

COMUNE DI CATANIA

DIREZIONE CULTURA - PALAZZO DELLA CULTURA

RIQUALIFICAZIONE DEL MUSEO CIVICO DI CASTELLO URSINO



PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato 1.2	<i>ELABORATI TECNICO - AMMINISTRATIVI</i>
	RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE - Ufficio Direzione Cultura

Dott. Arch. Augusta **MANUELE**
Geom. Salvatore **LO GIUDICE**

**IL RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO**

Dott. Arch. Elio **CUMITINI**

IL CONSULENTE DEL SINDACO

Commendatore Marella **FERRERA**

I CONSULENTI ALLA PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Valeria **PETRINA**
Dott. Ing. Antonio **ILARDO**

Data redazione LUGLIO 2011	Data aggiornamenti DICEMBRE 2011	Scala
--------------------------------------	--	--------------



COMUNE DI CATANIA

DIREZIONE OPERE PUBBLICHE

U.O. 2 COORDINAMENTO GEOLOGICO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA SCALA ALL'INTERNO DEL CASTELLO URSINO

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEFINITIVA

Catania li- . **OTT. 2011**

Il Collaboratore
(Sig. Giovanni Giuffrida)

ILGEOLOGO
(Dott. A. Puglia)

1. PREMESSA

Su richiesta della Direzione Cultura, formalizzata con Prov. 15/103/DR, di redigere questa Relazione a supporto del progetto per la realizzazione di una scala da erigere all'interno del maniero "Castello Ursino", è stato effettuato lo studio geologico tecnico al fine di poter disporre delle necessarie informazioni sulla geologia del terreno fondazionale e disporre le necessarie indagini per la caratterizzazione del sito ai fini progettuali così come disposto dalle **Nuove norme tecniche per le costruzioni (NTU)** di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

L'area in esame, ricadente all'interno del comune di Catania, è posta nella zona a sud del centro storico della città (quartiere S. Crisoforo) ed è esposta nei fogli n. 27-28 della cartografia, 1:2000, edita 2004 Regione Sicilia.

La normativa di riferimento fa capo al D.M. 21/01/1981 ed alle norme previste dal citato NTC. che regolano la progettazione e gli studi geologici ad essa propedeutici.

Fanno parte integrante di questa relazione i seguenti elaborati:

- **ALL. 1 COROGRAFIA scala 1:25.000;**
- **ALL. 2 CARTA GEOLITOLOGICA scala 1:2.000;**
- **ALL. 3 CARTA GEOMORFOLOGICA scala 1:2.000;**
- **ALL. 4 CARTA LITOTCNICA scala 1:2.000;**
- **ALL. 5 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA scala 1:2.000;**
- **ALL. 6 CARTA IDROGEOLOGICA scala 1:10.000**
- **APPENDICE 1 SONDAGGI GEOGNOSTICI.**

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE

L'area oggetto di studio ricade nella Sicilia orientale, che è caratterizzata dalla presenza del vulcano Etna. Questo poggia al di sopra di due unità strutturali principali (LENTINI et alii, 1987): l'Avampaese costituito dal plateau ibleo e la Catena Appenninico-Maghrebide, che è un sistema di falde a scaglie tettoniche sud-vergenti. A questi si aggiunge un elemento strutturale (Avanfossa), determinatosi dal collasso del margine settentrionale dell'Avampaese.

L'Avampaese ibleo rappresenta il margine settentrionale della zolla africana ed è caratterizzato da una successione meso-cenozoica, prevalentemente carbonatica, ripetutamente intercalata da vulcaniti basiche; i depositi più recenti (Quaternari) sono riconducibili a due cicli sedimentari ed interessano esclusivamente le depressioni ed i bordi dell'altipiano ibleo.

Andando verso nord-ovest il plateau ibleo è ribassato da vari sistemi di faglie, che creano così l'Avanfossa Gela-Catania; si distingue un'Avanfossa esterna (zona di transizione) da un'Avanfossa vera e propria.

In questa depressione si accumulano, per quasi tutto il Pleistocene, depositi marini il cui sviluppo è condizionato dalla contemporanea migrazione del dominio di Catena e, specificatamente, dalla sua propaggine più meridionale (falda di Gela).

Al di sotto della falda di Gela, il substrato è sempre di tipo ibleo, ma si registra una riduzione degli spessori degli intervalli cretacei. Questo substrato, da un calcolo in prima approssimazione e da alcune considerazioni geologiche, si immerge verso nord-ovest di circa 7-10° (CRISTOFOLINI et alii, 1979) per cui, in corrispondenza del Cratere Centrale dell'Etna, la massa carbonatica si trova ad una profondità di circa 10km al di sotto del l.s.m. (LENTINI et alii, 1987).

La catena Appennino-Maghrebide è un complicato sistema di falde sud vergenti accavallatesi tra loro, derivanti da depositi appartenenti a diversi domini paleogeografici.

Generalmente, le diverse unità stratigrafiche citate in letteratura, presentano alla base una facies meso-cenozoica di tipo carbonatica, riferibile ad un ambiente ora di scogliera ed ora di bacino evolvente, attraverso un importante fase tettonica testimoniata dalla scaglia eocenica, a depositi flyshoidi che andavano o a riempire i bacini preesistenti o a suturare le varie falde.

La catena così formata, presenta nelle aree più depresse sedimenti silico-clastici (Form. Terravecchia) e la serie Gessoso-Solfifera del Miocene superiore. Questa, a causa della tettonica infra-messiniana, presenta due distinti cicli sedimentari (DECIMA & WEZEL, 1971; CATALANO, 1979), che nella Sicilia orientale (zona di Avanfossa) non sono più riconoscibili e costituiscono buona parte della falda di Gela. La serie solfifera è chiusa dai Trubi del Pliocene inferiore.

Nel Pliocene superiore inizia una fase regressiva che ha provocato il continuo spostamento della linea di costa da Nord a Sud, dando così luogo a depositi Plio-quadernari, di cui la formazione delle Terreforti (quadernaria) nel catanese è testimone.

L'attività vulcanica dell'area etnea inizia nel Pleistocene superiore (circa 500.000÷600.000 anni fa) con eruzioni sottomarine i cui prodotti oggi sono affioranti presso Acitrezza ed Acicastello (ROMANO & STURIALE, 1981); successivamente, a causa dell'accumulo dei prodotti vulcanici e, soprattutto, del sollevamento tettonico (testimoniato dagli affioramenti del substrato sedimentario posti a quote di 300 e 700m s.l.m. nel versante orientale), l'attività vulcanica passa da sub-marina a sub-aerea.

L'attività vulcanica mostra nel tempo un'evoluzione: si passa da un chimismo basico, che ha dato luogo ad un primitivo vulcano scudo (ROMANO, 1982), ad un chimismo acido dei magmi, con un'attività di tipo centrale, caratterizzata da numerosi centri eruttivi, che nel tempo sono collassati. Si è avuto anche un incremento dell'attività esplosiva che ha contribuito alla formazione di vulcani-strato.

Negli ultimi 8.000 anni si è attivato il cosiddetto Mongibello recente caratterizzato dalla prevalenza delle manifestazioni effusive su quelle esplosive.

La zona etnea rappresenta un'area di intersezione di diversi sistemi di fratture di importanza regionale. Tra i più importanti abbiamo: quello NE-SW, corrispondente alla linea di costa tra Messina e Taormina e quello NNW-SSE, che segue l'andamento della scarpata ibleo-maltese (area sismotettonica attiva).

Altro sistema di notevole rilevanza è quello ad orientazione N-S; inoltre, in direzione E-W si ha l'allineamento di importanti assi di piegamento del basamento sedimentario (CRISTOFOLINI et alii, 1978; LO GIUDICE, 1978,1979).

Nell'area oggetto di studio, la definizione dell'assetto geologico è stata sviluppata considerando un intorno più significativo, tale da comprendere i rapporti tra le diverse formazioni. L'elevata antropizzazione di tutta l'area urbana, obliterando i terreni superficiali, non permette di definire in dettaglio i rapporti delle formazioni geologiche presenti, a meno di capisaldi certi, perché rilevabili o perché riferibili a qualche sondaggio.

Preso atto della presenza di uno "sperone lavico" riconosciuto e cartografato dallo scrivente già durante gli scavi degli anni '90 che interessarono la porzione Sud delle fondamenta del Castello Ursino, considerati i dati stratigrafici dell'area e rilette le ipotesi già formulate sulla morfogenesi del territorio catanese, così come esposti all'interno dello Studio Geologico prodotto di recente a supporto del NPRC si può ritenere che la paleogeografia di quest'area, riferita all'epoca antecedente gli insediamenti greco-romani, sia quella di **un'area lagunare costiera**.

Quest'area lagunare, caratterizzata da isolati affioramenti lavici di modeste dimensioni, corrisponderebbe a quella che, in epoca romana fu sede della NAUMACHIA, al cui interno si accumulavano depositi continentali terrigeni nonché livelli di sabbie trasportate dall'azione del moto ondoso dominante sulla costa della piana del Simeto.

La colata del 1669 determinò la quasi completa obliterazione della morfologia originaria di quest'area ed ha reso assai difficoltosa la definizione temporale delle varie fasi morfogenetiche evolutive che, nel contempo, subiva una notevole (trascrizioni storiche) alterazione antropica considerato che quest'area rappresentò il primo insediamento calcidese.

L'esame dei dati geologici disponibili per l'area in esame, ha permesso di ricostruire dal basso verso l'alto, la successione stratigrafica seguente.

