutte le strutture tradizionalmente definite in elevazione.

Saranno compensate altresì a corpo le cosiddette fondazioni indirette costituite dalle strutture sottostanti il piano di imposta delle fondazioni e quindi pali di fondazioni di ogni genere, pozzi, diaframmi etc.

Il controllo dei calcoli costituisce preciso onere contrattuale dell'Appaltatore; ovviamente, tale controllo e tutte le necessarie verifiche statiche saranno dall'Appaltatore effettuate secondo i criteri di calcolo della Scienza delle Costruzioni e con pieno rispetto delle norme vigenti in materia.

Le parti di strutture da compensare a corpo, comprendono altresì le armature in acciaio, lente, post-tese e/o pretese, le casserature, le armature dei casseri, i ponteggi, i carrelloni anche per il getto a conci successivi (eseguiti in opera o prefabbricati), la fornitura, il trasporto ed il varo, con qualunque sistema, delle travi prefabbricate, le predalles relative per il getto in opera delle solette, anche a sbalzo, e delle travi di ripartizione e dei traversi, le eventuali apparecchiature per il varo ad estrusione nonché ogni altra struttura provvisoria, strumento, apparecchiatura, attrezzatura e macchinario ed ogni altro magistero per realizzare le opere d'arte secondo progetto, o comunque in guisa tale da consentire l'utilizzo sicuro e completo dell'opera appaltata.

Resta, inoltre, contrattualmente stabilito che con l'erogazione del compenso a corpo debbono intendersi compensate tutte le prove, sia preliminari che quelle effettuate durante l'esecuzione dei lavori, relative ai materiali utilizzati, prove distruttive e non distruttive previste dalla Legge o richieste dalla D. L. nonché per le prove di carico ed il collaudo statico.

Nel caso in cui singole parti delle murature o delle opere d'arte risultassero di resistenza caratteristica inferiore a quella prescritta in progetto ed a condizione che le opere eseguite possano essere lasciate sussistere senza inconvenienti purché, comunque, rispondenti alla Normativa tecnica vigente in termini di resistenza e di durabilità, il prezzo a corpo verrà decurtato di una quantità corrispondente alla minore resistenza riscontrata.

Anche vistosi difetti di esecuzione dei paramenti in vista (nidi di ghiaia e sabbia, imperfetta planarità delle superfici, irregolare andamento delle superfici curve, ecc.) comporteranno adeguate decurtazioni del prezzo a corpo.

Il prezzo a corpo comprende, inoltre, ogni fornitura a piè d'opera di inerti, leganti, acqua, additivi antigelo, fluidificanti, antiritiro, malte per iniezione di cavi di precompressione, i cavi stessi, le loro testate e le operazioni di tesatura, anche in più fasi, ed ogni altra fornitura necessaria secondo le tecniche strutturali desumibili dal progetto, nonché la manodopera, anche specialistica, necessaria.

Il corrispettivo a corpo comprende inoltre:

1) La protezione delle superfici, delle strutture in conglomerato cementizio normale o precompresso, o anche di acciaio, sia a faccia vista che a faccia nascosta, le superfici sottostanti la sede stradale o altre indicate dai disegni di progetto, mediante trattamenti impermeabilizzanti e/o indurenti, vernici di protezione, cappe, ecc. delle qualità definite in progetto in relazione al grado di aggressività normalmente riscontrabile, compreso quella derivante dall'impiego dei sali antigelo per i piani viabili.

2) La fornitura e la posa in opera degli apparecchi di appoggio per gli impalcati di ponti, viadotti, cavalcavia, ecc. impalcati di qualunque tipo e dimensione, così come riportato dagli elaborati di progetto.

Sono compresi tutti gli oneri di preparazione delle superfici delle strutture, quelli per la posa in opera e per "l'inghisaggio" degli apparecchi ed ogni altro onere di controllo delle direzioni e tutte le lavorazioni specialistiche necessarie.

3) La fornitura e posa in opera di giunti di ogni genere e tipo per la continuità dei piani viabili, utilizzando sistemi che consentano, di norma, la perfetta continuità degli impalcati, da spalla a spalla, dei ponti, dei viadotti, dei cavalcavia, di qualunque lunghezza e dimensione, così come riportato nei disegni di progetto.

