

# CRACKS? MURRI?

“Aiutiamo con responsabilità a recuperare e preservare il valore di case, scuole, industrie, monumenti ed edifici di valore storico culturale del nostro paese, ogni giorno portiamo gioia, stabilità e sicurezza nelle case delle persone”



*“Il marchio di fabbrica internazionale GEOSEC® identifica un gruppo di aziende presenti sul territorio Europeo che si riconoscono in un protocollo di qualità comune certificato (ISO9001). Pur mantenendo la loro autonomia esse condividono tecnologie e know how nel settore dei consolidamenti dei terreni mediante iniezione mirata di resine espandenti.*

*Il gruppo investe da molti anni in ricerca e sviluppo per migliorare costantemente la qualità e la qualifica dei propri servizi a vantaggio dei Clienti finali, dei progettisti e dell'intero mercato di riferimento. Ne conseguono metodologie operative brevettate e certificate che esprimono inequivocabilmente il valore del “sapere” e del “saper fare” patrimonio fondamentale del nostro gruppo.*

*Questo importante sforzo è diventato nel tempo un impegno sempre più determinato e responsabile nei confronti dei consumatori che per questo ricevono ogni giorno dal nostro lavoro maggior garanzia in termini di affidabilità, sicurezza, efficienza ed efficacia delle nostre soluzioni tecnologiche”.*

**Andrea OCCHI**

Direttore commerciale GEOSEC Group Europa



**GEOSEC DEUTSCHLAND GmbH**

Schlüterstrasse, 17  
10625 (Berlin)

**GEOSEC ESPAÑA SL**

Avenida de Fuentemar, 43  
naves D2, D3 - 28823 Coslada  
(Madrid)

**GEOSEC FRANCE sas**

164, boulevard de Verdun  
94120 Fontenay-sous-Bois (Paris)

**GEOSEC srl (capo gruppo)**

SEDE: Via Mercalli 2/a  
43122 - Parma - [www.geosec.it](http://www.geosec.it)

**GEOSEC INTERNATIONAL srl**  
**Servizi tecnici e commerciali**

Via Mercalli 2/a  
43122 Parma

**GEOSEC srl**  
**polo logistico Sud e Isole**

Via Galilei, 29  
Irsina (MT) 75022

**PER L'ITALIA:**

**Area Commerciale**

Antonella CAVANA: [segreteria@geosec.it](mailto:segreteria@geosec.it)

**Area Tecnica e Assistenza Post Intervento**

Marco d'ATTOLI: [ufficiotecnico@geosec.it](mailto:ufficiotecnico@geosec.it)

**Area Operativa, logistica e Pianificazione Interventi**

Mario ZANNINI: [tecnico@geosec.it](mailto:tecnico@geosec.it)

**Area Amministrativa**

Anna Maria RIZZI: [amministrazione@geosec.it](mailto:amministrazione@geosec.it)

**Customer Satisfaction**

Servizio di analisi della soddisfazione finale del Cliente.  
[customer@geosec.it](mailto:customer@geosec.it)



**Sede legale e polo logistico Centro Nord:**

Via Mercalli 2/a - 43122 Parma

**Polo logistico Sud e Isole:**

Via Galilei, 29 - 75022 Irsina (MT)

SERVIZIO CLIENTI

**800.045.645**



# Cedimenti del Terreno, perchè?

La **stabilità nel tempo** di una costruzione è assicurata dalla corretta progettazione, realizzazione e manutenzione delle **opere di fondazione** che rappresentano il necessario **collegamento** tra la struttura e il terreno. E' proprio quando non sono garantite le necessarie condizioni di equilibrio statico tra struttura e terreno che si innescano i **cedimenti differenziali**.

## La Natura del Terreno

Ogni terreno è costituito da una fase solida, una gassosa ed una fluida.



### Fase solida:

è composta da particelle di natura mineralogica, organica, chimica.



### Fase fluida:

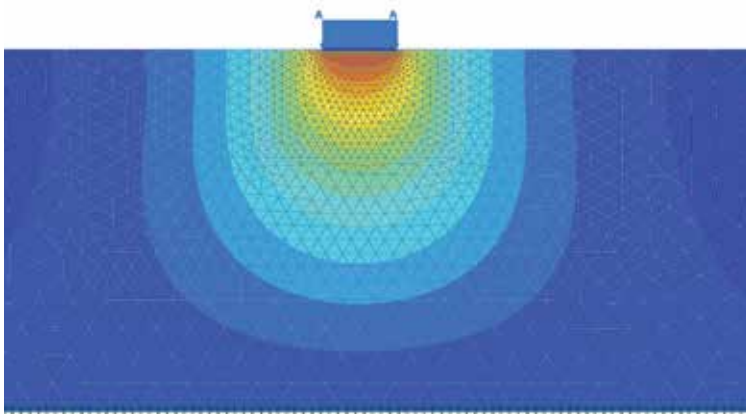
è composta dall'acqua in circolo e dai minerali in essa disciolti.



### Fase gassosa:

rappresenta l'aria contenuta nel terreno.

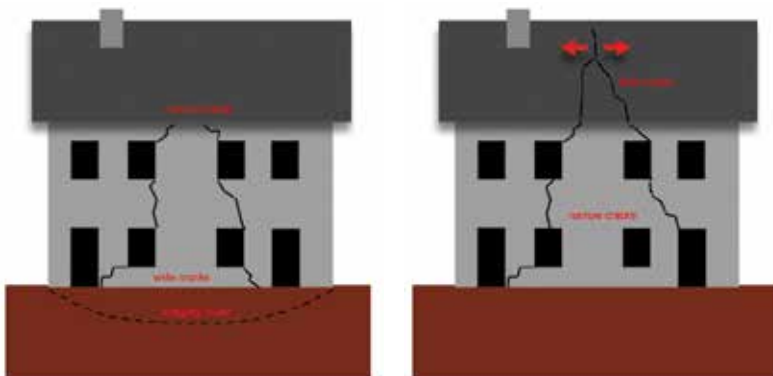
## Il Volume di Terreno che sostiene il Costruito



Ogni opera di ingegneria che interagisce con il terreno definisce un volume significativo. E' all'interno di questo volume che l'ingegneria geotecnica progetta le fondazioni superficiali. Va da se che al di fuori di questo volume significativo l'alterazione dello stato di tensione di un terreno diviene trascurabile. E invece al suo interno, laddove in presenza di cedimenti, che si realizzeranno interventi di consolidamento e stabilizzazione del terreno di fondazione.



## Il Cedimento



I cedimenti superficiali sono spostamenti verticali del piano di posa della fondazione, risultato delle deformazioni del terreno che tecnicamente si definiscono “**cedimenti differenziali verticali**”.

5

## I Sintomi

Un **cedimento delle fondazioni** rimane sempre un evento non trascurabile ed in alcuni casi piuttosto pericoloso per la sicurezza e la stabilità del costruito. I principali sintomi si manifestano con la comparsa di **crepe e fessure** sulle pareti. Anche la difficoltà ad aprire o chiudere finestre e porte può essere un sintomo precursore di cedimenti in atto, così come la comparsa di avvallamenti nei pavimenti e nei marciapiedi.





# Le Principali Cause

Nella maggioranza dei casi sono riconducibili alle azioni di disturbo naturali e antropiche che ne modificano le proprietà chimico fisiche e conseguentemente l'equilibrio.

## Causa

## Effetto

Sollecitazione dinamica e vibrazioni prodotte da pesante traffico veicolare o intenso, macchine utensili, carrelli elevatori, trivelle di perforazione etc.

Creazione di vuoti e macrovuoti nel terreno.



Infiltrazioni fluidi per errata regimazione delle acque meteoriche o perdite fognarie.

Dilavamenti del terreno o viceversa accumuli in eccesso di acqua.



Scavi profondi.

Alterazione dello stato di tensione del terreno di fondazione.



Sopraelevazioni.

Incremento del carico trasmesso in fondazione.



Suzione.

Riduzione del contenuto d'acqua nel terreno dovuto a radici di piante ad alto fusto.



Siccità.

Riduzione del contenuto d'acqua del terreno dovuto alle elevate temperature ambientali.