2.1 SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

DEPOSITI SUPERFICIALI

- riporto e colmamenti;
- depositi fluviali
- depositi costieri;

UNITA' ETNEA

- lave del 1669;
- Lave della Cipriana (Benedettini)

UNITA' SUD ETNEA

(non esposta in carta perché non in affioramento)

- Formazione delle Terreforti
(sabbie e conglomerati);
- Formazione delle argille azzurre
(argille grigio-azzurre).

Per ognuno di questi litotipi, qui di seguito, si tracciano le più significative osservazioni che sono emerse in fase di più dettagliato rilievo.

Riporto e colmamenti

La notevole antropizzazione di tutta l'area urbana, riconducibile a quella dei primi insediamenti abitativi, è stata caratterizzata dall'azione devastatrice di ripetuti terremoti, devastazioni belliche ed invasioni laviche.

Nel tempo, le ricostruzioni operate hanno richiesto la necessità di nuovi livellamenti che hanno imposto abbattimenti e colmamenti.

In conseguenza di ciò, i terreni in affioramento si presentano quanto mai eterogenei e scomposti rappresentando un carattere certamente storico, ma non quello geologico di successione stratigrafica.

Lo spessore di questi terreni è molto variabile, con componenti sabbioso-argillosa, disfacimenti murari e blocchi lavici di varia provenienza.

Alluvioni attuali e recenti

L'esiguità di questi depositi, presenti al margine superiore della tavola, è la rappresentazione relitta di una fase paleogeografica assai significativa perché ha avuto una notevole importanza per l'accrescimento e la costituzione del protendimento dei terreni fino al mare.

Il responsabile di questi depositi è il torrente Acquicella, o meglio del predecessore obliterato dalle lave del 1669, che aveva un profilo d'equilibrio assai più lungo e minore grado di maturità che gli conferiva la potenzialità di un maggiore trasporto solido.

Per queste considerazioni si ha ragione di ritenere che i depositi presenti nell'area in esame possano avere costituito un terrazzo a più ordini, funzione delle variazioni del livello marino e delle obliterazioni laviche subite a monte.

depositi costieri

Sono rappresentati dalle sabbie costituenti la spiaggia della Plaia; questa si estende dalla costa ionica verso l'interno per circa un chilometro. Si tratta di sabbie medio-fini piuttosto uniformi a prevalenti clasti quarzosi.

Sono soggette all'azione di rimaneggiamento del moto ondoso nelle fasce di berma di tempesta e di berma ordinaria sia nella spiaggia emersa che, parzialmente, in quella sommersa, oltre agli effetti dei venti dominanti per quelle più distanti dalla linea di costa.

Anche per questa formazione, presente al contorno del Castello Ursino e parzialmente nelle sue fondamenta, valgono le stesse ipotesi deposizionali e di accrescimento.

lave del 1669

Rappresentano le ultime e più meridionali propaggini delle effusioni etnee, emesse dai conetti dei Monti Rossi, che, attraversando i centri di Misterbianco, S.G. Galermo, Nesima, occupò l'originario alveo del torrente Acquicella e si riversò in mare nell'area dell'odierno Faro Biscari.

Litologicamente è un'alternanza di lave massive fessurate e scorie, localmente risaldate e/o rifuse, rapporti che generalmente in superficie sono mascherati da coperture più massive e possono contenere pure cavità dovute all'ingrottamento di masse sovrapposte poco viscosi.

Come è noto, il Castello Ursino rappresentò un estremo baluardo all'invasione di questa colata lavica che lo circondò quasi interamente e solo successivamente fu

restituito alla sua originaria consistenza grazie all'opera di smantellamento della porzione lavica incombente.

Le osservazioni oggi emesse, alla luce degli scavi effettuati in questo ultimo decennio, fanno ritenere che l'area, già nel XVII secolo, era già emersa anche se assai prossima al mare.

Lave della Cipriana (Benedettini)

L'area centrale del territorio catanese, così come è emerso dai rilievi effettuati per lo Studio Geologico a supporto del NPRC redatto nell'anno 2004, è occupata da un vasto pianoro che degrada, con blande pendenze in direzione di un arco di cerchio esteso da Est a Sud.

Come ormai confermato ed ampiamente dimostrato dai rinvenimenti archeologici, grazie alla propria esposizione dominante, questo sito costituì l'acropoli (cioè la parte alta della polis) dei primi colonizzatori.

Questo aspetto antropico così marcato, unico in tutto il territorio urbano, ha mascherato, nel passato, qualsiasi testimonianza di carattere geologico tanto che Recupero, raccogliendo notizie dalla tradizione popolare, descrive quest'alto morfologico come un antico vulcano.

Recenti dati stratigrafici raccolti in più campagne geognostiche avviate su una vasta area comprendente i Benedettini, la Purità, il Teatro Romano, via Crociferi, piazza Duomo e lo stesso Castello Ursino (come confermato dal rinvenimento dello sperone lavico presente negli scavi del lato Sud del Maniero), hanno permesso di riconoscere prodotti vulcanici litologicamente diversi, ma tipicamente associati tanto da supportare l'esistenza di un campo lavico a se stante.

Le lave ascrivibili a questa facies petrografica non presentano vescicolazioni e sono quasi assenti le fratturazioni; macroscopicamente presentano una struttura porfirica con fenocristalli quasi esclusivamente a plagioclasio, chiari allungati ed isoorientati.

L'estensione di questa formazione lavica, definita nella già citata fase di rilievo per il NPRC, è quella di un esteso areale che, per una più facile localizzazione, abbiamo denominato **Campo lavico della Cipriana**, nel rispetto dell'antico toponimo della piazza Dante.

L'estensione di questo campo lavico è certamente ridotta dalle coperture di altre colate laviche più recenti quale quella del 1669, ma quella rilevata è stata riconosciuta in affioramento a Nesima, Piazza Campo Trincerato, nei pressi di Corso Indipendenza, via Poulet e scavi del Castello Ursino (lato Sud) mentre è stata riconosciuta nelle carote, obliterata da sedimenti alluvionali di piazza Duomo, via Crociferi e via Gagliani.

3. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

Recenti studi sul carattere evolutivo dei depositi del territorio più meridionale del territorio urbanizzato della città di Catania, hanno riconosciuto questi terreni come la testimonianza deposizionale del periodo geologico compreso tra il Pliocene superiore e l'Olocene conservando le registrazioni delle varie fasi evolutive fino all'attuale configurazione morfologica.

A meno della copertura lavica della Cipriana, che rappresenta non certamente l'unica presenza di lave continentali e/ submarine (LONGARETTI et alii -1991), l'area del castello Ursino presenta il carattere di un ordine di terrazzo marino regressivo dove, in successione sul deposito marino (Argille Plio-pleistoceniche, qui non affioranti) si passa ai termini continentali della formazione delle Terreforti (sabbie e conglomerati) offrendo, ai primi colonizzatori, un paesaggio tipicamente lagunare.

Il carattere evolutivo che ha caratterizzato la morfologia nelle fasi successive è stato di tipo antropico (colmamenti) e naturale per invasione lavica (1669) è legato alla ridistribuzione dei sedimenti già depositi ad opera di fattori dipendenti dal dilavamento delle acque superficiali e dalla gravità.

Allo stato attuale, gli unici rilievi morfologici rilevati sono essenzialmente quelli di uno scavo perimetrale lungo il contorno del Castello completato da recente dalla Soprintendenza di Catania.

4. LINEAMENTI IDROGEOLOGICI

Per la definizione di questi caratteri, considerata la notevole eterogeneità dei litotipi presenti nel vasto territorio dell'acquifero nel quale rientra l'area in esame, si deve necessariamente fare riferimento agli studi precedentemente svolti per il NPRC.

In quella fase di studio si sono definiti i caratteri che regolano i deflussi sotterranei ed il loro accumulo considerate le coesistenze di terreni sedimentari e lavici.

Le lave, con le loro componenti massive e scoriacee, possono essere raggruppate perché costituiscono una formazione a permeabilità indifferenziata considerata la variegata presenza di fratturazioni e cavità nella porzione massiva; mentre per le formazioni sedimentarie, considerato il loro distinto carattere tessiturale, è stato necessario effettuare una più dettagliata caratterizzazione.

La carta idrogeologica costituisce l'elemento indispensabile per la conoscenza dei fattori che governano il deflusso sotterraneo delle acque e tiene conto di tutte le informazioni ricavate dalle indagini geognostiche e dati di pozzi esistenti nell'area catanese.

Si distinguono fondamentalmente due circolazioni, una superficiale, ed una profonda. La falda superficiale, per quanto concerne il basso versante etneo, insiste nelle vulcaniti ed è confinata dalle sottostanti formazioni sedimentarie impermeabili (argille, limi). La falda profonda, nella formazione delle Terreforti e delle alluvioni della piana di Catania, è localizzata nei depositi ghiaioso-sabbiosi che caratterizzano la porzione settentrionale della piana medesima.

In buona sostanza, si può affermare che la circolazione idrica di falda nell'area in esame è, essenzialmente, dovuta all'apporto delle acque di infiltrazione efficace per fratturazione nelle lave che si raccolgono al contatto con i sottostanti depositi sedimentari diventando dominio delle direttrici di massimo deflusso di valli sepolte o "paleovallate".

Da quanto esposto emerge chiaramente che nelle fondamenta del Castello Ursino, che individuano una zona di transizione lave-sedimenti, potrebbe allocarsi una falda idrica artesianica, ma si può ritenere che le condizioni giaciture dello strato impermeabile (argille) siano favorevoli al rapido deflusso e che, l'opera da realizzare, non costituisca alcuna interferenza tra questa e la falda idrica sotterranea.