4) Le predisposizioni per le barriere di protezione stradale o autostradale cosiddette "di sicurezza" (guardrails) di qualunque tipo e ubicazione (laterali, di spartitraffico, ecc.) per le barriere antirumore e per i parapetti, esclusa la fornitura dei materiali e la loro posa in opera.

5) Il prezzo a corpo comprende, altresì, ogni spesa ed onere per la fornitura e posa in opera dei manufatti in acciaio (strutturale o non), o in struttura mista acciaio - calcestruzzo collaborante, di qualunque tipo e dimensione, nonché gli acquedotti ed i tombini tubolari, opere di fondazione incluse. Tali manufatti, perfettamente rispondenti ai disegni di progetto, facenti parte integrante del Contratto di appalto, saranno misurati e valutati ai soli fini della conoscenza dettagliata delle opere stesse e per la individuazione delle percentuali utili ai fini della predisposizione degli stati di avanzamento lavori e della relativa emissione delle rate di acconto per quanto concerne il prezzo a corpo.

Ogni manufatto sarà preliminarmente calcolato e verificato, ad esclusivo carico dell' Appaltatore, in ogni dettaglio strutturale e d'insieme, secondo le vigenti Normative di Legge e di

Regolamento, restando l'Appaltatore medesimo responsabile della sicurezza, dell' agibilità e della durabilità del manufatto medesimo.

E' previsto inoltre che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 273 K (0 °C), l'Impresa non abbia diritto a nessun risarcimento, come pure non possa richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe del calcestruzzo risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Quando sia prevista in progetto la solidarizzazione in opera di travi prefabbricate di ponti e viadotti per la costituzione di impalcati continui, il relativo onere deve intendersi compreso nel prezzo a corpo dell'impalcato.

6) La realizzazione di drenaggi e di vespai a tergo delle murature controterra nonché le relative feritoie e le tubazioni per la fuoriuscita delle acque captate, con la necessaria distribuzione sulla base dell'esperienza in sito; sono, altresì, a carico dell'Appaltatore in quanto compresi nel prezzo a corpo: il drenaggio e le tubazioni per lo scarico delle acque dagli impalcati in modo da convogliarle a terra senza investire minimamente le strutture in elevazione, tenendo anche in conto gli effetti devianti del vento; le tubazioni saranno realizzate in PVC pesante od in metallo non aggressibile (rame od acciaio inox) e comprenderà i bocchettoni ed ogni altro pezzo speciale necessario; sono, inoltre, a carico dell'Appaltatore gli apparecchi di drenaggio delle acque dalle superfici di estradosso di conglomerati ricoperte da guaine o cappe di impermeabilizzazione; sono a carico dell'Appaltatore le scossaline, in gomma al neoprene ed ogni altro pezzo necessario.

Tutto quanto sopra, comprendente ogni onere di fornitura applicazione e posa in opera, è compensato con il prezzo a corpo.

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Saranno contabilizzati con i relativi articoli di elenco prezzi, che comprendono oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e le prescrizioni delle presenti Norme ed in particolare:

- i ponteggi e le impalcature occorrenti per l'esecuzione del perforo a qualsiasi altezza,
- l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova, la loro ripetizione nel caso l'impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente,
- le iniezioni preventive di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili,
- tutte le prove ed analisi per la determinazione della aggressività dell'ambiente attraversato dai tiranti, tutte le prove di controllo sulla resistenza degli acciai utilizzati per i tiranti;
- tutte le prove per il controllo della fluidità, della essudazione e della resistenza a compressione della miscela utilizzata nelle iniezioni a bassa pressione o ripetute in pressione.

I perfori verranno computati in base alla loro effettiva profondità, misurata dal paramento esterno della parete sulla quale si attesta il tirante fino al fondo del foro.

I tiranti in acciaio verranno computati in base alla loro lunghezza effettiva, misurata dalla estremità di fondo alla superficie esterna dell'apparecchio di bloccaggio, le iniezioni verranno computate in base alla effettiva lunghezza del perforo iniettato ed in rapporto al diametro dello stesso.

INTONACO - IMPERMEABILIZZAZIONI – TRATTAMENTO IMPREGNANTE DI SUPERFICI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO CONGLOMERATO CEMENTIZIO SPRUZZATO PER RIVESTIMENTO DI PARETI

L'intonaco ed il trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio saranno computati per la loro superficie effettiva, piana o curva, senza effettuare detrazioni per vani di superficie inferiore a 1,00 m² e senza tenere conto di rientranze o sporgenze dal vivo inferiore a 10 cm.