Origine Antropica

Origine Naturale

---

# Le Nostre Soluzioni Tecnologiche



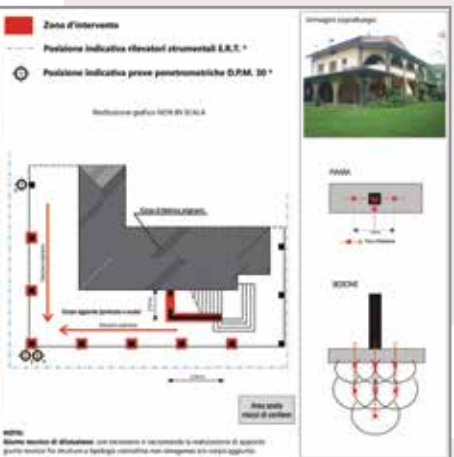
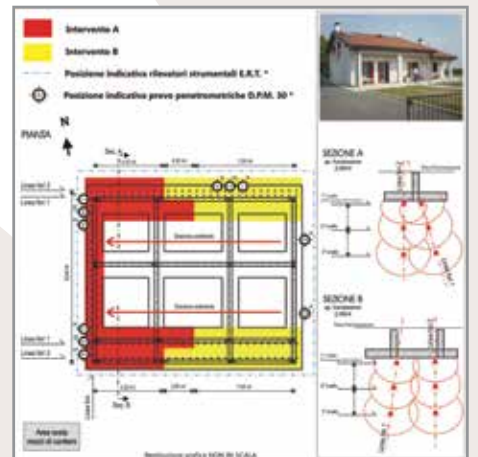
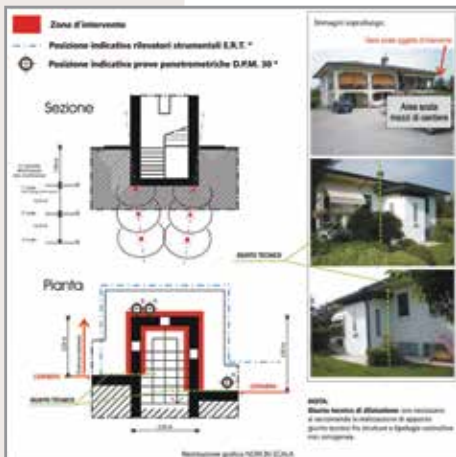
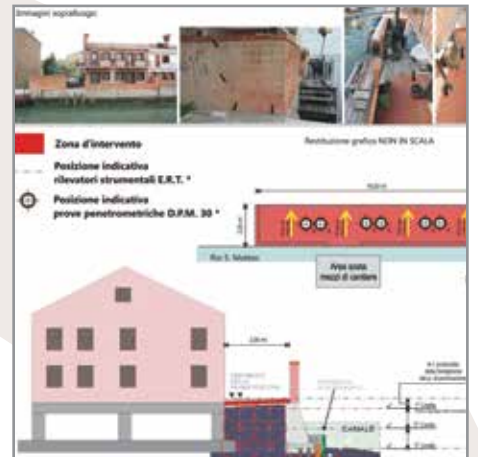
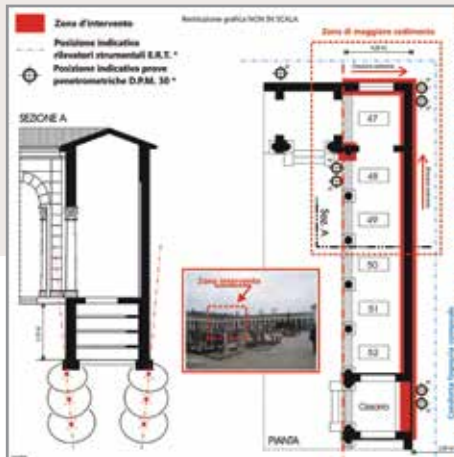
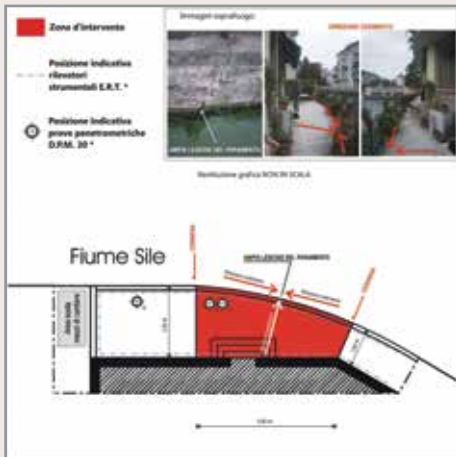
I cambiamenti climatici, l'incremento e la diffusione delle problematiche di cedimento dei terreni, le elevate aspettative dei nostri clienti, ci impongono di sviluppare la miglior tecnologia operativa che risponda a criteri di mini invasività, miglior efficacia, rapidità esecutiva e rispetto dell'ambiente.

Per poter garantire un adeguato consolidamento e una corretta stabilizzazione del terreno di fondazione occorre dunque intervenire in modo preciso nel volume significativo che sostiene il costruito. GEOSEC è in grado di ottenere questo risultato in modo sicuro e risolutivo nel tempo, grazie ad iniezioni mirate e realizzate con piccoli fori che attraversano e/o circondano la fondazione ceduta.





# Per il consolidamento del terreno di fondazione ceduto





## Una soluzione rivoluzionaria

Oggi è la soluzione tecnologica **leader nel mercato** grazie al grande apporto innovativo che ha saputo introdurre nel settore dei consolidamenti del terreno con resine espandenti. Risultato significativo degli investimenti in ricerca e sviluppo del nostro gruppo, unica soluzione sul mercato che grazie alla Tomografia della resistività 3D è in grado di mirare con precisione le iniezioni nel terreno proprio **"là dove serve"** e monitorare gli effetti in corso d'opera.

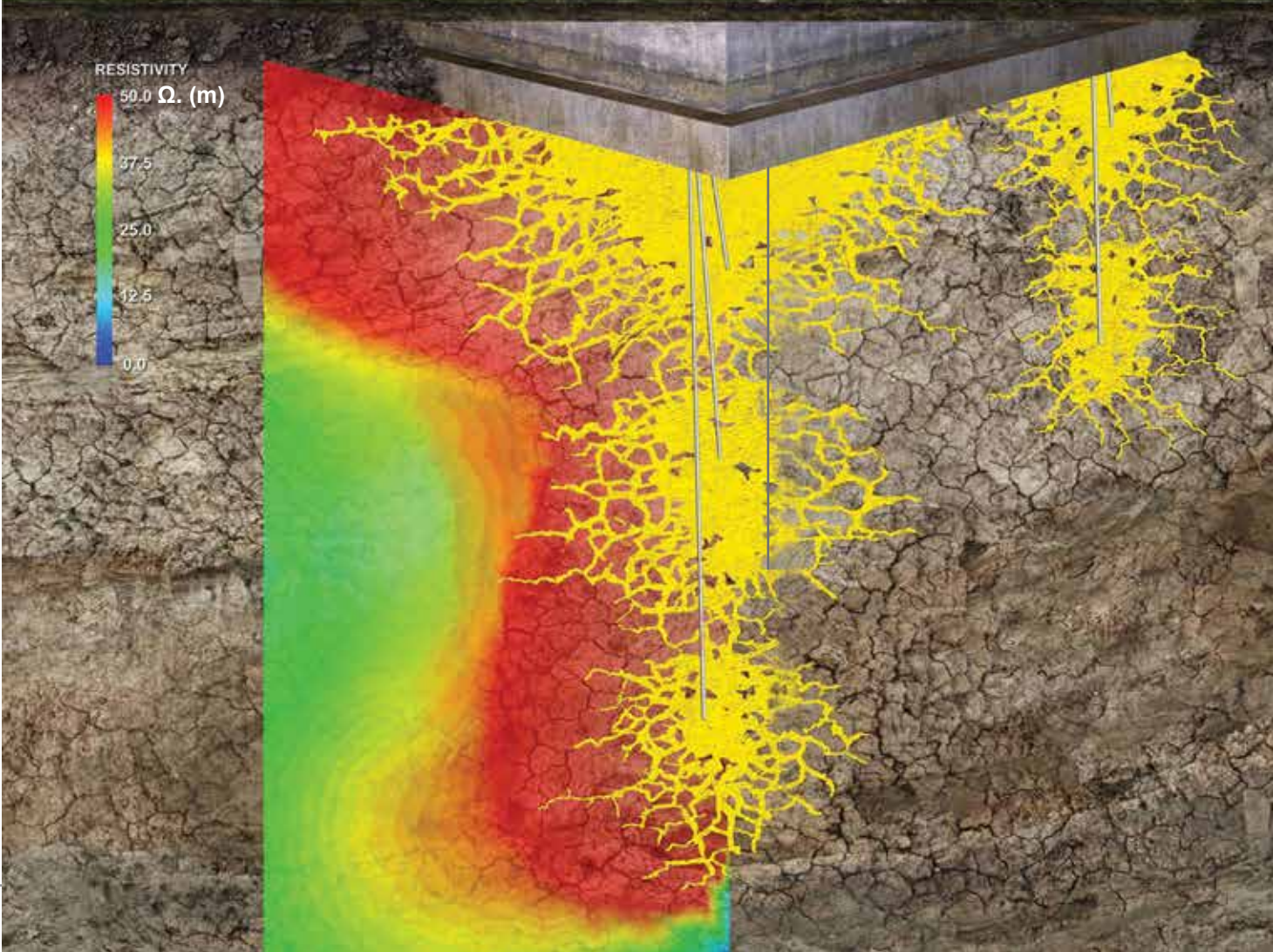
Una connotazione tecnologica di importanza strategica e fondamentale per la buona riuscita degli interventi. Sappiamo infatti che i cedimenti sono spesso causa di concentrazioni d'acqua, perdite fognarie, presenza di vuoti nel terreno, soprattutto quando posti al di sotto dell'edificio ceduto e per questo comprendiamo quanto sia importante conoscere la loro presenza e la loro distribuzione nel sottosuolo.