6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

In questa **fase progettuale definitiva**, si può ritenere sufficiente una caratterizzazione riferita ad un areale più ampio, così come reso possibile dalle indagini in nostro possesso, mentre si rimanda alla fase esecutiva la definizione dei

caratteri puntuali che meglio potranno essere utili per le verifiche dell'effetto di situ previste dalle **Nuove norme tecniche per le costruzioni (NTU)** di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono quelle delle *unità geotecniche* presenti in un intorno significativo del sito oggetto dell'intervento i cui valori assunti derivano da alcuni dati stratigrafici di indagini precedenti e da considerazioni espresse nella relazione geotecnica a supporto del PROGETTO CATANIA per la valutazione del rischio sismico prodotto, alla fine dell'anno '97, dal GNDT con la collaborazione di questo ufficio geologico, fatte proprie nelle LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE NORME RELATIVE ALLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E SISMICA NEL TERRITORIO COMUNALE.

Considerata prossimità dell'affioramento lavico riferito alla **Lava della Cipriana** si ritiene utile caratterizzare l'unità geotecnica di questa lava perché rappresenta il terreno fondazionale più idoneo a meno di eventuale terreno sedimentario o di riporto che può essere rinvenuto in sede di scavo. A tale scopo sarà necessario prevedere fondazioni di tipo indiretto.

Al fine di dare completezza a questa trattazione, si descrivono i caratteri delle unità geotecniche presenti nella **Carta Litotecnica** (All. 4), mentre i parametri ad essi riferiti sono esposti nella Tav.1

Unità R – Dt

Questa unità rappresenta tutti i terreni eterogenei detritici di riporto variamente distribuiti e frammisti a materiale di consistenza massiva, disseminati in più punti nell'area rilevata. Considerato che, non interessano direttamente il sito in oggetto, non vengono attribuiti parametri geotecnici a meno del peso di volume valutabile tra i 17 e 19 kN/mc. La variabilità di tale valore è in funzione del tipo di materiale posto a riporto e del suo addensamento.

Unità M

Comprende i depositi di spiaggia, cioè le sabbie medio-fini scarsamente limose trasportate dal Simeto e ridistribuiti dalle correnti del litorale.

Unità S

Comprende i depositi di retro-spiaggia e le paleodune con contenuto limoso maggiore rispetto all'unità M.

Unità E

Comprende tutte le lave, compatte e fratturate, con subordinate porzioni scoriacee e vulcano-clastiche. Alcune misurazioni in foro delle velocità delle onde sismiche in lave poco fratturate dove sono state eseguite prove sismiche con strumentazione multicanale MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) permettono di attribuire questa unità geotecnica alla categoria di sottosuolo **B** essendo stata assunta una $V_{s,30} = 600,00 \text{ m/sec}$.

Per queste lave si possono assumere e le seguenti caratteristiche geotecniche:

angolo di attrito interno $\phi = 28^\circ + 31^\circ$

coesione $c = 0$

Carta delle Unità Geotecniche (Litotecnica)

Le risultanze delle semplificazioni descrittive esposte nel paragrafo precedente hanno permesso la stesura della CARTA LITOTECNICA che costituisce l'allegato n. 2 del presente lavoro.

Tutto il territorio della città di Catania è stato distinto in areali che corrispondono alle singole Unità geotecniche. La stesura di questo elaborato è stata agevolata dalla disponibilità della Carta Geologica che contiene il dettaglio di rappresentazione delle formazioni geologiche riferibile alla scala 1:2.000.

La caratterizzazione dei terreni, utile anche alla verifica sismica, in accordo alle scelte già operate per il Progetto Catania (GNDDT,1999) deve necessariamente contenere valori medi delle caratteristiche fisico-meccaniche che, per maggiore semplificazione espositiva, costituiscono **il seguente** :

Tav.1 MODELLO DELLE UNITA' GEOTECNICHE.

Unità geotecnica	Parametri		
	Fisici	Resistenza a comportamento	
DTig	$\gamma = 2.011 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $\gamma_d = 1.665 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $\gamma_{sat} = 2.044 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $W = 20,79 \text{ (\%)}$	statico	
		$\tau_{resid} \text{ cr} = 6,7 \quad \phi' = 15,5^\circ$ $CD \text{ c}' = 15,2 \quad \phi' = 20^\circ$ $CU \text{ c}' = 12,4 \quad \phi' = 22,8^\circ$ $Ccu = 17,4 \quad \phi_{cu} = 22,6^\circ$ $UU \text{ Cu} = 97,4 \quad \phi_u = 0$	
E,Cc	$\gamma = 1.9 - 2.2 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$\phi' = 25 - 35^\circ$	
Cgl,C- S*	$\gamma = 1,90 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$c' = 70 \text{ KPa} \quad \phi' = 36^\circ \div 40^\circ$	
L,Si	$\gamma = 2,039 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $\gamma_d = 1,665 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $\gamma_{sat} = 2,044 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $W = 20,79 \text{ (\%)}$	$\tau_{resid} \text{ cr} = 0,0 \quad \phi' = 16,5^\circ$ $CD \text{ c}' = 3,8 \quad \phi' = 18,0^\circ$ $CU \text{ c}' = 10,6 \quad \phi' = 21,3^\circ$ $Ccu = 14,4 \quad \phi_{cu} = 17,8^\circ$ $UU \text{ Cu} = 382,9 \quad \phi_u = 0$	
A *	$\gamma = 2,050 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $\gamma_d = 1,700 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $\gamma_{sat} = 2,100 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $W = 20 \text{ (\%)}$	$CD \text{ c}' = 9,0 \quad \phi' = 25,0^\circ$ $CU \text{ c}' = 10,0 \quad \phi' = 22,0^\circ$ $Ccu = 18,0 \quad \phi_{cu} = 19,0^\circ$ UU	

Riteniamo necessario ribadire che **questa Carta è una semplificazione di carattere geotecnico** e costituisce lo strumento operativo di base per procedere all'elaborazione della zonizzazione sismica di tutta l'area comunale in fase di progettazione definitiva mentre deve essere, nella progettazione esecutiva, eseguita una misurazione diretta e specifica nell'area del sedime fondazionale.

SCHEMA DEI RAPPORTI TRA LE UNITA' GEOTECNICHE

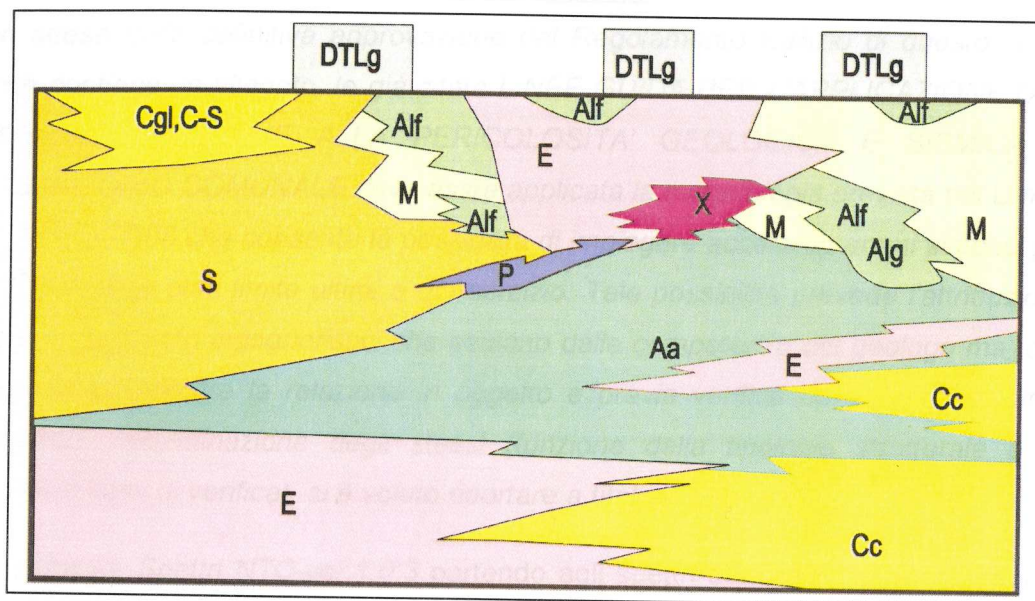


Fig. 1 - Schema dei rapporti tra le unità geotecniche

7. UTILIZZO DI ACCELEROGRAMMI SINTETICI

IMPORTANTE:

In attesa della definitiva approvazione del Regolamento Edilizio di questo comune che contiene, in allegato, le già citate LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE NORME RELATIVE ALLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E SISMICA NEL TERRITORIO COMUNALE deve essere applicata la metodologia prevista nel D.m. 14 gennaio 2008 che consente la possibilità di impiegare accelerogrammi sintetici per la verifica degli stati limite ultimi e di esercizio. Tale possibilità prevede l'attribuzione di alcuni parametri ingegneristici che esulano dalle competenze del geologo ma, che al fine di completare la relazione in oggetto e previa verifica del progettista circa la corretta determinazione degli stessi (funzione della tipologia strutturale e della metodologia di verifica), si è voluto riportare a titolo di esempio.

Il software *Spettri NTC-ver.1.0.3* partendo agli spettri di risposta elastici attesi per i diversi stati limite, genera degli spettri di risposta elastici (nelle componenti orizzontali e verticali) per ciascun stato limite considerato. Poiché questi ultimi sono funzione dell'interazione tra l'amplificazione sismica locale (stratigrafica e topografica) precedentemente determinata e della struttura considerata, è necessario determinare i parametri successivi.