Le impermeabilizzazioni di impalcati e di gallerie artificiali saranno computate per la loro superficie effettiva, che dovrà essere conforme alle previsioni di progetto.

Il conglomerato cementizio spruzzato per il rivestimento di pareti di pozzi di fondazione, di scavi in genere o di pendici, sarà computato per i volumi risultanti dalle superfici effettivamente da rivestire per gli spessori teorici previsti.

La rilevazione per il controllo degli spessori medi dovrà essere fatta su un reticolo di un metro di lato.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri ivi richiamati.

Solo escluso eventuali armature metalliche da contabilizzare a parte con i relativi articoli di Elenco.

MANUFATTI IN ACCIAIO

I manufatti in acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiera, lamiera ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati a corpo ed il loro peso sarà determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura di apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate sui disegni costruttivi di officina, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento).

Se il peso effettivo risulterà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto.

Viene pertanto esclusa la pesatura cumulativa di elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc..

Il prezzo a corpo è comprensivo:

- della fornitura di tutti i materiali;
- della lavorazione secondo i disegni costruttivi;
- della posa ed il fissaggio in opera;
- della sabbiatura e della sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine;
- della verniciatura secondo i cicli previsti;
- ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

SOVRASTRUTTURA STRADALE

La sovrastruttura stradale è compensata con il prezzo a corpo dell'appalto.

Fermo restando che la sovrastruttura stradale dovrà essere realizzata secondo le sezioni tipo di progetto ed i disegni allegati al Contratto di appalto nonché le specifiche tecniche di Capitolato Speciale, relative alle caratteristiche dei materiali, alla loro composizione, ecc., mediante prove da effettuare (a carico dell'Appaltatore) presso i Laboratori Ufficiali, le misurazioni dei singoli strati componenti sarà effettuata solo dopo il prescritto costipamento.

Tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore e sono finalizzate sia al controllo della rispondenza alle specifiche tecniche che alla valutazione delle percentuali da imputare nei singoli S.A.L. per l'emissione delle relative rate di acconto per quanto concerne il prezzo a corpo.

La Direzione dei Lavori, nei casi di accertata carenza di spessore dei singoli strati oltre le tolleranze previste, oppure nei casi di imprecisa esecuzione della sovrastruttura, riferirà al R.U.P. proponendo gli opportuni interventi (rifacimento o detrazione).

LAVORI IN SOTTERRANEO

A) SCAVI

Lo scavo in galleria, da eseguirsi in base al tipo di sezione stabilito, tratto per tratto, nei disegni esecutivi verrà compensato a misura, ritenendosi compresi in detto compenso eventuali maggiori volumi dovuti ad irregolarità delle pareti di scavo, ovvero a cavità di qualunque specie, esistenti o formatesi durante l'esecuzione dei lavori.

Lo sgombero di materiale eventualmente franato verrà compensato a parte solo eccezionalmente, nel caso di franamenti o cedimenti non imputabili a deficienza di armature, e comunque non dovuti a negligenza od inesperienza dell'Impresa.

Il prezzo dello scavo in galleria comprende, oltre agli oneri relativi agli scavi in genere, anche quelli inerenti allo specifico tipo di lavoro; tra questi, a titolo esemplificativo, si intendono compresi gli oneri: per armature provvisionali di qualsiasi tipo recuperate o perse, per i provvedimenti conseguenti a venute di gas; per gli aggettamenti necessari; per la raccolta dietro le murature di rivestimento della calotta e dei piedritti delle acque di infiltrazione e delle sorgenti incontrate nell'escavazione delle gallerie ed loro convogliamento in apposite cunette; per eventuali trovanti rinvenuti in terreni sciolti, intendendo tale dizione generica comprensiva di

tutto quanto necessario per rendere possibile la regolare esecuzione degli scavi in galleria anche in presenza di forti portate di acqua di filtrazione o provenienti dallo svuotamento di sacche.

Con il prezzo dello scavo sono altresì compensati gli oneri connessi alla necessità di dover cambiare, durante la costruzione della galleria, i vari sistemi di scavo e l'impiego di specifiche attrezzature in rapporto al mutare delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni attraversati ed al loro comportamento in relazione alla decompressione dell'ammasso, nonché l'onere relativo alla esecuzione dello scavo ed alla presenza dell'arco rovescio, (compensato con altro prezzo), entro tre diametri, ovvero entro 1,5 diametri dal fronte di scavo

Le centine metalliche, i relativi distanziatori e la rete di acciaio a maglie elettrosaldate saranno compensate con i relativi prezzi di Elenco ed il loro peso sarà determinato con le norme previste per le strutture in acciaio.