Ecco perché la tecnologia diagnostica più adeguata e affidabile sul mercato, per problemi di cedimento del terreno, risulta essere proprio la Tomografia di Resistività

Elettrica 3D. Con l'ERT3D è possibile superare molte delle limitazioni delle prove geotecniche di sito che, in quanto puntuali dunque limitate, non permettono di identificare perdite fognarie, distribuzioni volumetriche litologiche, concentrazioni di acqua e presenza di vuoti.

Ma soprattutto puntare sulla tecnologia ERT3D ci ha permesso di operare, **unici sul mercato** per esperienza d'applicazione, con uno strumento avanzato che consente di raccogliere in tempo quasi reale significative quantità di dati del terreno, gestendo scenari complessi e dinamici che richiamano ad una scrupolosa e professionale osservazione dei fenomeni in atto di consolidamento durante il trattamento così come indicato dalle Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. 14/01/2008 e s.m.i.

L'esperienza e l'applicazione quotidiana divengono dunque il naturale bagaglio tecnico nell'uso della tecnologia ERT3D, affidata necessariamente alla competenza di un nostro Geologo di cantiere sempre presente a sovrintendere, in stretta collaborazione con gli ingegneri GEOSEC, ogni nostro intervento e a coordinare l'intera squadra di lavoro.

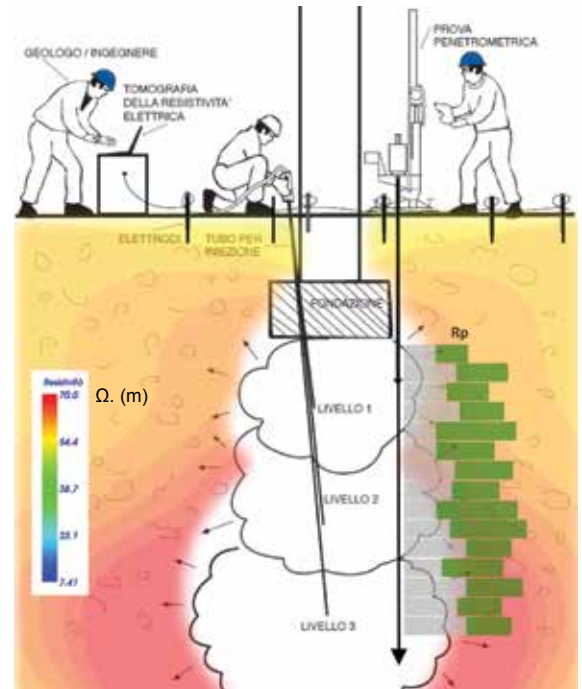




# Descrizione Tecnica del procedimento **SEE&SHOOT®**

SEE&SHOOT® è un procedimento disciplinato dall'insegnamento del brevetto Europeo n. EP1914350, n. EP2543769 e brevetto Italiano IT1.368.567 **per il consolidamento e la stabilizzazione** dei terreni di fondazione.

A tutela dei nostri Clienti e dei Progettisti il nostro metodo operativo ha ottenuto da ICMQ la certificazione della sua regola dell'arte volontaria resa ai sensi della norma UNI EN ISO IEC 17020 e la certificazione di conformità alla norma UNI EN 12715 lavori geotecnici speciali - iniezioni.

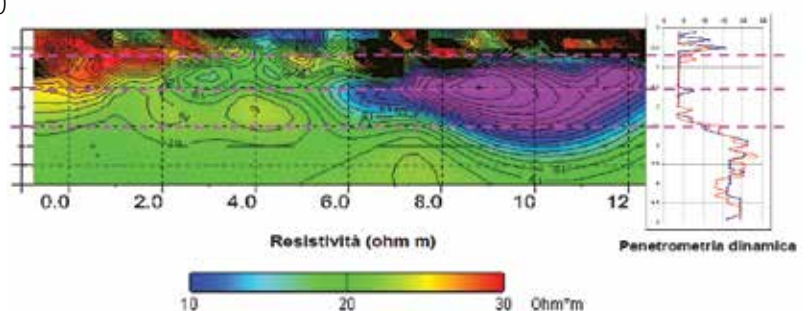


## FASI D'INTERVENTO PRIMA DELLE INIEZIONI

**1)** Si esegue un'indagine geofisica ERI (Electrical Resistivity Imaging) o ERT 3D del terreno sotto fondazione, in gergo di "bianco", in zona ceduta per rilevare: perdite e flussi d'acqua, dilavamenti significativi del terreno, cavità, vuoti etc. e "remota" per rilevare le condizioni del terreno in zona non ceduta.

**2)** Sulla base delle risultanze geofisiche ERI (di "bianco" e "remota") si esegue almeno una prova penetrometrica DPM 30 di "bianco" in zona ceduta ed una prova DPM 30 "remota" in zona non ceduta.

**3)** Sulla base delle risultanze diagnostiche sovrapposte si realizzano in modo mirato una serie di piccoli fori del diametro max di ca. 20-30 mm per la successiva iniezione di resina espandente, al fine di consolidare il terreno ceduto all'interno del volume significativo. Le iniezioni verranno eseguite sia superficialmente che **in profondità anche su più livelli** nelle porzioni di terreno interessate dal cedimento.







## FASI D'INTERVENTO DURANTE E ALLA FINE DELLE INIEZIONI

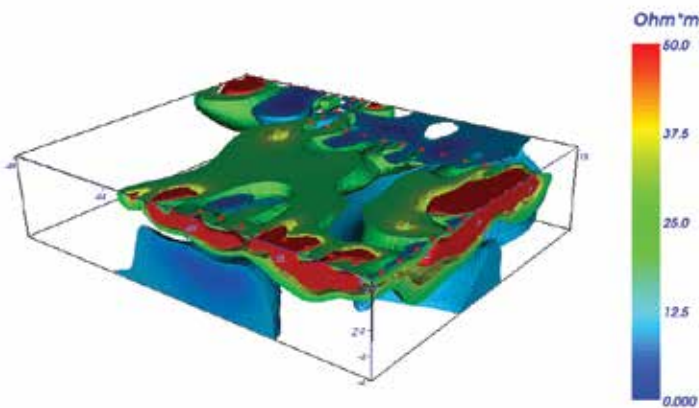
In caso di Intervento per cedimento del terreno parziale con presenza di zone non cedute e stabili da prendersi a riferimento si adotterà l'insegnamento del **brevetto EP1914350 e IT1.368.567.**

4A) L'impianto di monitoraggio geoelettrico ERI 4D (x,y,z,t) sarà costantemente attivo durante il trattamento.

Si eseguiranno set di iniezioni mirate di resina espandente Maxima® secondo quantitativi che si definiranno in funzione degli effetti man mano osservati in corso d'opera fin quando le risultanze diagnostiche dimostreranno che le condizioni del volume di terreno di fondazione ceduto saranno divenute simili, uniformi o migliori rispetto a quelle del volume di terreno sotto all'edificio: limitrofo, non ceduto e stabile preso a riferimento.

Per tutti i casi in cui non sia possibile applicare il precedente criterio si adotterà l'insegnamento della domanda di **brevetto EP2543769.**

4B) L'impianto di monitoraggio geoelettrico ERI 4D (x,y,z,t) sarà costantemente attivo durante il trattamento, si eseguiranno infatti set di iniezioni mirate di resina espandente Maxima® secondo quantitativi che si definiranno in funzione degli effetti man mano osservati in corso d'opera nel terreno di fondazione ceduto: riduzione dei macro vuoti, allontanamento e/o riduzione di acqua interstiziale etc. (effetti che concorrono efficacemente ad una maggior compattazione e stabilità del terreno consolidato), fin quando le risultanze diagnostiche in corso d'opera dimostreranno che il terreno di fondazione in zona ceduta avrà raggiunto valori geognostici tali da non essere significativamente migliorabili con ulteriori iniezioni.



5) Prove penetrometriche DPM 30 finali in zona consolidata restituiranno la variazione di resistenza meccanica del terreno consolidato.

# L'arte del "saper fare"



Sono i nostri lavoratori i testimonial quotidiani del nostro buon operato. Sono Loro che fondendo sapientemente talento e passione producono l'inimitabile artigianalità del **"saper fare"**. Sono i nostri ingegneri, i nostri geologi le nostre maestranze che ogni giorno pongono i nostri Clienti sempre al centro del loro impegno quotidiano, nella

costruzione di un **rapporto di fiducia** basato sull'ascolto e sull'attenzione alle loro esigenze. Uomini e donne che con la loro professionalità orientano i risultati sempre crescenti del nostro gruppo e dunque la **soddisfazione finale** dei nostri Clienti.



# Il valore del vostro investimento è nella cura di ogni nostro dettaglio

## Attrezzature

Personale specializzato, logistica e attrezzature speciali di proprietà sono il fondamento di qualunque azienda seriamente strutturata sul mercato. Siamo costruttori dei nostri laboratori mobili per iniezione, veicoli speciali regolarmente omologati dal ministero dei trasporti e dotati di ogni strumentazione necessaria per l'esecuzione, il controllo e il monitoraggio dell'intervento e del terreno.