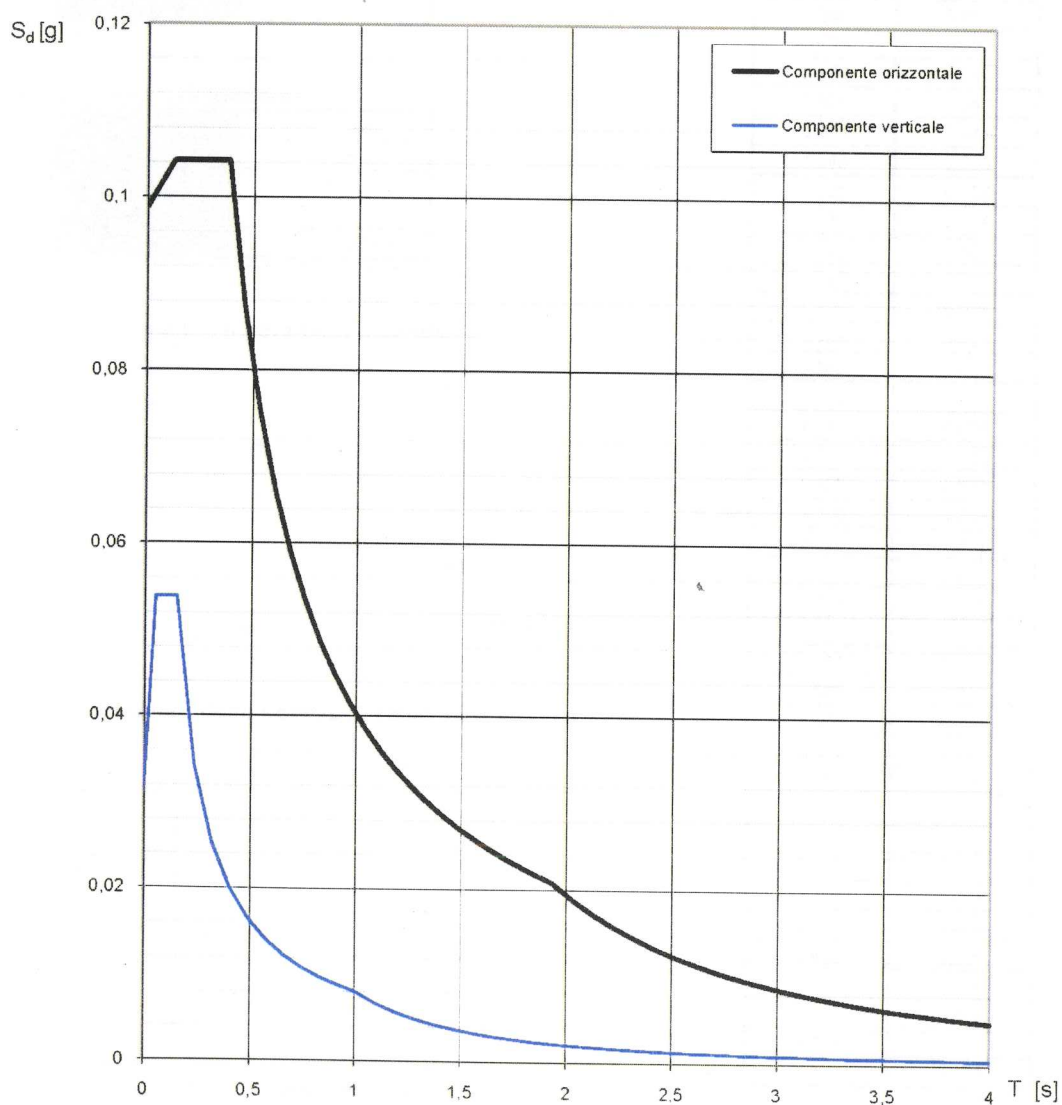
Il § 3.2.3.6 del D.M. 14 gennaio 2008 stabilisce che gli accelerogrammi artificiali devono avere uno spettro di risposta elastico coerente con lo spettro di risposta adottato nella progettazione. La coerenza con lo spettro elastico è da verificare in base alla media delle ordinate spettrali ottenute con i diversi accelerogrammi, per un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente $\xi = 5\%$. Tale parametro entra in gioco per le verifiche di progetto agli stati limite di esercizio.

Per quanto riguarda le verifiche agli stati limite ultimi, bisogna considerare il parametro q_0 definito nel § 7.4.3.2 come Fattore di Struttura da utilizzare per le costruzioni in calcestruzzo e per ciascuna direzione della azione sismica orizzontale. Nella fattispecie, si è utilizzato $q_0 = 3$ per strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste in Classe di Duttilità "B" (cfr. Tab. 7.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008) così come stabilito per gli elementi strutturali sottoposti ad azioni sismiche (cfr. cap. 7, § 7.2.1 del D.M. 14 gennaio 2008)

Invece, per la componente verticale dell'azione sismica, il valore $q = 1,5$ per qualunque tipologia strutturale e di materiale, a meno di adeguate analisi giustificative (cfr. § 7.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008).

Si riportano gli spettri di risposta elastici per gli stati limite di esercizio (SLE) con spettro di progetto elastico per gli stati limiti di operatività (SLO) e di danno (SLD).

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,082 g
F_o	2,531
T_c	0,270 s
S_s	1,200
C_c	1,429
S_T	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,200
η	0,417
T_B	0,129 s
T_C	0,386 s
T_D	1,929 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

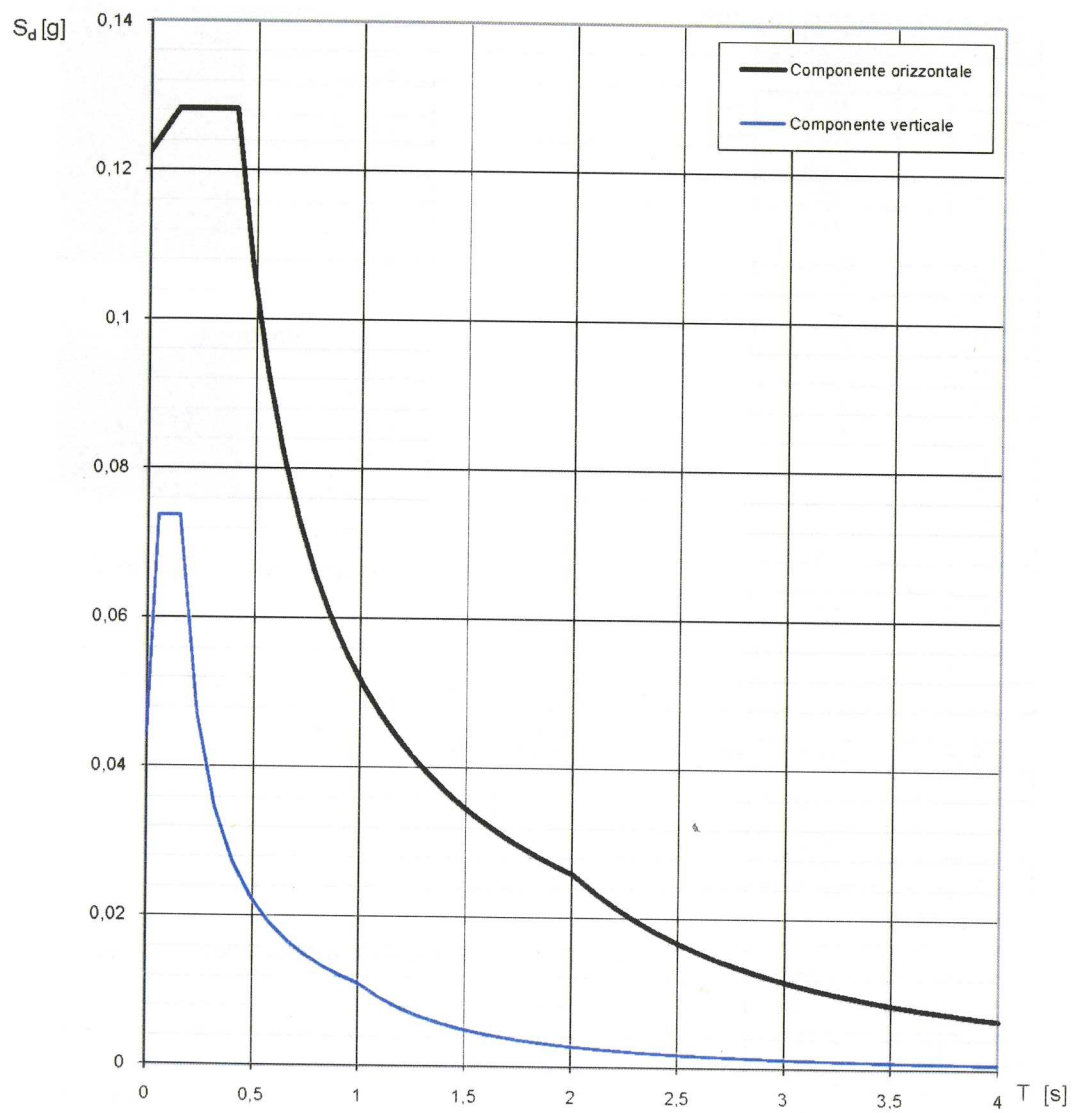
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,099
T_B ←	0,129	0,104
T_C ←	0,386	0,104
	0,460	0,088
	0,533	0,076
	0,607	0,066
	0,680	0,059
	0,754	0,053
	0,827	0,049
	0,901	0,045
	0,974	0,041
	1,048	0,038
	1,121	0,036
	1,195	0,034
	1,268	0,032
	1,342	0,030
	1,415	0,028
	1,489	0,027
	1,562	0,026
	1,635	0,025
	1,709	0,024
	1,782	0,023
	1,856	0,022
T_D ←	1,929	0,021
	2,028	0,019
	2,127	0,017
	2,225	0,016
	2,324	0,014
	2,422	0,013
	2,521	0,012
	2,620	0,011
	2,718	0,011
	2,817	0,010
	2,915	0,009
	3,014	0,009
	3,113	0,008
	3,211	0,008
	3,310	0,007
	3,408	0,007
	3,507	0,006
	3,606	0,006
	3,704	0,006
	3,803	0,005
	3,901	0,005
	4,000	0,005