I tiranti in roccia realizzati con barre d'acciaio o con aste in fibra sintetica in conformità alle prescrizioni del progetto ed agli ordini impartiti dalla D.L. saranno compensati con i relativi prezzi di Elenco.

Lunghezze eccedenti quella teorica non saranno computate; non saranno accettati bulloni di lunghezza inferiore a quella teorica.

Liner plates, reti, scalette ed acciai in barre in genere saranno computate in base al peso determinato secondo con le norme previste per le strutture in acciaio.

Come pure saranno compensate a parte con i relativi prezzi di elenco tutte le categorie di lavoro da adottare per conseguire il precontenimento del cavo ed il consolidamento del fronte di scavo.

Si precisa che, nel caso di rescissione del contratto di appalto, tutte le armature in opera degli scavi rimarranno di proprietà della Stazione Appaltante e non potranno in alcun modo essere asportate.

L'Impresa non potrà pretendere per tali armature alcun compenso, oltre il pagamento dei materiali in base ai prezzi di Elenco a piè d'opera.

L'eventuale prezzo dello scavo in cunicolo con fresa integrale a testa rotante comprende e compensa l'onere della esecuzione, in avanzamento di 30-40 m rispetto alla testa della fresa, di un foro esplorativo del diametro non inferiore a cm 10.

Detto prezzo comprende infine tutti gli oneri e soggezioni derivanti da presenza o venuta d'acqua per una portata fino a 5 litri/sec. per le tratte in salita e 4 litri/sec. per quelle in discesa.

Per corrispondenti portate superiori e per le tratte in cui effettivamente si verificano, qualora l'onere corrispondente determinato sia superiore al 5% del compenso fissato per lo scavo della galleria verrà riconosciuto, a favore dell'impresa, un equo compenso, nelle forme e nei modi stabiliti dal Codice Civile.

B) MURATURE DI RIVESTIMENTO

I volumi delle strutture di rivestimento definitivo (detti, anche, "di seconda fase") delle gallerie, computati sul vivo della superficie, escluso, quindi, gli eventuali intonaci, sono compensati nel corrispettivo a corpo dell'appalto.

Le sezioni, e quindi i volumi, del rivestimento definitivo sono quelle riportate nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

Le misurazioni ed i controlli eseguiti in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati per un verso, all'accertamento della rispondenza della struttura alle specifiche di Capitolato Speciale e, per altro verso, all'individuazione delle percentuali necessarie per la predisposizione degli stati di avanzamento e delle relative rate di acconto di pagamento per quanto attiene il prezzo a corpo.

Il maggior volume di rivestimento rispetto agli spessori prescritti e la muratura di bloccaggio, occorrenti per il riempimento di vuoti dovuti ad irregolarità delle pareti di scavo, rimarranno a carico dell' Impresa, intendendosi ricompresi nel prezzo a corpo.

Solo nel caso di caverne naturali, oppure di cavità causate da cedimenti o franamenti non imputabili a deficienze di armatura od a negligenza dell'Impresa, il calcestruzzo e la muratura di bloccaggio occorrenti per il riempimento oltre l'estradosso del rivestimento prescritto, qualora l'incidenza di tali lavorazioni ecceda il 5% del prezzo a corpo relativo alle murature di rivestimento, verranno valutati e compensati a parte.

Quando la Direzione dei Lavori ordinasse la realizzazione di fori, canalette, ecc., nello spessore del rivestimento (da eseguire o già eseguite), ogni onere relativo alla formazione di essi è da intendersi compreso nel prezzo a corpo del rivestimento.

Nel caso di rivestimenti eseguiti in roccia consistente e non alterabile, a giudizio esclusivo della Direzione dei Lavori, potranno essere consentite punte di rocce che s'insinuino nella massa del rivestimento, purché non oltre il quarto dello spessore di esso; senza che ciò comporti la riduzione del prezzo a corpo stabilito.

Nel caso la Direzione dei Lavori prescrivesse, in dipendenza della natura dei terreni attraversati, un rivestimento ad anelli concentrici di calcestruzzo semplice od armato, di caratteristiche diverse l'Impresa non avrà diritto a richiedere alcun compenso in relazione ai maggiori oneri derivanti dall'esecuzione in più tempi.