## Segnalazione impianti interferenti

Prima di eseguire i fori per l'immissione dei tubi di iniezione in alcuni casi sarà utile segnalare al nostro tecnico di cantiere la posizione degli impianti interrati e/o occultati al di sotto delle pavimentazioni da attraversare con le perforazioni.



## Prove geotecniche

La prova penetrometrica dinamica in dotazione alla squadra Geosec viene eseguita sotto stretta sorveglianza del geologo di cantiere con uno strumento dalla struttura solida e autoportante.



Questa prova essendo puntuale, ovvero un'asta infissa nel terreno, nella procedura GEOSEC deve sempre essere eseguita dopo l'indagine ERT3D essendo solo quest'ultima idonea a suggerirne la miglior posizione. Infatti senza l'indagine ERT3D sarebbe alquanto difficile poter posizionare il test penetrometrico proprio "là dove serve".



## L'indagine ERT3D

Trattasi di diagnostica geofisica condotta sul campo dal nostro geologo. Prima delle misure i nostri tecnici verificano con attenzione la perfetta connessione dei sensori ai cavi connettori e testano il set up dell'impianto per la ricerca della miglior condizione d'indagine.



Le nostre strumentazioni diagnostiche ERT3D sono tra le più qualificate a livello mondiale per affidabilità e precisione.

Una storica partnership tecnologica con la casa costruttrice IRIS Instruments ci consente di avere ogni giorno sui nostri cantieri il meglio delle attrezzature geofisiche di settore.



## Software di cantiere

15

L'esperienza di cantiere grazie alle numerose squadre operative ci ha permesso di sviluppare in esclusiva con GEOSTUDI ASTIER un software di elaborazione delle misure geoelettriche e geotecniche unico al mondo. Il sistema consente infatti di elaborare in tempo quasi reale un modello numerico complesso ad elementi finiti del terreno e restituire al geologo di cantiere immagini 3D per la successiva valutazione del sottosuolo sia prima di realizzare i fori di iniezione, che durante e dopo il trattamento con resine espandenti. Questo sofisticato strumento consente ai nostri geologi e ingegneri di verificare la bontà del consolidamento in corso d'opera



## Sicurezza del lavoro

La sicurezza rimane un valore organizzativo e tecnico fondamentale. Utilizziamo le migliori attrezzature di perforazione sul commercio per la riduzione delle vibrazioni al corpo dell'operatore.

Dettagli questi, non di poco conto, che fanno del nostro operato quotidiano una dimostrazione tangibile dell'osservanza delle leggi in materia di sicurezza e trasformano l'opera quotidiana delle nostre squadre in risultati di assoluta affidabilità e serietà professionale.



## La foratura

Il foro può essere realizzato secondo diverse profondità e diametri definiti al bisogno dal nostro tecnico di cantiere. Nelle immagini seguenti l'esecuzione di un foro di profondità per fondazione ceduta e la realizzazione di un piccolo foro per l'attraversamento della pavimentazione interna eseguito con trapani leggeri.



Nelle immagini seguenti sono visibili diversi tubi di iniezione in un caso posti su un pavimento piastrellato, nell'altro (in alto a destra) su una piastra di cemento aeroportuale ceduta. Laddove il cliente non avesse la disponibilità di mattonelle sostitutive, il nostro team può eseguire i fori nelle fughe di collegamento riducendo al minimo l'invasività dell'operazione.



## La fase di iniezione

Ogni intervento prevede la presenza sul posto di un nostro geologo specializzato a sovrintendere ogni fase del cantiere. L'importanza di una figura professionale sul posto diviene fondamentale per la buona riuscita del trattamento. E' proprio al Geologo che competono le scelte diagnostiche del terreno e la loro successiva interpretazione tecnica ulteriormente condivisa con i nostri ingegneri dell'ufficio tecnico di sede.



# Network & Membership



Publicazioni scientifiche  
e articoli tecnici su  
[www.geosec.it](http://www.geosec.it)

Abbiamo sviluppato negli anni importanti collaborazioni scientifiche con Università, laboratori d'analisi, Istituti di controllo e ispezione, Enti di normazione, Ordini Tecnici Professionali, Associazioni dei Costruttori affermando la nostra leadership nel ruolo di aggregatori e divulgatori scientifici del settore nei consolidamenti dei terreni con iniezione mirata di resine espandenti.



ICMQ spa (Istituto di controllo e certificazione per le costruzioni) Certificazioni: ISO 9001, ISO 17020, UNI EN 12715



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI CAGLIARI

Università di Cagliari  
(Facoltà di Ingegneria)  
Contratto di ricerca



Dal 2011 GEOSEC è socio UNI  
(Ente Nazionale di Unificazione)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

Università di Milano  
(Dipartimento di Scienze della Terra)  
Contratti di ricerca



CQOP SOA  
(Costruttori Qualificati Opere Pubbliche)  
CL II cat. OS21



WESI Geotecnica  
Contratti di ricerca



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI FERRARA  
- EX LABOR PRODUCTUS -

Università di Ferrara  
(Dipartimento di Scienze della Terra)  
Contratti di ricerca



Geostudi Astier.  
Contratti di ricerca





# Le Potenzialità della Nostra Tomografia ERT3D

Le moderne tecnologie diagnostiche non possono più prescindere dall'utilizzo di queste metodologie di imaging (ERT3D, ERI) per la costruzione di un modello geologico complesso. Le indagini geoelettriche se sovrapposte ad informazioni sulla dinamica nel tempo dei cedimenti strutturali rilevati fuori terra, possono aiutare il tecnico progettista nella valutazione delle cause che hanno generato il cedimento (es. dilavamenti, ristagni d'acqua etc.), informazioni utili che permettono di progettare, controllare e validare il proprio lavoro durante il consolidamento con resine espandenti. Ma perché determinare la distribuzione della resistività elettrica? Le ragioni che inducono a tenere in considerazione questo parametro di indagine sono diverse e riassumibili nei punti seguenti:

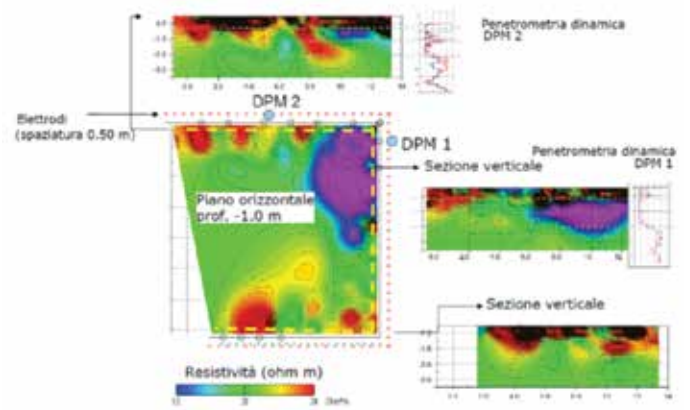
1) Innanzi tutto il cedimento differenziale non sempre è un esclusivo problema di incremento di capacità portante del terreno di fondazione, semmai è da intendersi più rilevante il "come" si ottiene questo incremento e se tale effetto è garantibile nel tempo sull'opera.

2) Buona parte delle litologie che incontriamo nei suoli superficiali (es. argille, limi, sabbie) hanno intervalli di valori di resistività caratteristici che le rende spesso distinguibili le une dalle altre. Lo stesso principio vale per il confronto tra suoli e materiali di cui si compongono le fondazioni.

3) Le resine espandenti per iniezione sono per alcuni contesti marcatamente di contrasto con il terreno di fondazione.

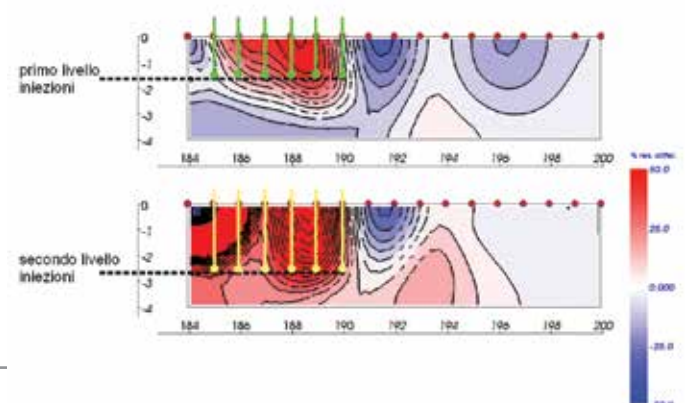
Entrando più nel dettaglio l'ERT3D consente al Geologo di cantiere di rilevare a priori del trattamento le caratteristiche litologiche dei volumi di terreno al di sotto della costruzione sia in zona ceduta che stabile. Nell'immagine seguente si mostra come l'indagine ERT3D ha permesso

di rilevare una perdita fognaria al di sotto di un edificio (area di colore viola). Successivamente il nostro Geologo ha eseguito dei test penetrometrici mirati per conoscere la resistenza meccanica del volume soggetto ad infiltrazione. La sovrapposizione dei due test ha trovato una marcata correlazione di sito tra valori di resistività e di resistenza meccanica.