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,102 g
F_o	2,512
T_c	0,285 s
S_s	1,200
C_c	1,413
S_T	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,200
η	0,417
T_B	0,135 s
T_C	0,404 s
T_D	2,008 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

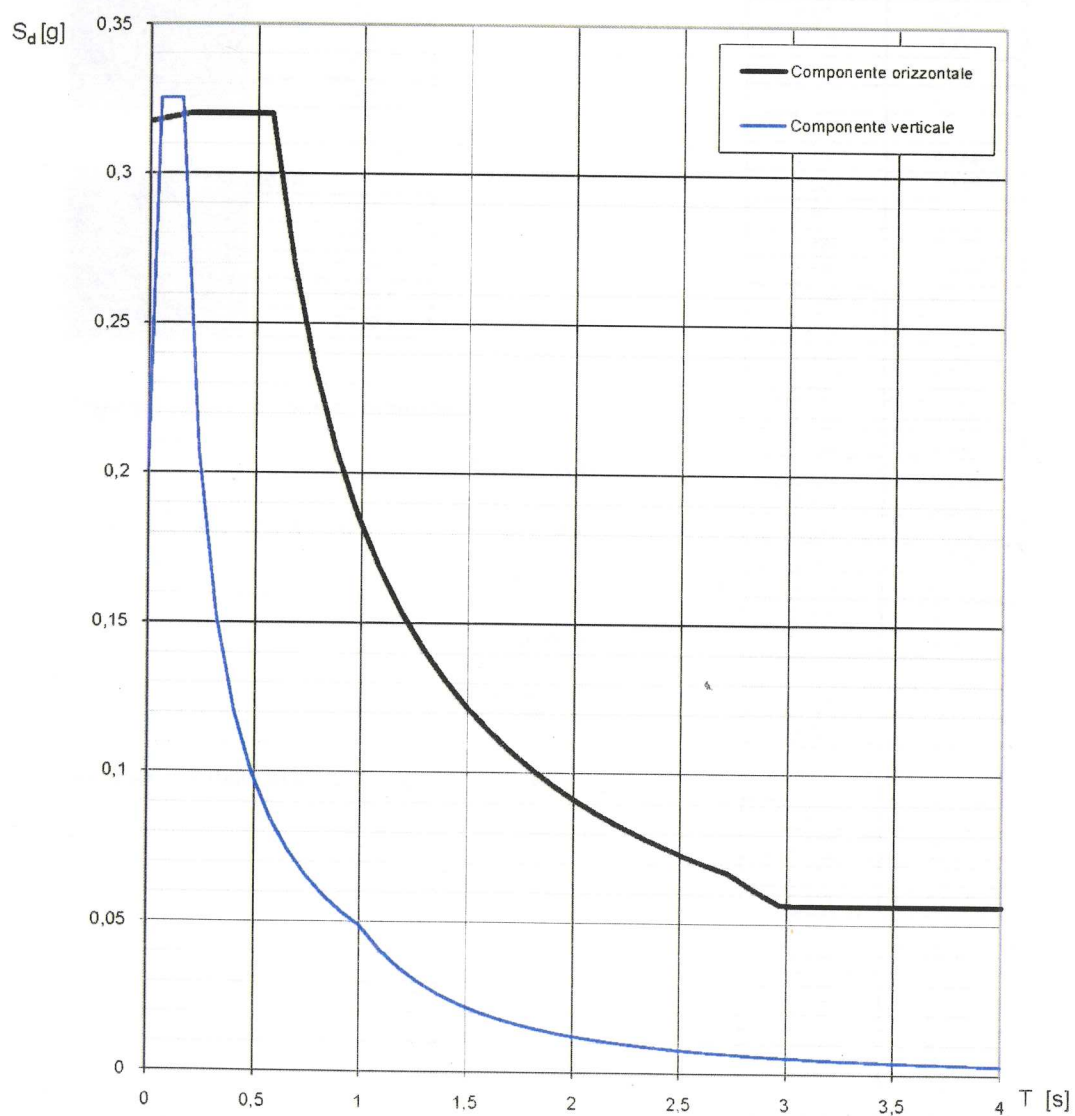
Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,123
T_B ←	0,135	0,128
T_C ←	0,404	0,128
	0,480	0,108
	0,556	0,093
	0,633	0,082
	0,709	0,073
	0,786	0,066
	0,862	0,060
	0,938	0,055
	1,015	0,051
	1,091	0,047
	1,168	0,044
	1,244	0,042
	1,321	0,039
	1,397	0,037
	1,473	0,035
	1,550	0,033
	1,626	0,032
	1,703	0,030
	1,779	0,029
	1,856	0,028
	1,932	0,027
T_D ←	2,008	0,026
	2,103	0,023
	2,198	0,022
	2,293	0,020
	2,388	0,018
	2,483	0,017
	2,577	0,016
	2,672	0,015
	2,767	0,014
	2,862	0,013
	2,957	0,012
	3,052	0,011
	3,146	0,010
	3,241	0,010
	3,336	0,009
	3,431	0,009
	3,526	0,008
	3,621	0,008
	3,715	0,008
	3,810	0,007
	3,905	0,007
	4,000	0,006

Si riportano gli spettri di risposta elastici per gli stati limite ultimi (SLU) con spettro di progetto elastico per gli stati limiti di salvaguardia della vita (SLV) e di prevenzione del collasso (SLC).

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,281 g
F_o	2,421
T_c^*	0,440 s
S_s	1,127
C_c	1,296
S_T	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,127
η	0,417
T_B	0,190 s
T_C	0,570 s
T_D	2,726 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \right.$$

$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \right.$$

$$T_C \leq T < T_D \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \right.$$

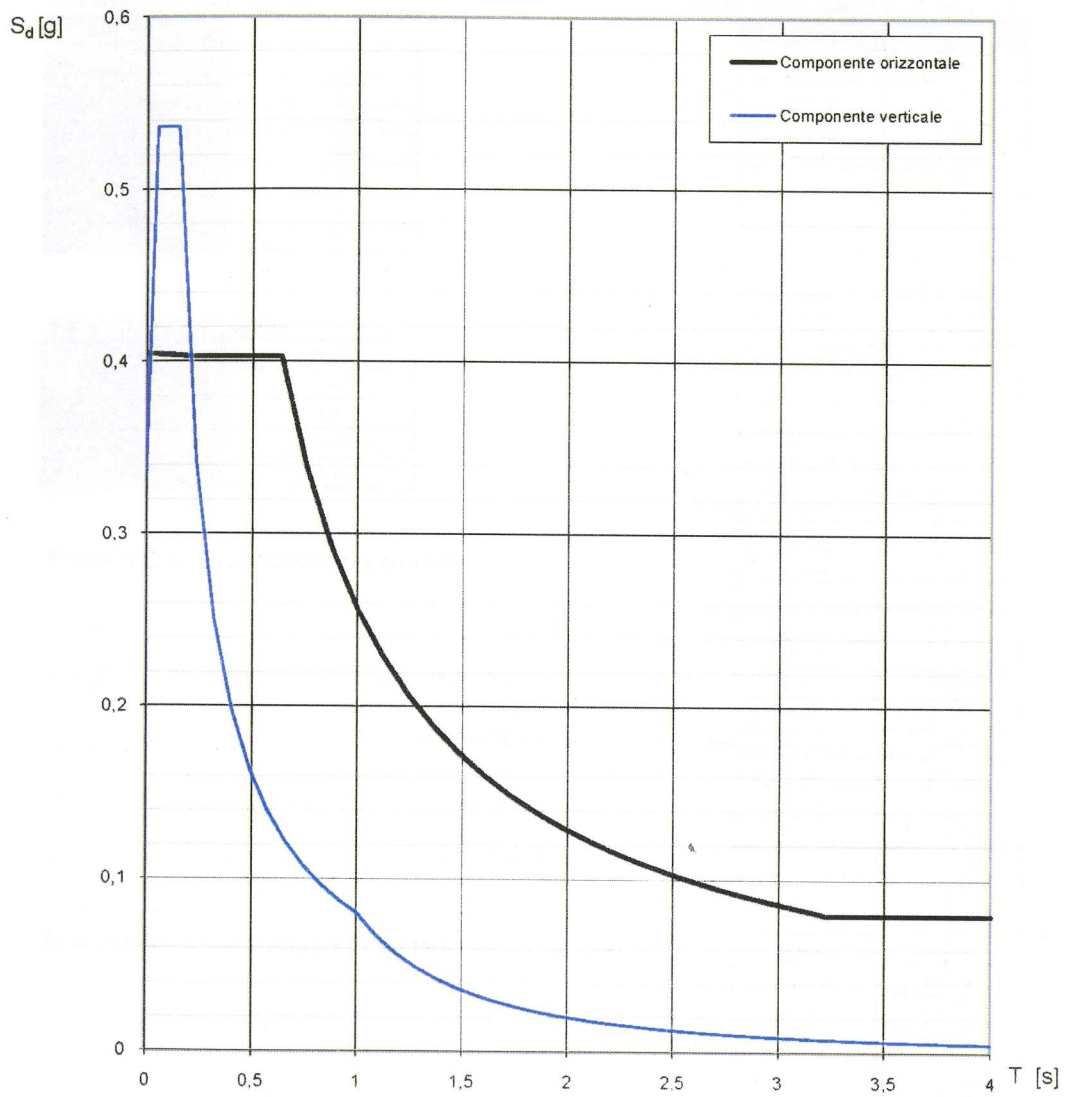
$$T_D \leq T \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \right.$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,317
0,190	0,320
0,570	0,320
0,673	0,271
0,775	0,235
0,878	0,208
0,981	0,186
1,083	0,168
1,186	0,154
1,289	0,142
1,391	0,131
1,494	0,122
1,597	0,114
1,699	0,107
1,802	0,101
1,904	0,096
2,007	0,091
2,110	0,086
2,212	0,082
2,315	0,079
2,418	0,075
2,520	0,072
2,623	0,070
2,726	0,067
2,786	0,064
2,847	0,061
2,908	0,059
2,968	0,056
3,029	0,056
3,090	0,056
3,150	0,056
3,211	0,056
3,272	0,056
3,332	0,056
3,393	0,056
3,454	0,056
3,515	0,056
3,575	0,056
3,636	0,056
3,697	0,056
3,757	0,056
3,818	0,056
3,879	0,056
3,939	0,056
4,000	0,056