Il prezzo relativo alle strutture di rivestimento da eseguire in galleria comprende e compensa altresì tutti gli oneri e soggezioni dovuti alla presenza d'acqua qualunque ne sia la portata.

C) CALCESTRUZZO SPRUZZATO

Il computo dei volumi di calcestruzzo spruzzato in sotterraneo verrà effettuato a misura secondo gli spessori indicati negli elaborati progettuali.

Nei prezzi di Elenco relativi si intendono compresi e compensati gli eventuali maggiori oneri derivanti dal riempimento di irregolarità delle pareti di scavo oltre lo spessore teorico, intendendosi che tale riempimento andrà eseguito con lo stesso materiale e le stesse modalità previsti per il rivestimento in calcestruzzo spruzzato.

Si specifica che, in ogni caso, non saranno tollerate riduzioni di spessore, dovute ad irregolarità delle pareti di scavo, di oltre un terzo dello spessore teorico, e solamente in corrispondenza di singole punte di parete maggiormente sporgenti.

Nel solo caso di caverne o di cavità causate da cedimenti o franamenti non imputabili a deficienza di armatura o, in generale, a negligenza dell' Impresa, sarà eseguito a tergo o al di sotto dello spessore ordinato di calcestruzzo spruzzato, un riempimento con calcestruzzo normale che verrà compensato a parte.

Si intendono compresi e compensati con il prezzo d'Elenco tutti gli oneri e sfridi di qualsiasi entità conseguenti al sistema di lavoro.

Si precisa che i prezzi di Elenco, relativi alle varie categorie di lavoro in galleria, vanno applicati qualunque sia la lunghezza della galleria e qualunque sia la distanza del fronte di scavo dall'imbocco o dagli imbocchi della galleria stessa.

D) IMPERMEABILIZZAZIONE IN SOTTERRANEO CON GUAINE (IN PVC O SIMILI)

L'impermeabilizzazione in sotterraneo con guaine (in PVC o simili) verrà compensata a corpo per i tratti e le superfici indicate negli elaborati progettuali, col corrispondente prezzo di Elenco. La superficie da contabilizzare sarà ottenuta moltiplicando la lunghezza del tratto rivestito per lo sviluppo del rivestimento stesso, lungo la superficie di separazione fra il pririvestimento in calcestruzzo spruzzato ed il rivestimento in calcestruzzo; il computo sarà effettuato secondo le dimensioni teoriche stabilite nel progetto esecutivo.

F) INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO E PRECONTENIMENTO

I tubi in vetroresina per il preconsolidamento del fronte di scavo verranno computati per la effettiva lunghezza, misurata da bocca foro, fermo restando che non saranno computate lunghezze eccedenti il 5% quelle teoriche di progetto.

Il preconsolidamento di terreni sabbiosi a comportamento sciolto, eseguito sul contorno della sezione di scavo in galleria mediante iniezione di miscele cementizie, verrà computato in base alla superficie teorica di progetto della parete di scavo consolidata (piedritti e/o calotta), verificata dall'interno della galleria dopo lo scavo.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono gli oneri relativi alla necessità di iniettare maggiori volumi di terreno per ottenere al contorno della sezione di scavo della galleria lo strato consolidato che non dovrà presentare discontinuità.

Comprendono inoltre tutti gli oneri richiamati nei relativi articoli di elenco ed quanto prevista nella corrispondente Sezione delle presenti Norme.

Qualora dalle prove previste dalla corrispondente Sezione delle presenti Norme risultasse che i valori previsti dal progetto, relativi alle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato, siano variati con scostamenti in negativo superiori al 10%; senza che peraltro si siano verificati rilasci o frammenti, verrà applicata una penale del 15% sul valore del campo, oggetto di prova, che non soddisfa i requisiti richiesti.