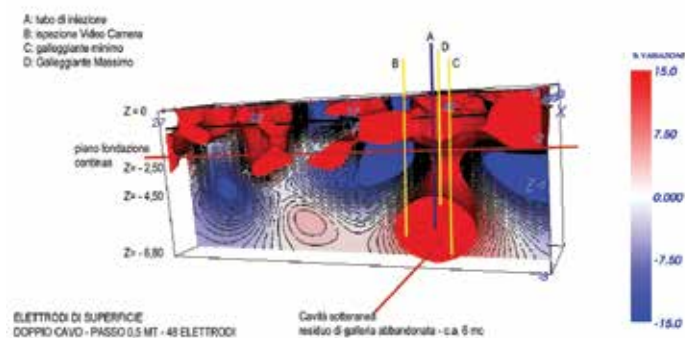
Nell'immagine successiva mostriamo come l'indagine ERT3D sia in grado di verificare gli effetti del trattamento di iniezione. Nell'esempio è stato eseguito un primo livello di iniezioni che ha restituito per questo caso una evidente variazione positiva di resistività (volumi in rosso), a significare una riduzione dei vuoti e uno spiazzamento e riduzione dell'acqua interstiziale presente nel terreno di fondazione (volumi in blu).

Variazione di resistività elettrica del terreno in seguito a diverse iniezioni (sezione estrapolata da volume 3D)



Successivamente è stato eseguito un secondo livello di iniezioni sottostanti per profondità al primo che mette in evidenza l'ulteriore miglioramento del terreno esteso in questo caso anche a profondità ben superiori alla profondità dei tubi di iniezione. Nell'immagine seguente vogliamo mostrarvi un riempimenti di cavità al di sotto di un condominio residenziale.

L'impianto diagnostico era completato con fori di video ispezione di profondità per il controllo dell'espansione della resina e del riempimento della cavità. Fori di sfiato sono stati realizzati preliminarmente per la sicurezza della volta naturale di cavità. Ogni dettaglio operativo compete per il miglior risultato ottenibile.



Infine vogliamo concludere questa sezione con una domanda: sapevate che la tomografia elettrica funziona bene anche in acqua? Uno studio commissionatoci dalle Ferrovie dello Stato per rilevare l'immagine del terreno di fondazione al di sotto di un appoggio del ponte ferroviario ha permesso di ottenere grazie alla tomografia della resistività elettrica utili informazioni sul terreno e sulla profondità della fondazione.

Nella fotografia seguente sono visibili gli elettrodi trasmettitori e ricevitori tra loro collegati mentre si stendono sul pelo libero del torrente grazie a galleggianti colorati predisposti. Il sistema diagnostico ha permesso dunque di eseguire i rilevamenti senza interrompere la linea di percorrenza dei treni.





Ci piace definirla una "resina intelligente"

20

## La Resina **MAXIMA**<sup>®</sup>

Frutto di una costante innovazione, divenuta negli anni icona tecnologica di affidabilità e qualità senza paragoni, oggi MAXIMA<sup>®</sup> è la resina d'avanguardia per i consolidamenti del terreno con iniezioni mirate espandenti.

Una resina poliuretanicica in grado di assicurare elevate prestazioni e lunga durata per ogni tipo di intervento.

La sua formulazione chimico-fisica finale permette di mantenere consolidato il sito perfettamente stabile, rispettoso dell'ambiente. MAXIMA<sup>®</sup> è un prodotto sottoposto a severi controlli qualità per garantire i massimi livelli degli standard di settore. Le materie prime provengono da fornitori internazionali di elevata affidabilità. L'incontro perfetto tra una resina d'eccellenza e una soluzione tecnologica ancora oggi unica.

La resina è un formulato poliuretanicico espandente bi-componente a celle chiuse. Iniettata allo stato liquido nel terreno granulare o fratturato permette di percorrere gli spazi presenti andando a riempire e colmare intelligentemente

proprio quei vuoti che sono stati causa del cedimento. Nei terreni coesivi invece esalta le sue capacità espansive per comprimere quei volumi particolarmente saturi di acqua stagnante.

La struttura a "celle chiuse" consente invece di mantenere al meglio le caratteristiche di resistenza chimico-fisica alle sollecitazioni esterne che rendono MAXIMA<sup>®</sup> perfettamente stabile nel tempo.

La sua velocità di espansione è invece modificabile direttamente in cantiere grazie ai nostri laboratori mobili di iniezione in funzione degli effetti perseguibili, garantendo vantaggiose modulazioni tra forza più o meno espandente e capacità di permeazione più o meno prolungata.

Infine test di cessione all'eluato eseguiti da un prestigioso laboratorio nazionale su campioni MAXIMA<sup>®</sup>, hanno dimostrato che un sito rimane non inquinato anche dopo il trattamento di consolidamento e stabilizzazione.



La resina MAXIMA nei terreni granulari



La resina MAXIMA nei terreni coesivi



## Proprietà Tipiche dei Componenti

	Unità	Poliolo	Isocianato	Metodo
<b>Numero di ossidrile (as KOH)</b>	mg/g	350 - 370		ASTM D 4274
<b>Titolo NCO</b>	%		30 - 32	ASTM D 5155
<b>Viscosità</b>	mPa.s	500 - 600 (25°C)	200 - 250 (25°C)	ASTM D 445
<b>Peso specifico</b>	-	1,04 (25°C)	1,19 - 1,23 (25°C)	ASTM D 891

## Caratteristiche Tipiche di Polimerizzazione

	Unità	Miscelazione Manuale	Metodo
<b>Tempo di Crema</b>	s	40-60*	Metodo interno SH-PM-02
<b>Tempo di gelo</b>	s	80-110*	Metodo interno SH-PM-02
<b>Tempo di fine espansione</b>	s	95-115*	Metodo interno SH-PM-02
<b>Tempo di tack free</b>	s	90-110*	Metodo interno SH-PM-02
<b>Densità in libera</b>	Kg/m <sup>3</sup>	50 - 60*	Metodo interno SH-PM-04

\*Dati ottenuti a temperature: 20 e 25°C

## Proprietà Tipiche del Polimero

	Unità	Valori	Metodo
<b>Contenuto celle chiuse</b>	%	80-90**	UNI EN ISO 4590
<b>Stabilità Dimensionale</b> (variazione lineare 20h 70°C) (variazione lineare 48h 70°C)	%	< 1** < 1**	UNI 8069-80
<b>Resistenza a Compressione</b>	kPa	400 - 500**	UNI EN ISO 844
<b>Resistenza a Compressione</b>	ε (%)	≤ 5**	UNI EN ISO 844
<b>Carico a Flessione</b>	N	30 ≤ F ≤ 40**	UNI EN ISO 12091
<b>Carico a Flessione</b>	f (mm)	7 ≤ f ≤ 15**	UNI EN ISO 1209-1
<b>Resistenza a Trazione</b>	MPa	≥ 50**	UNI EN ISO 527-2
<b>Trasmissione del Vapore</b>	μg/m <sup>2</sup> s	200 ≤ VTVA ≤ 300**	UNI 12086-1999
<b>Compatibilità Ambientale</b>		In linea con il D.Lgs. 152/06 del 03/04/2006 e la delibera del 27/07/1984**	
<b>Assenza di composti pericolosi per l'uomo e per l'ambiente elencati nelle principali liste Europee</b>		European Directives 2011/65/EU and 2002/96/EC on the Restriction of the Use of Hazardous Substances (RoHS) in Electrical and Electronic Equipment.  EU. REACH: Candidate List of Substances of Very High Concern for Authorization (SVHC) (ECHA, date of last inclusion: 18 June 2012)  EU. Regulation 1005/2009/EC on substances that deplete the ozone layer	

\*\*Dati ottenuti con le temperature specificate nelle norme di riferimento.



# Test site in vera Grandezza

Nel 2011 abbiamo commissionato all'Università degli Studi di Milano, facoltà di scienze della Terra, un test in vera grandezza per la:

*Valutazione dell'efficienza delle iniezioni di resine espandenti per il consolidamento dei terreni di fondazione mediante prove geotecniche e indagini di tomografia elettrica tridimensionale.\**

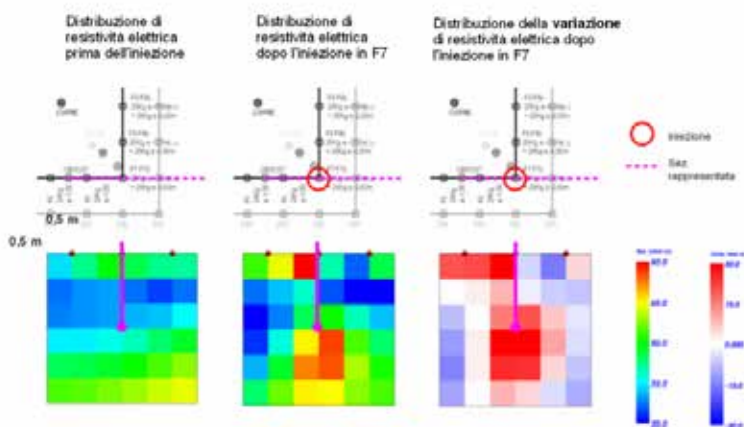
E' stato quindi approntato un sito test in cui sono state eseguite prove geotecniche e geofisiche, prima e dopo la simulazione di un intervento, effettuato con modalità del tutto simili alla normale pratica di cantiere.