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0,396 g
F_o	2,389
T_c	0,506 s
S_s	1,021
C_c	1,260
S_T	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,021
η	0,417
T_B	0,213 s
T_C	0,638 s
T_D	3,185 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,405
T_B ←	0,213	0,403
T_C ←	0,638	0,403
	0,759	0,339
	0,881	0,292
	1,002	0,257
	1,123	0,229
	1,245	0,207
	1,366	0,188
	1,487	0,173
	1,608	0,160
	1,730	0,149
	1,851	0,139
	1,972	0,130
	2,093	0,123
	2,215	0,116
	2,336	0,110
	2,457	0,105
	2,578	0,100
	2,700	0,095
	2,821	0,091
	2,942	0,087
	3,064	0,084
T_D ←	3,185	0,081
	3,224	0,079
	3,262	0,079
	3,301	0,079
	3,340	0,079
	3,379	0,079
	3,418	0,079
	3,457	0,079
	3,495	0,079
	3,534	0,079
	3,573	0,079
	3,612	0,079
	3,651	0,079
	3,689	0,079
	3,728	0,079
	3,767	0,079
	3,806	0,079
	3,845	0,079
	3,884	0,079
	3,922	0,079
	3,961	0,079
	4,000	0,079

8. CONCLUSIONI

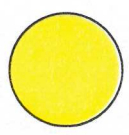
Il presente studio geologico tecnico definitivo ha consentito di ottenere alcune informazioni necessarie ed indispensabili alla progettazione dell'intervento quali:

- ✓ la determinazione della successione stratigrafica;
- ✓ la determinazione delle condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche del sito ed in particolare, la non prossimità con scarpate o valli, e l'assenza di falda idrica per profondità almeno fino a $14 \div 15$ metri dal p.c.;
- ✓ il riconoscimento di un affioramento lavico molto prossimo al sedime su cui dovrà essere eretta l'opera in progetto la cui consistenza dovrà essere verificata in fase di realizzazione dell'opera al fine stabilire le opportune opere fondazionali;
- ✓ l'esternalità del sito nei confronti delle aree a pericolosità e rischio individuate nel PAI;
- ✓ la classificazione del sottosuolo, dal punto di vista sismico, come appartenete alla **Categoria B** (ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008), avendosi una velocità di propagazione delle onde di taglio $V_{s,30} = 600,00$ m/sec.;
- ✓ la determinazione degli spettri di risposta elastica attesi e la determinazione dei parametri a_g , F_0 e T_C in funzione dei tempi di ritorno considerati ai fini delle verifiche progettuali (Step 1, pagg. 14 ÷ 17);
- ✓ la determinazione, a titolo di esempio e non esaustivo, degli spettri di risposta elastici ottenuti in considerazione dell'amplificazione sismica locale e della tipologia strutturale.

Catania,

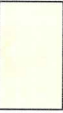



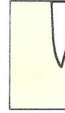
Il geologo
Dott. Antonio Puglia

ALL.1 - COROGRAFIA - scala 1:25000

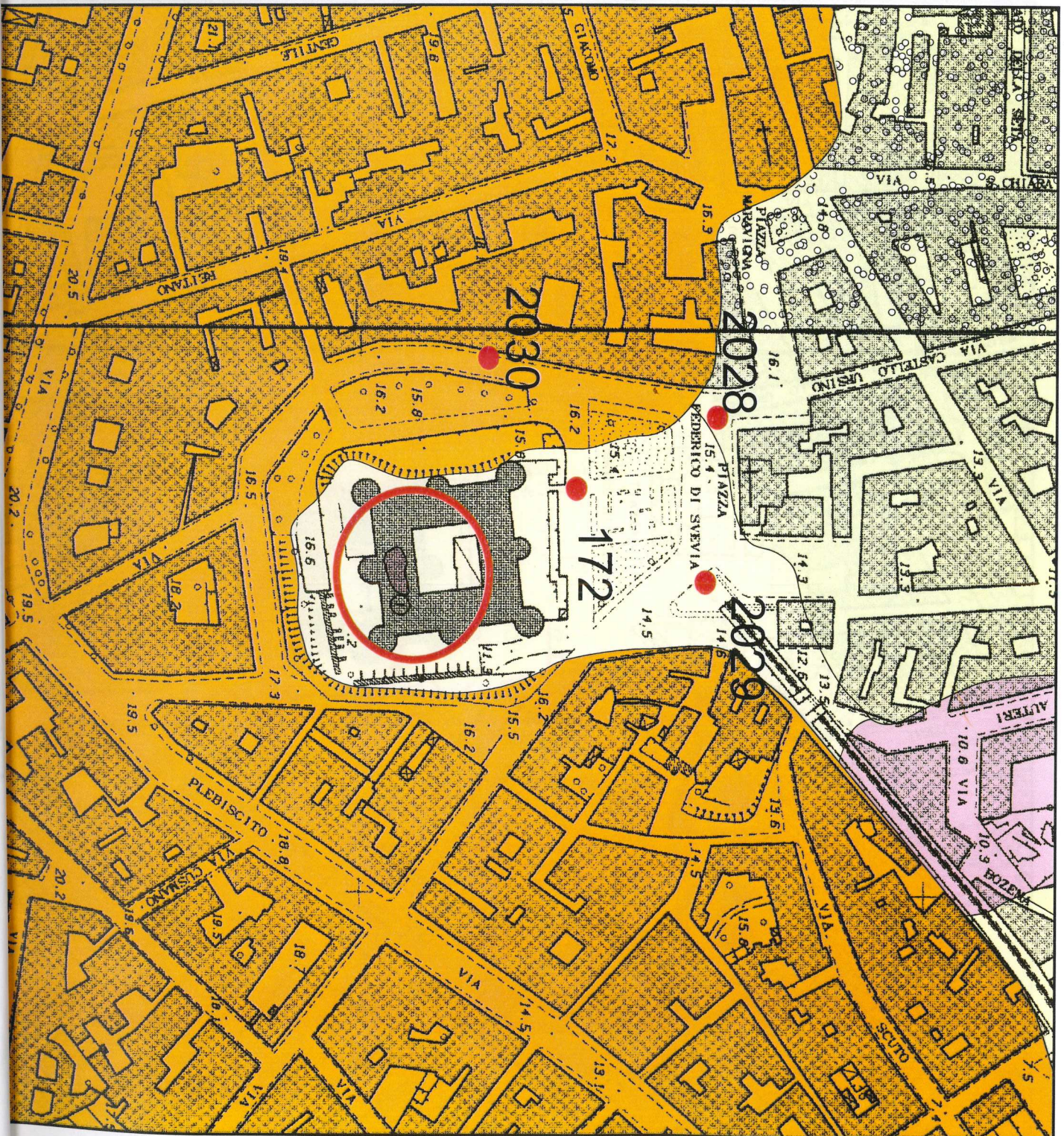


Ubicazione area di interesse

Legenda

-  SCA - Depositi costieri di avanspiaggia
-  DF - Depositi fluviali
-  V8 - Lave del 1669
-  V1 - Lave della Cipriana
-  AS - Alternanza sabbioso-argillosa o sabbia argillosa con intercalazioni tufacee (t)