Nel caso dovessero verificarsi rilasci o frammenti, tutti gli oneri conseguenti, in essi compresi a titolo esemplificativo i trattamenti provvisori di consolidamento di qualsiasi genere ed entità, lo sgombero dei materiali franati ed il ripristino della sezione di scavo, sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

Le lavorazioni per la esecuzione degli infilaggi, costituiti da tubi portanti iniettati introdotti oltre il fronte di scavo in galleria, saranno computati come segue:

- lunghezza dei perfori: da bocca foro fino a fondo foro, con la tolleranza prevista dalla corrispondente sezione delle presenti Norme, rispetto ai dati di progetto;

- tubo di armatura in acciaio: misurazione della lunghezza effettiva da bocca foro; per il peso unitario è ammessa una tolleranza massima del $\pm 4\%$ rispetto al peso teorico di progetto, da computare con le modalità previste per le strutture in acciaio.
- le valvole in base al numero effettivo secondo progetto;
- il cemento in base al quantitativo effettivamente iniettato.

Le colonne di terreno consolidato verranno computate misurando la lunghezza in base alla profondità raggiunta dalla batteria di aste di iniezione, dedotto il tratto di perforazione a vuoto. Non verranno computate lunghezze eccedenti quelle di progetto, maggiorazioni volumetriche o quant'altro non formalmente richiesto dalla Direzione Lavori.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri in essi indicati nonché quelli previsti dalla corrispondente Sezione delle presenti Norme.

Le armature metalliche per le colonne in terreno consolidato verranno computate per la lunghezza ed il peso effettivo, con una tolleranza massima del $\pm 4\%$ rispetto al peso teorico di progetto, da computare con le modalità previste per le strutture in acciaio.

Qualora dalle prove di controllo previste dalla corrispondente Sezione delle presenti Norme, risultasse che i valori previsti dal progetto, relativi alle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato, siano variati con scostamento negativo superiore al 10%, senza che peraltro si siano verificati rilasci o frammenti, verrà applicata una penale del 15%, sul valore del campo oggetto della prova che non soddisfa i requisiti richiesti.

Nel caso dovessero verificarsi rilasci o frammenti, tutti gli oneri conseguenti, in essi compresi e a titolo esemplificativo i trattamenti provvisori di consolidamento di qualsiasi genere ed entità, lo sgombero dei materiali franati ed il ripristino della sezione di scavo, sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

La volta continua, in elementi tronco conici, sarà computata per la superficie teorica valutata in base allo sviluppo medio trasversale misurato al suo intradosso ed alla lunghezza misurata in asse galleria senza tenere conto delle sovrapposizioni.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri in essi indicati nonché quelli di cui al corrispondente paragrafo della Sezione “gallerie” delle presenti Norme.

Per tutte le lavorazioni previste in questo articolo, si considerano compresi negli articoli di Elenco prezzi gli oneri derivanti dall'esecuzione dei campi prove da effettuare prima dell'inizio delle operazioni di scavo, nonché tutte le prove richieste per la prequalificazione dei materiali da impiegare e delle miscele utilizzate, nonché le prove di verifica e controllo previste e/o ordinate dalla Direzione dei Lavori nonché i controlli e la documentazione dei lavori, con le modalità e gli oneri previsti alla corrispondente Sezione delle presenti Norme.

DRENAGGI

I dreni a nastro saranno computati per la effettiva lunghezza di nastro infisso nel terreno.

L'articolo relativo al sovrapprezzo per la perforazione preliminare verrà computato misurando l'effettiva profondità di perforazione dal piano di lavoro dell'attrezzatura.

Il materasso di sabbia sopra i dreni a nastro sarà computato per l'effettivo volume, dopo il compattamento, senza tenere conto di volumi eccedenti le quantità teoriche di progetto.

I pozzi drenanti costituenti gli schermi discontinui drenanti saranno computati per la profondità misurata dal piano di lavoro dell'attrezzatura di scavo al fondo del pozzo; tale profondità dovrà risultare conforme alle previsioni di progetto, con tolleranze non superiori a 20 cm.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati oltre che le indicazioni presenti nei corrispondenti paragrafi delle corrispondenti Sezioni delle presenti Norme.

Le colonne tubolari definitive all'interno dei pozzi drenanti, costituite da elementi imbullonati in lamiera ondulata di acciaio zincato saranno computate in base al loro peso determinato mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa con stesura di apposito verbale controfirmato dalle parti e secondo quanto riportato per le strutture in acciaio.

Dreni Sub-orizzontali eseguiti dall'interno di pozzi drenanti saranno computati in base alla lunghezza del tubo filtrante misurata dalla bocca-foro in corrispondenza della colonna tubolare in lamiera ondulata di acciaio zincato.

La trincea drenante verrà computata per la effettiva superficie in proiezione verticale, misurata in altezza dal piano di lavoro dell'attrezzatura di scavo fino alla profondità raggiunta ed in lunghezza sull'effettivo sviluppo.