## Risultati geofisici

I risultati delle indagini geofisiche possono essere analizzati a due livelli di dettaglio: a livello di "macroscala" abbiamo osservato, in grande, le variazioni di resistività elettrica instauratesi nel volume di terreno oggetto del trattamento. Un livello di analisi nell'intorno del punto di iniezione può consentire un diretto confronto delle informazioni geofisiche con quelle dedotte dalle prove geotecniche in situ e di laboratorio.

La figura in alto a destra riporta i valori di resistività elettrica riscontrati nelle celle all'intorno di un punto di iniezione, in corrispondenza della misura ERT pre-trattamento (tempo  $T^0$ , prima colonna) e poi osservati al tempo  $T^1$  (seconda colonna) successivamente all'iniezione. Nella terza colonna, infine, sono espresse le variazioni assolute della resistività per ciascuna cella. Decisi incrementi di resistività sono riscontrati nel nucleo interno più prossimo

Comportamento elettroresistivo del terreno nell'intorno del punto di iniezione (sezione estrapolata da volume 3D)



al punto di iniezione, con variazioni anche dell'ordine del 50-100%, molto coerenti con gli incrementi delle proprietà meccaniche evidenziati dai test geotecniche e descritti nel paragrafo precedente: l'aumento resistivo è conseguenza della riduzione dell'indice dei vuoti e della compattazione del terreno.

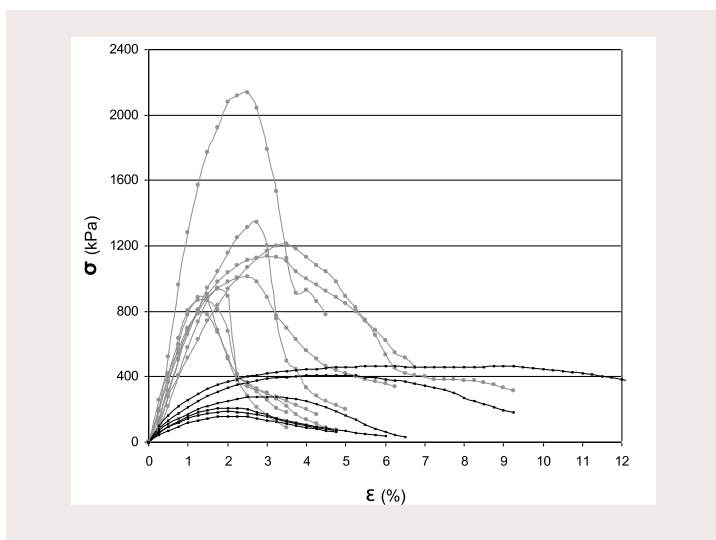
Il progressivo allontanamento dal punto di iniezione mette in evidenza zone a decremento resistivo da attribuire, come detto, all'effetto di spiazzamento di acqua dai pori conseguente all'espansione della resina.



\* AGI - Convegno Nazionale di Geotecnica - Napoli 22-24 giugno 2011  
Autori: Apuani T., Giani G., d'Attoli M., Fischanger F., Ranieri G., Santarato G.

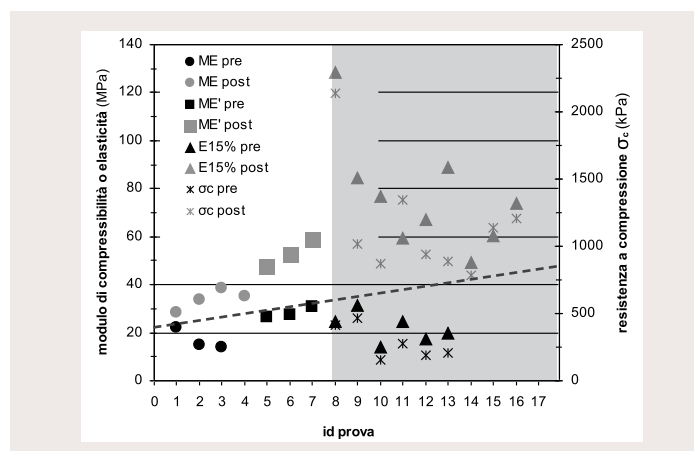
## Risultati geotecnici

Il grafico seguente confronta le curve sforzo-deformazione ottenute mediante prove ELL in campioni non trattati e trattati. I campioni trattati investigati hanno resistenza a compressione  $\sigma_c = 1147$  kPa (valor medio di 9 campioni) con  $\sigma_c = 788 \div 2136$  kPa, e modulo elastico medio  $E_{15\%} = 76$  (MPa) con  $E_{15\%} = 49.2 \div 128.2$  MPa, che equivale ad un incremento di oltre il 300% nei valori di resistenza a rottura e di circa 250 % nei moduli di elasticità.



Anche confrontando i valori di compressibilità ottenuti da prove di carico su piastra (immagine a destra), eseguite a fondo scavo tra due iniezioni uguali per trattamento, si apprezza il considerevole aumento della portanza del terreno, con  $ME = 28.5 \div 38.6$  MPa e  $ME' = 47.6 \div 58.7$  MPa calcolati rispettivamente sulla prima e seconda curva di carico.

La retta tratteggiata in figura delimita i campi di valori tipici del materiale "pre-trattamento" da quelli "post-trattamento". I dati rivelano coerentemente un certo effetto scala: l'area ombreggiata in figura delimita prove di laboratorio con campioni di diametro 5 cm, mentre la piastra di carico ha diametro 30 cm.



Anche le prove CPTU eseguite dopo l'intervento testimoniano del miglioramento meccanico avvenuto nell'intorno dell'area trattata con valori di incremento medi, in termini di  $F_s$ ,  $Q_c$ ,  $R_f$ , (figura 3a) di seguito riportati:

$Q_c$ , pre  $\sim 7$ MPa,  $Q_c$ , post  $\sim 9$ MPa

$F_s$ , pre  $\sim 0.2$ MPa,  $F_s$ , post  $\sim 0.5$  MPa

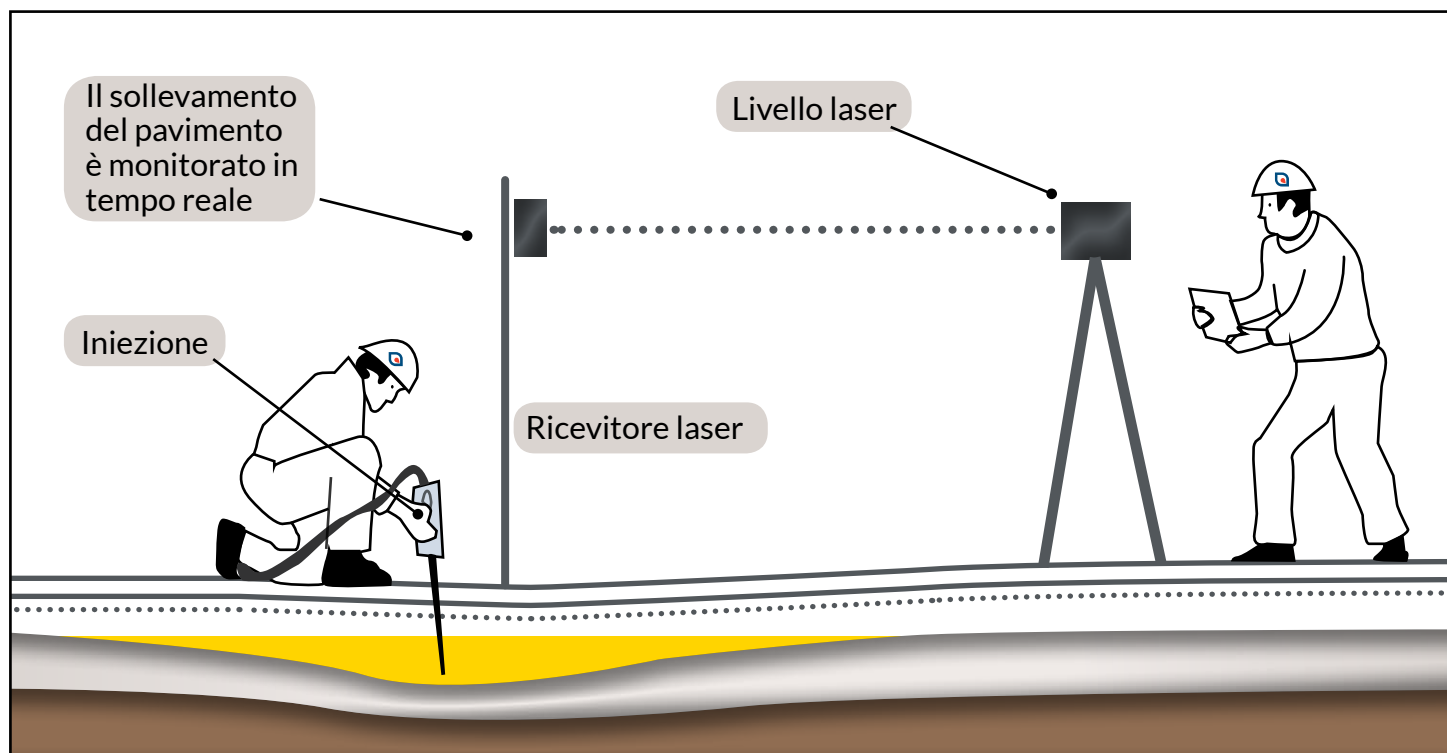
$R_f$ , pre  $\sim 2.5\%$ ,  $R_f$ , post  $\sim 4.5\%$ .