-  Area oggetto dell'intervento
-  Sondaggi

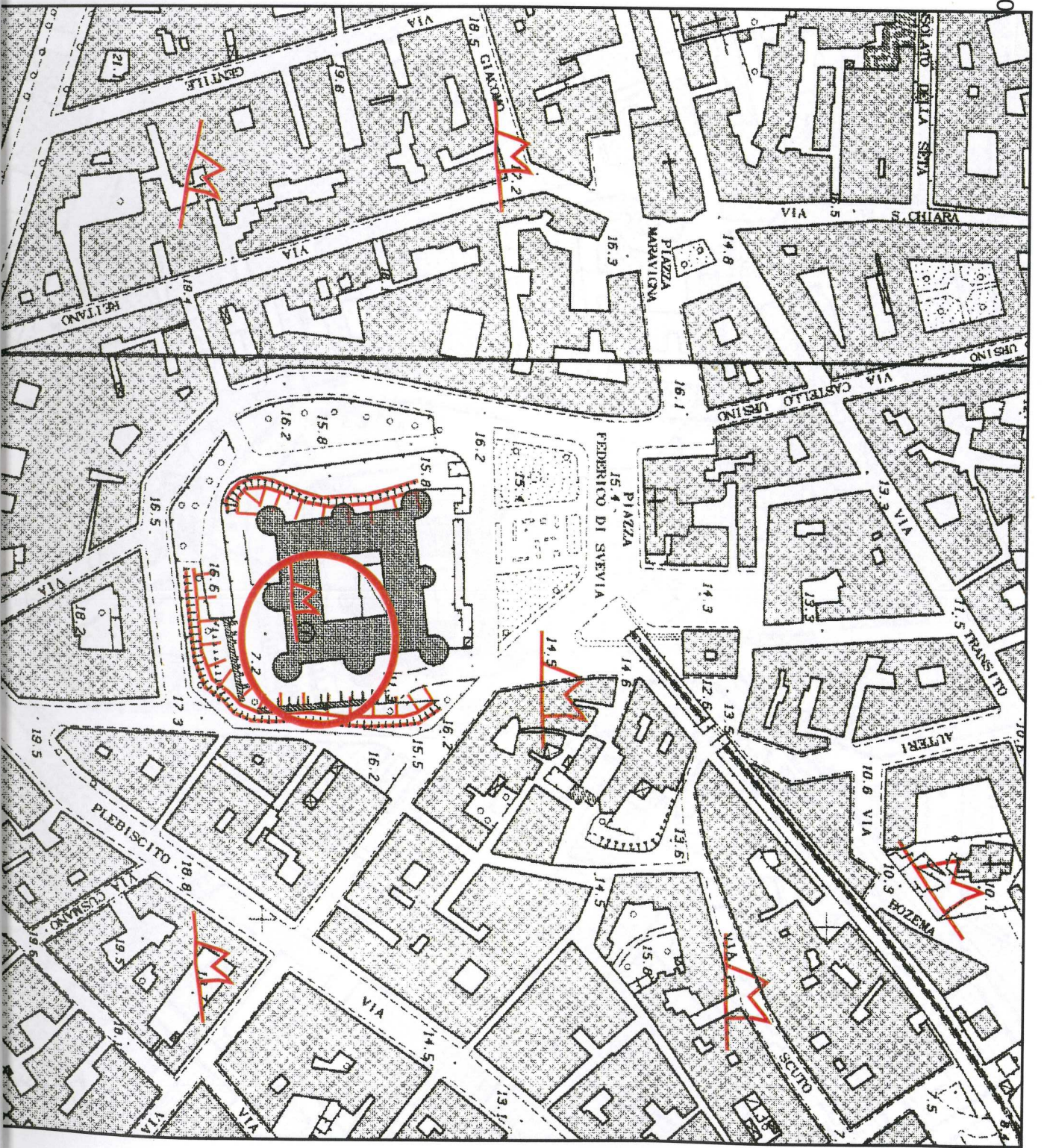


Legenda

 Affiorimenti lavici in area urbanizzata

 Scarpata antropica

 Area oggetto dell'intervento

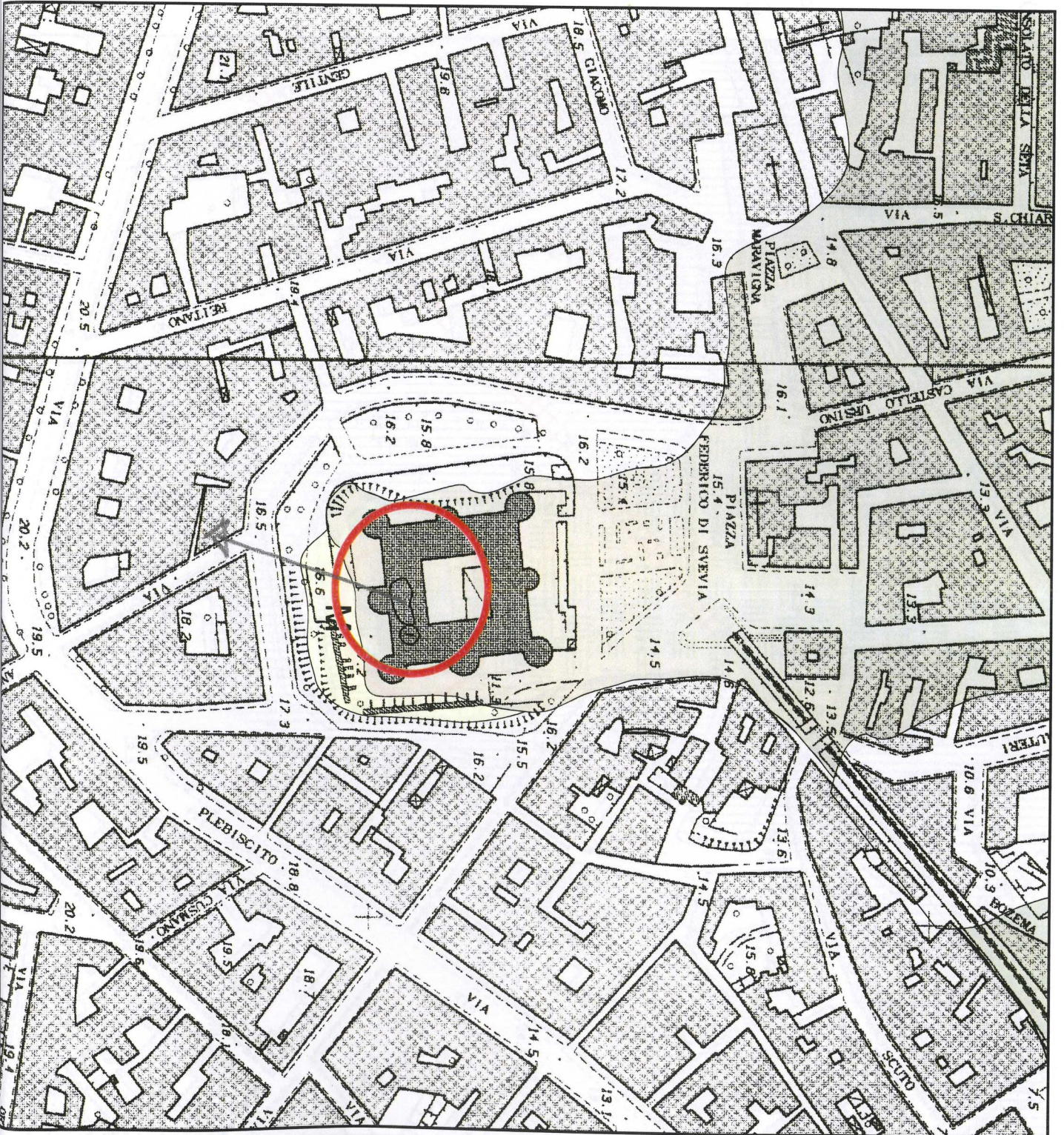


All: 4- Carta litotecnica - scala 1:2.000

Legenda


- M- Depositi di spiaggia
- R, Dt- Riporto antropico
- E1: V8- Lave del 1669; V1 Lave della Cipriana con scorie e rifiusa


 Area oggetto dell'intervento




All. 5- Carta pericolosità sismica - scala 1:2.000

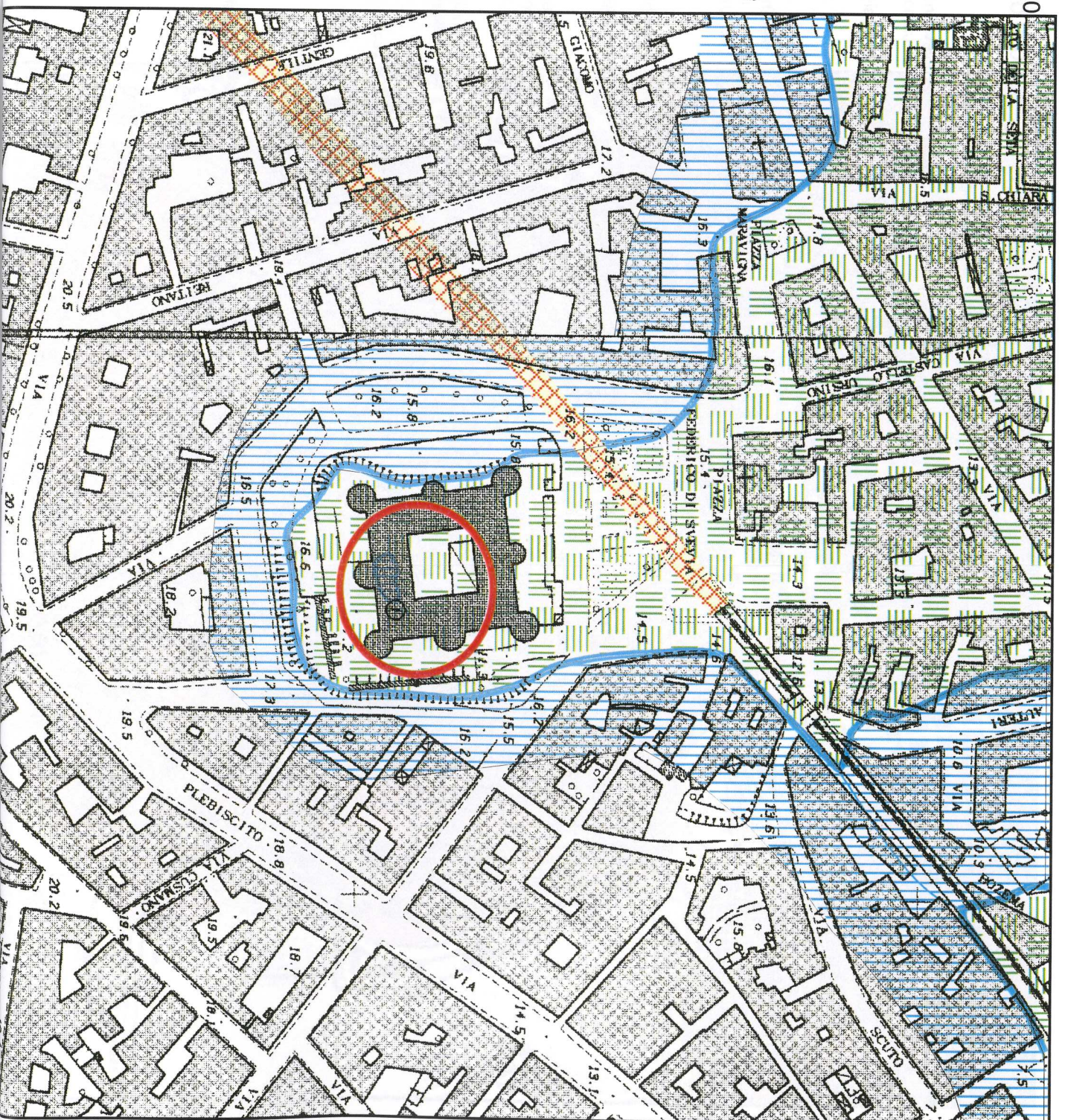
Legenda

 Ls - Lave con spessore <10 m poggianti su depositi sedimentari o paleosuoli. Il bordo continuo indica il limite della colata.