- vespai a tergo delle murature -
- cordonate in conglomerato cementizio -
- elementi prefabbricati in conglomerato cementizio:
canalette di scarico, mantellate di rivestimento,
scarpate, cunette e fossi di guardia -
- sistemazione con terreno coltivo delle aiuole -
- lavori di rivestimento vegetale - opere in verde -
- protezione delle scarpate in roccia -

Tutte le suddette categorie di lavoro, comprensive di fornitura, posa in opera ed ogni onere connesso, sono compensate con il prezzo a corpo di Contratto, solo se esplicitamente riportate nei disegni di progetto allegati al Contratto d'appalto.

I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti alle specifiche tecniche del Capitolato Speciale ed i disegni di progetto allegati al Contratto d'appalto.

I controlli, le verifiche e gli accertamenti, eseguiti in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati, da un lato, all'accertamento della rispondenza delle opere eseguite a quanto previsto e stabilito in progetto e, per altro verso, alla valutazione delle percentuali necessarie per la predisposizione degli stati di avanzamento e l'emissione delle relative rate di acconto di pagamento per quanto concerne il prezzo a corpo.

Qualora le predette categorie di lavoro non siano esplicitamente riportate nei su citati disegni di progetto ed essendo comunque necessarie vengano ordinate per iscritto dal Responsabile del procedimento, verranno valutate a misura secondo gli articoli seguenti e si applicheranno a tali categorie di lavoro i prezzi di cui all'elenco.

**ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO:
CANALETTE DI SCARICO, MANTELLATE DI RIVESTIMENTO, SCARPATE,
CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA**

a) *Canalette di scarico acque piovane*

Le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto, verranno valutate a metro di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sull'asse e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera secondo le prescrizioni del predetto articolo, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi, e quanto altro necessario per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte.

L'imbocco in calcestruzzo, sia esso prefabbricato o costruito in opera, verrà compensato con la stessa voce di Elenco prezzi delle canalette.

L'eventuale copertura delle canalette in lastre piane, curve o poligonali, prefabbricate in calcestruzzo avente $R_{ck} \geq 30$ N/mm² di cemento, verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

b) *Mantellate in lastre*: le mantellate in lastre di conglomerato cementizio per il rivestimento di scarpate saranno compensate in base alla effettiva superficie delle lastre poste in opera.

Il prezzo comprende tutto quanto è necessario per dare il rivestimento finito in opera, compresa l'armatura in acciaio del tipo B450C da inserire nei giunti, il coronamento di ancoraggio superiore, l'ancoraggio inferiore, la regolazione e costipamento del piano di appoggio ed ogni fornitura e lavorazione per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

c) *Mantellate in grigliato articolato*: le mantellate a grigliato articolato saranno compensate in base alla loro effettiva superficie, intendendosi compresa e compensata nel prezzo anche la fornitura e posa in opera di terra vegetale per l'intasamento dei vuoti, la semina di miscuglio di specie erbacee, la regolazione e costipamento del piano di appoggio ed ogni fornitura, lavorazione ed onere per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

d) *Cunette e fossi di guardia*: le cunette e i fossi di guardia in elementi prefabbricati saranno compensati in base alla loro effettiva superficie interna.

Il prezzo comprende anche la regolarizzazione e costipamento del piano d'appoggio; la fornitura, stesa e costipamento del materiale arido di posa; la stuccatura dei giunti e quanto altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, compreso altresì lo scavo per la formazione della cunetta.

SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE

La misurazione della sistemazione con terreno coltivo sarà effettuata secondo la superficie effettiva sistemata, e nel prezzo a metro quadrato, qualunque sia lo spessore del terreno, si

intendono compresi e compensati tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavoro.

In detto prezzo è altresì compresa l'eventuale fornitura di idonea terra vegetale proveniente da cava di prestito.

LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE

a) *Piantagioni*: le piantagioni di essenze, a portamento strisciante o arbustivo di specie forestali saranno misurate per la loro superficie effettiva di impianto, senza effettuare detrazioni di parti non piantate (testate di tombini), quando la superficie di queste sia inferiore a mq 3,00 oppure in funzione del numero di piante di specie arbustiva o arborea posizionate sul terreno.

b) *Semine*: anche le semine saranno valutate in base alla superficie effettiva, senza effettuare detrazioni, nei limiti di cui al precedente comma.

c) *Rivestimento in zolle*: la valutazione sarà fatta in base alla superficie effettivamente rivestita e sarà comprensiva delle strutture di ancoraggio.

d) *Viminate*: saranno misurate in metro di effettivo sviluppo.

e) *Graticci con fascine verdi*: saranno valutati a metro di effettivo sviluppo; nel prezzo di Elenco è compreso l'onere dello scavo del terreno ed il riassetto del materiale nella superficie circostante.