# SOIL STABILIZATION™

## Soluzione Semplice ed Economica



Metodo dedicato alla compattazione e al consolidamento del sottofondo di pavimentazioni civili, industriali, aeroportuali. Sfrutta l'iniezione di resina sintetica GEOSEC®, introdotta nell'interfaccia terreno/manufatto ceduto mediante piccole cannule metalliche poste a maglia regolare sull'area da trattare; la resina, iniettata liquida a leggere pressioni, riempie tutti i vuoti sottostanti e successivamente, espandendosi in seguito a reazione chimica, produce un'efficace azione di compattazione e consolidamento del sottofondo.

Per consolidamenti in profondità nel terreno il metodo SOIL STABILIZATION potrà essere integrato dalla soluzione SEE&SHOOT di pag. 11.

### Descrizione delle fasi di lavoro:

Individuata la zona ceduta o depressa con un livello laser a precisione millimetrica, si procede a realizzare una

serie di piccoli fori del diametro compreso tra 8 e 30 mm attraverso la struttura di pavimentazione, si introducono quindi nei suddetti fori appositi tubi metallici per favorire il posizionamento della resina liquida, stimata in quantità secondo consumi presunti. Nel frattempo in superficie, contestualmente all'iniezione, si procede con il monitoraggio passivo, mediante semplici livelle e/o sensori di precisione.

### Risultati attesi:

- Stabilizzazione del sottofondo ceduto;
- Riempimento e costipazione dei vuoti;
- Eventuale sollevamento della pavimentazione/parete ove la struttura depressa purché integra lo consenta;
- Riattivazione della struttura di fondazione contro terra e redistribuzione delle tensioni indotte nel terreno;
- Isolamento parziale della struttura contro terra.

# Preserviamo il Tuo Valore



L'attestazione di un rapporto di responsabilità verso tutti i nostri clienti. Per primi in Italia nel nostro settore abbiamo posto al centro un **rapporto chiaro e trasparente, qualificato da ICMQ**, organismo tecnico di **controllo e ispezione di terza parte indipendente**, il più autorevole in Italia nel settore delle costruzioni.

Una commissione tecnica **ICMQ** ha eseguito una attività di controllo circa la chiarezza, la completezza e l'adeguatezza delle procedure GEOSEC®.

In particolare **ICMQ** ha provveduto al controllo di:

- Attività diagnostiche del terreno compresi i software di elaborazione e restituzione delle misure diagnostiche;
- Modalità di progetto, controllo e verifica dell'intervento;
- Certificati relativi ai prodotti d'iniezione;
- Schede tecniche dei macchinari e delle attrezzature;
- Procedure di cantierizzazione e di sicurezza del lavoro;
- Protocolli di gestione di eventuali effetti collaterali e la gestione dei reclami.

A seguire ogni anno gli ispettori tecnici **ICMQ** eseguono a campione una scrupolosa attività di controllo e ispezione in campo su diversi cantieri Europei del gruppo GEOSEC al fine di verificare l'esatta conformità dell'intervento alla sua regola dell'arte.

Il gruppo GEOSEC è stato pioniere nel suo settore nell'ottenere questa importante certificazione **ICMQ**.

Una qualifica tecnica quella **ICMQ** che consente al gruppo GEOSEC di disciplinare in modo trasparente ed autorevole il rapporto con progettisti, direttori dei lavori e Clienti finali. Una certificazione autorevole riconosciuta a livello internazionale che diviene un utile e preciso riferimento (certificato da **ICMQ**) per la definizione della regola dell'arte nel consolidamento dei terreni con tale metodo.



## Capitale Intellettuale

# Per la miglior competitività e migliori prestazioni

La proprietà intellettuale è un elemento fondamentale della nostra strategia di ricerca e sviluppo che ci consente di offrire al Consumatore finale soluzioni di **elevata specializzazione e qualità alle migliori condizioni economiche sul mercato.**

Un patrimonio di conoscenze ed esperienze, che con i numerosi marchi e brevetti nazionali, europei e internazionali rappresenta oggi per GEOSEC una parte importante del suo valore d'impresa e la distingue con autorevolezza sul mercato internazionale nella competizione con la concorrenza.

Scegliere un prodotto o una soluzione brevettata significa garantirsi la **qualità dell'originale**, l'affidabilità che proviene da una elevata esperienza tecnologica tipica di una soluzione proprietaria dell'inventore.

Acquistare una soluzione brevettata significa inoltre premiare gli investimenti di quelle aziende innovative che credono nel progresso e producono qualità a vantaggio di tutti, allo stesso tempo significa difendere il prezioso lavoro quotidiano di tanti lavoratori che con passione e competenza garantiscono la frontiera dell'eccellenza sul mercato valorizzando il prestigio del **"Made in Italy"** in tutto il mondo.





# GROUNDFIX™

## IL PALO ATTIVO PRESSO INFISSO DI GEOSEC

27

**CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE PROFONDO DELLE FONDAZIONI**

### Obiettivi

GROUNDFIX™ è una tecnologia di palificazione attiva, mini invasiva, che si avvale di speciali elementi modulari in acciaio assemblati ed infissi a pressione nel terreno, mediante martinetti idraulici prefissati alla struttura di fondazione originaria con piastre e malte di ancoraggio ad alta resistenza. GROUNDFIX™ rappresenta la soluzione strutturale per il consolidamento più profondo delle fondazioni con finalità di trasferimento dei carichi verso terreni più portanti.







# GROUNDFIX™



## INSTALLAZIONE MICROPALO

Il palo presso infisso GROUNDFIX™ è dimensionato per differenti diametri: 63 - 76 - 114 mm. Durante la posa necessita di ancoraggio in fondazione mediante piastre d'acciaio per il successivo contrasto della struttura edificata. Il palo viene infissolentamente nel terreno a pressione controllata. Elementi d'acciaio modulari sono spinti fino al raggiungimento dell'orizzonte solido di progetto. Al termine, prima di rendere solidale il palo alla fondazione originaria, sarà comunque possibile applicare carichi superiori a quelli d'esercizio, con conseguente inibizione del cedimento primario post-collegamento; Inoltre sarà possibile eseguire una prova di carico per il collaudo finale di ogni singolo micropalo.

Al bisogno potranno essere abbinare iniezioni di resine espandenti in superficie per il ripristino del contatto tra la fondazione originaria e il suo piano di posa oppure per migliorare l'addensamento del terreno nello strato attraversato dal palo.

CONFORME

NTC 2008 - EUROCODICE 7

C.M. N. 617 DEL 02.02.2009





## VANTAGGI TECNICI



- Possibilità di collaudare la portata di ogni singolo micropalo;
- Possibilità di pre-carico attivo;
- Assenza di materiale di risulta;
- Rapidità nei tempi di realizzazione;
- Ridotto impatto del cantiere;
- Assenza di vibrazioni durante l'infissione dei micropali;
- Quando la struttura lo consente, sarà possibile il recupero di cedimenti.

GARANZIA

**10**  
ANNI

## GARANZIA DECENNALE E POSTUMA

Grazie alla collaborazione con groupama assicurazioni, siamo in grado di proporre una estensione di garanzia sull'intervento anche mediante copertura assicurativa postuma decennale. Per saperne di più visita il nostro sito: [www.geosec.it](http://www.geosec.it).

DETRAZIONE  
FISCALE

fino  
al  
**65%**

## VANTAGGI FISCALI ED ECONOMICI

Per questi interventi è possibile usufruire delle seguenti agevolazioni fiscali:

- IRPEF fino dal 50% del costo dell'intervento di ristrutturazione edilizia oppure fino al 65% per interventi di miglioramento sismico.
- L'applicazione dell'IVA agevolata al 10%.

FINANZIAMENTO

24  
mesi  
**TASSO  
ZERO**

Convenzione con società di credito per di finanziamenti dell'importo lavori in 24 rate a tasso zero, previo approvazione della finanziaria. Chiedi maggiori informazioni al nostro tecnico commerciale in fase di sopralluogo.





# GROUNDFIX™

IL PALO ATTIVO PRESSO INFISSO DI GEOSEC





Solo alcuni dei nostri interventi più rappresentativi

---

# Migliaia di interventi e di clienti soddisfatti

31

---



Nella sezione case history del sito [www.geosec.it](http://www.geosec.it) potrete consultare un copioso elenco di clienti che hanno risolto i problemi di cedimento delle fondamenta con le nostre soluzioni.