 Cv - Presenza di cavità nel sottosuolo dovute a canali di scorrimento lavico.

 Rs - Riporti su terreni sedimentari.

 Area oggetto dell'intervento




All. 6 - Carta idrogeologica - scala 1:10.000


Legenda

 Depositi Alluvionali delle fasci costiere e dei fondovalle costituiti da ciottoli, ghiaie, sabbie e limi in percentuale variabile e generalmente in livelli lenticolari.
Permeabilità da alta a media per porosità in relazione della classe granulometrica predominante.
Costituiscono acquiferi di apprezzabile interesse.
Permeabilità: ELEVATA

 Colate laviche storiche: lave a morfologia superficiale generalmente ben conservata, in livelli e banchi diffusamente fessurati, alternati ad orizzonti di scorie sciolte o parzialmente cementate.
Permeabilità: ELEVATA.

 Colate laviche non datate: Lave e scorie a morfologia superficiale talora ben conservata, in banchi di spessore variabile; generalmente fessurati e fratturati.
Permeabilità: da ALTA a MEDIA.

 Sabbie quarzose gialle (K) con con lenti di arenaria e di conglomerati poligenici ad elementi prevalentemente quarzarenitici. Permeabilità MEDIA per porosità.

 Depositi sabbiosi-siltosi (Q)

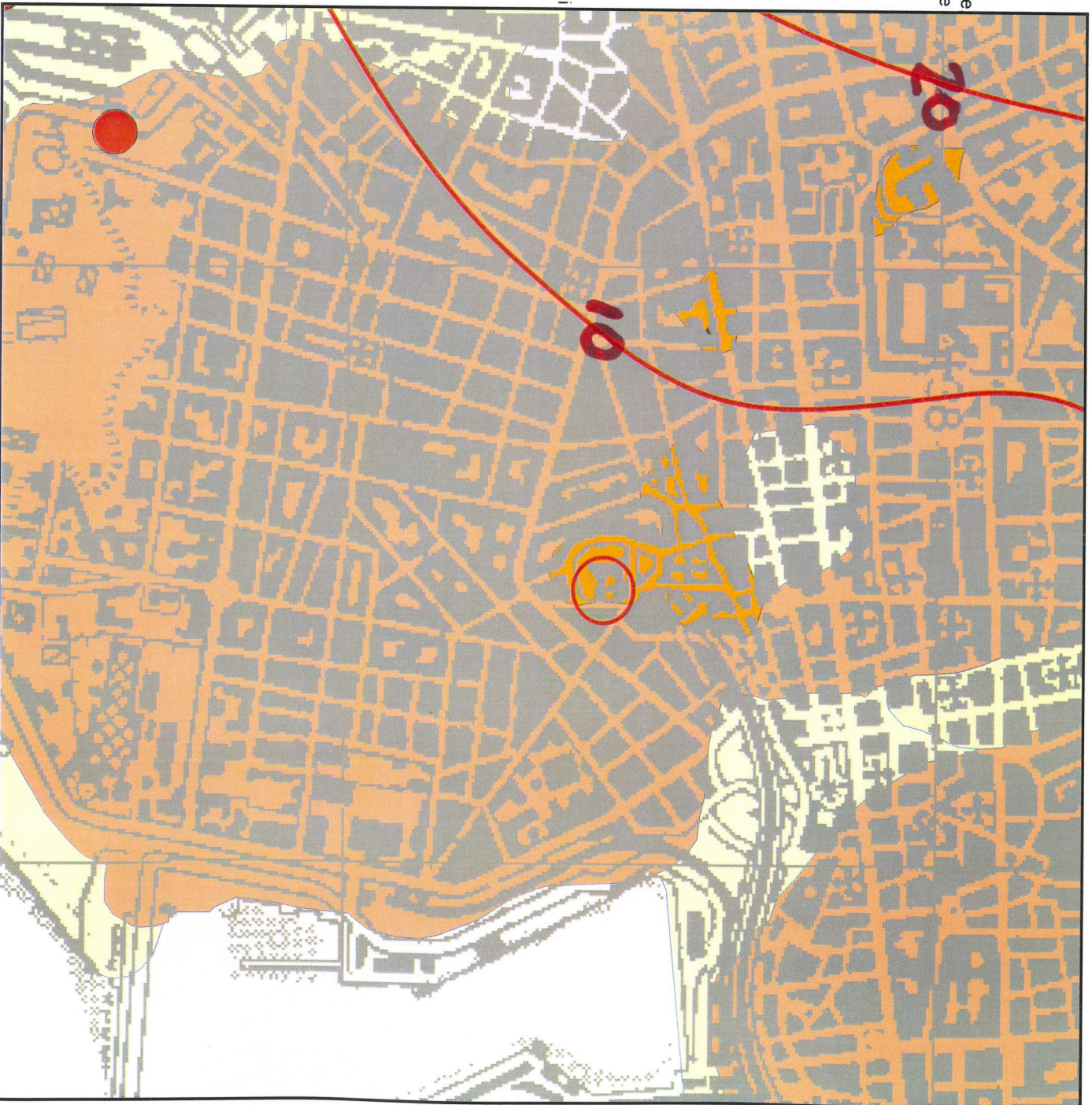
 Sabbie fini quarzose con livelli siltosi-argillosi, arenacei e conglomeratici; sabbie con lenti ghiaiose ed argille salmaste. Pericolosità MEDIA per porosità.

 Argille marnose azzurre, talora siltose, a stratificazione indistinta. Permeabilità: MOLTO BASSA.

 Curve isopiezometriche della falda superficiale.
I numeri indicano la quota della superficie della falda espressi in metri sul livello del mare.

 Pozzi.

 Area oggetto dell'intervento



APPENDICE – 1

SONDAGGI GEOGNOSTICI

COMMESSA: 04/03

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE: ITALFERR S.p.a

Attrezzatura: Beretta T 45

PROGETTO: Raddoppio tratto Zuria-Acquicella

Cassette carotatrici: 6 Quota: 15.00 m sim

Scala 1:150	Profondità m	Stratigrafia	Descrizione	Strato m	Campioni	Carotaggio %	Rivestimento*	R.Q.D. %	Livello di falda	N colpi SPT	Prove SPT	Prove in foro	Piezometro Tubo Aperto
1	1.50		Materiale di riporto eterogeneo	1.50									
2			Ghiale di natura prevalentemente vulcanica in matrice limosa-sabbiosa di colore giallastro										
3													
4					3.50 CR 1					4.1		3.9	
5					3.80						13	4.35	
6				7.50							35		5.70
7											50		LE 1
8													
9	9.00		Sabbie limose di colore giallo-ocra		8.70 CR 2								8.70
10				2.00	8.90								
11	11.00		Argille di colore grigio-azzurro con intercalazioni di livelli sabbiosi (18-18.50)		11.50 CI 1		10.50						
12					12.00								
13													
14					14.00 CI 2								
15					14.50								
16													
17													
18													
19													
20													
21				19.00									
22					21.50 CI 3								
23					22.00								
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30	30.00												

Handwritten signature or initials

GEOMERID s.r.l.

V.le S.Greca n°163/c
Siracusa

SONDAGGIO S7

2030

COMMESSA: 04/03

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE: ITALFERR S.p.a

Attrezzatura: Baretta T 45

PROGETTO: Raddoppio tratto Zurria-Acquicella

Cassette carotatrici: 4 Quota: 16.00 m sim

Scala 1:100	Profondità m	Stratigrafia	Descrizione	Strato m	Campioni	Carotaggio %	Rivestimento*	R.Q.D. %	Livello di falda	N colpi SPT	Prove SPT	Prove in foro	Piezometro Tubo Aperto
1	1.20		Materiale di riporto costituito da blocchi lavici fino a 0.50 cm, poi sabbie e ghiaie eterogenee di colore rossastro con frammenti di mattoni in cotto	1.20									
2	2.50		Limi di colore bruno con elementi eterogenei	1.30									
3	2.50		Sabbie grossolane limose di colore grigio scuro con ghiaie e ciottoli di natura vulcanica	2.00									
4	4.50		Ghiaie eterogenee in matrice sabbiosa-limosa	4.30 CI 1 4.60									
5	5.50			5.50					5.7				
6	7.50									11 12 14	7.5 7.95		
7	10.00									13 15 16	9 9.45		
8	11.50		Sabbie giallastre con intercalati livelli di argille grigio-azzurre	11.50 CI 2 12.00			10.50					12.00	
9	12.00												
10	13.00												
11	14.00												
12	15.00												
13	16.00												
14	16.00		Argille con intrecciati livelli sabbiosi	4.00								LE 1	
15	17.00												
16	18.00												
17	19.00												
18	20.00												
19	20.00												
20	20.00												

GEOMERID