Nei prezzi unitari stabiliti in Elenco sono comprese tutte le forniture e la mano d'opera occorrenti per procedere alla eventuale ripresa di erosioni e solcature, sia prima del piantamento, sia successivamente, gli eventuali diserbi, la preparazione fisica e chimica del terreno, il piantamento, tutte le successive cure colturali e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA

I rivestimenti delle scarpate in roccia con rete metallica saranno misurati in base alla superficie ricoperta e nel prezzo è compreso l'onere per la fornitura e posa in opera della rete, gli ancoraggi intermedi e l'ancoraggio a monte, da eseguirsi con cordolo in calcestruzzo o con altro tipo di lavorazione approvato dalla D.L..

CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI

Le operazioni, eseguite sia all'aperto sia in sotterraneo e relative alle seguenti categorie di lavoro: perforazione del terreno da consolidare, fornitura e posa in opera dei tubi per iniezioni, in acciaio oppure in plastica, verranno valutate e contabilizzate ciascuna con il relativo prezzo di Elenco.

Le iniezioni eseguite con miscela di cemento ed acqua verranno valutate e pagate per 100 Kg di cemento iniettato e in base al peso a secco risultante da apposito verbale; quelle eseguite con

miscela di acqua - cemento e bentonite verranno valutate e pagate per 100 Kg di miscela secca cemento - bentonite.

Per quanto riguarda la contabilizzazione delle iniezioni di sostanze chimiche si precisa che essa verrà effettuata sulla base del peso dei soli ingredienti chimici principali (ad es. silicato di sodio più acetato di etile) che intervengono nella miscela.

A tal fine, il materiale di cui trattasi verrà pesato redigendo appositi verbali, col sistema della tara su pesa pubblica prima dell'arrivo in cantiere, con il distacco di apposito talloncino.

A richiesta della Direzione dei Lavori, l'impresa dovrà attrezzare apposita pesa, da tenere sotto il controllo dell' Ufficio Metrico, nei pressi del cantiere.

Inoltre, l'Impresa si obbliga a consegnare l'originale della bolletta di accompagnamento del materiale al personale all'uopo incaricato dalla Direzione dei Lavori, nonché copia della corrispondente fattura quando sarà emessa.

TELO "GEOTESSILE" PER STRATO ANTICONTAMINANTE, RINFORZO E DRENAGGI

Il telo "geotessile" adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA E PARAPETTI

Le barriere, rette o curve, verranno misurate sulla effettiva lunghezza compresi i terminali o in peso se previsto dall'elenco prezzi.

I tratti di barriere costituenti l'avvio ai parapetti saranno misurati dal sostegno del parapetto da cui esse si dipartono e pagati con l'apposita voce di Elenco prezzi.

La barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, sarà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di Elenco prezzi relativo alle barriere semplici.

Le barriere montate con diversa configurazione verranno compensate con le relative voci di Elenco prezzi.

I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali o su strade con caratteristiche analoghe ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, aventi raggio di curvatura inferiore a m 3, saranno valutati e pagati con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

Resta stabilito che nelle voci di Elenco Prezzi sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione in calcestruzzo ed in particolare, per i parapetti o le barriere ricadenti sulle opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori sulle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con eventuale malta cementizia o altro sigillante preventivamente approvato dalla D.L..

Nelle voci di Elenco Prezzi deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori, fra la fascia ed il sostegno, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA TIPO "NEW JERSEY"

Le barriere, rette o curve, centrali o laterali. verranno misurate sulla effettiva lunghezza.

I pezzi terminali o di chiusura, da impiegare nei varchi stradali, saranno valutati e pagati con la stessa voce di Elenco Prezzi.

L'eventuale taglio di sovrastruttura stradale, la preparazione del piano di posa e quanto altro occorre per l'esecuzione della barriera a regola d'arte secondo l'andamento piano - altimetrico della strada verrà valutata con l'apposita voce di elenco prezzi.