# Schede tecniche di intervento

## Sezione Case History [www.geosec.it](http://www.geosec.it)

Aeroporto di Madrid Barajas Adolfo Suárez, Palazzo contarni Corfù Venezia, Torre Palazzo La Marmora Biella, Santuario di Careno Parma, Centrale idroelettrica Enel Franciolini, Metro Leggero Ovest Madrid, Stabilimento industriale Eurocopter Marsiglia, Centro commerciale BigMat Parigi, Centro commerciale Lidl Madrid, condomini residenziali quartiere Los Angeles Madrid, Acquedotto Mediceo Pisa, Museo

Taurino di Cordoba, Santuario della Forcella Bergamo, Teatro Verdi Fiorenzuola, Istituto Ospedaliero Rizzoli di Bologna, Istituto Tecnico Statale Lirelli di Vercelli, Mura Scaligera di Lazise Verona, Campus Universitario Parma, Monastero delle Clarisse San Casciano, Scuola Primaria di Gandellino Bergamo, Chiesa Santa Croce di Nuoro, Scuola Don Milani di Faenza, Chiesa del Purgatorio Reggio Calabria, Distaccamento aeroportuale di Brindisi, Scuola Materna Guasila Cagliari, Palestra Comunale Caprino Veronese e tanti altri.





# TORRE PALAZZO LA MARMORA - BIELLA

33

## Tipologia di intervento:

Tecnologia SEE&SHOOT

Brevetto Europeo EP1914350

Brevetto Italiano IT1.368.567

## Localizzazione:

Corso del Piazza, 19 BIELLA.

## Committente:

Francesco Mori Ubaldini

degli Alberti La Marmora.

## Estensione intervento:

23 mt lineari di fondazione.



## Tipologia della Costruzione:

Il Palazzo celebra i fasti di una delle più prestigiose casate del Piemonte. Costruzione del XIII secolo per volontà della famiglia Ferrero termina la sua completa realizzazione nel 1800. Struttura complessa costituita da 5 cortili e 5 moduli alti circa 10 mt che si completano con la torre del Masserano. Da una altura di circa 480 m s.l.m. la torre ottagonale domina la città a ridosso del quartiere antico del Vernato e del complesso rinascimentale di San Sebastiano. Oggi il palazzo storico è in parte adibito a dimora provata e in parte è una sede museale del Piazza di Biella.





### Quadro fessurativo:

Molteplici lesioni con prevalenza ad orientamento verticale.



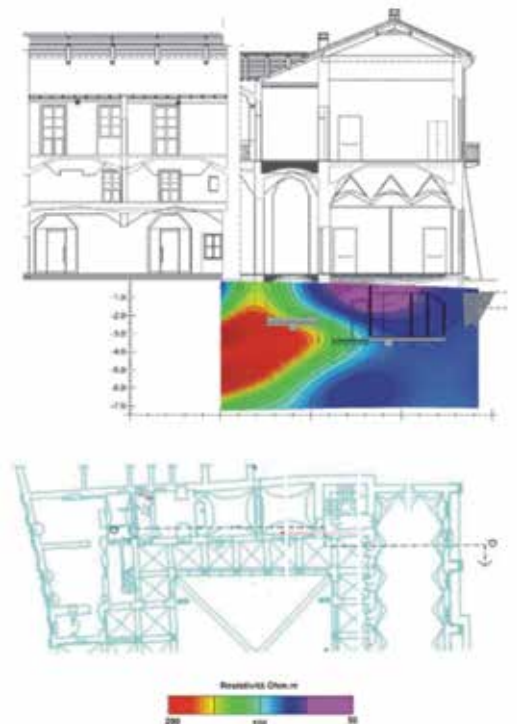
### Impianto diagnostico:

Tomografia elettrica 3D in pozzo con cavi a perdere nel terreno e tomografia elettrica di superficie.

Nell'immagine a destra uno dei cavi posti in foro per le acquisizioni ERT di profondità.



### Test di Tomografia della resistività Elettrica ERT 3D.



## Tipologia di intervento:

SEE&SHOOT

Brevetto Europeo n. EP1914350.

Brevetto Italiano IT1.368.567

## Bibliografia scientifica:

Near Surface - 4D cross-borehole electrical resistivity tomography to control resin injection for ground stabilization: a case history in Venice (Italy).

Autori: Fischanger F., Morelli G., Ranieri G., Santarato G., Occhi M. 2013.

## Committente:

SACAIM s.p.a.

Società Impresa di Costruzioni.

## Localizzazione:

Palazzo Contarini Corfù

in Canal Grande

Via Dorsoduro 1057 VENEZIA.

## Estensione intervento:

volume significativo di fondazione lagunare per 25 metri lineari in pianta.



## Cenni Storici:

A pochi passi da Piazza San Marco affacciato sul prestigioso Canal Grande si erige in tutto il suo splendore storico e artistico Palazzo Contarini Corfu', edificato nel quattrocento subì notevoli e ripetute modifiche nel successivo ottocento. Al suo interno sono ancora ben conservati affreschi pregiati e stucchi settecenteschi.

Anche nella controfacciata rimangono visibili ulteriori tracce di affreschi questa volta risalenti al cinquecento.

Asinistra l'appoggio e su Palazzo Contarini degli Scrigni sempre di realizzazione rinascimentale dell'architetto Vincenzo Scamozzi. Intramontabile ricordo tratto dalle memorie delle cronache del tempo rimane ancora la grande festa del 1524 organizzata dal Doge Andrea Gritti e Paolo Contarini, figlio di Zaccaria il Cavaliere: "quel giorno tutto il Palazzo era addobbato di tappeti e arazzi preziosi".

Alcuni pezzi d'epoca della pinacoteca Contarini sono tutt'oggi conservati nelle gallerie dell'Accademia.





### Tipologia della Costruzione:

Palazzo Storico del XIV secolo realizzato da Vincenzo Scamozzi, oggi dimora privata della famiglia Rocca. Edificio di 3 piani fuori terra. Tipica fondazione lagunare appoggiata su antiche infissioni di legno e sovrastante fasciame incrociato di appoggio agli elementi in muratura, geometria variabile.



### Tipologia del dissesto:

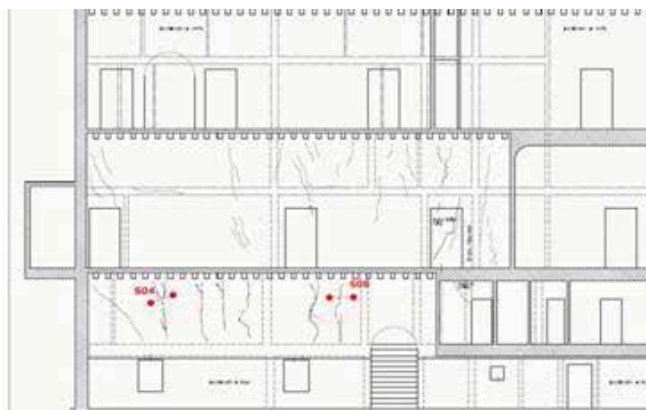
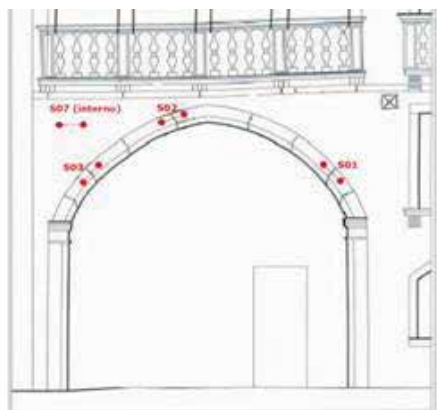
evidenti lesioni da cedimento differenziale rivolti all'incrocio strutturale di murature piene in luogo dell'angolo (Canal Grande/ Rio SS Gervasio e Protasio).



Preliminarmente sono stati integrati i dati forniti dalla D.L. con una nostra diagnosi ERT 3D dei volumi di terreno sottostanti l'impronta del fabbricato per poter meglio rappresentare le porzioni di terreno nel volume significativo ritenute anomale e disomogenee rispetto al contesto generale.

Successivamente si è provveduto a definire condotti di iniezione mirati a trasferire effetti significativi di riduzione e/o eliminazione delle anomalie riscontrate verso quei volumi disomogenei più significativi.

Per questo caso le iniezioni mirate di resina espandente sono state eseguite tra il cordolo di fondazione ed il terreno in appoggio.



Contesto Litologico rilevato:

0-3 mt	Riporto sabbia media limosa color nocciola e frammenti mattoni e malte.
3 - 3,5 mt	Blocchi di arenaria colore grigio
3,5 - 3,7 mt	Tavolato in legno
3,6 - 4,20 mt	Limo sabbioso debolmente argilloso colore chiaro e frammenti lignei
4,20 - 6,10 mt	Limo sabbioso con rari moduli e veli di sabbia
6,10 - 10,10 mt	Sabbia da media a media fine di colore grigio chiaro
10,10 - 10,60 mt	Limo argilloso debolmente sabbioso
10,60 - 13,70 mt	Sabbia media debolmente limosa colore grigio

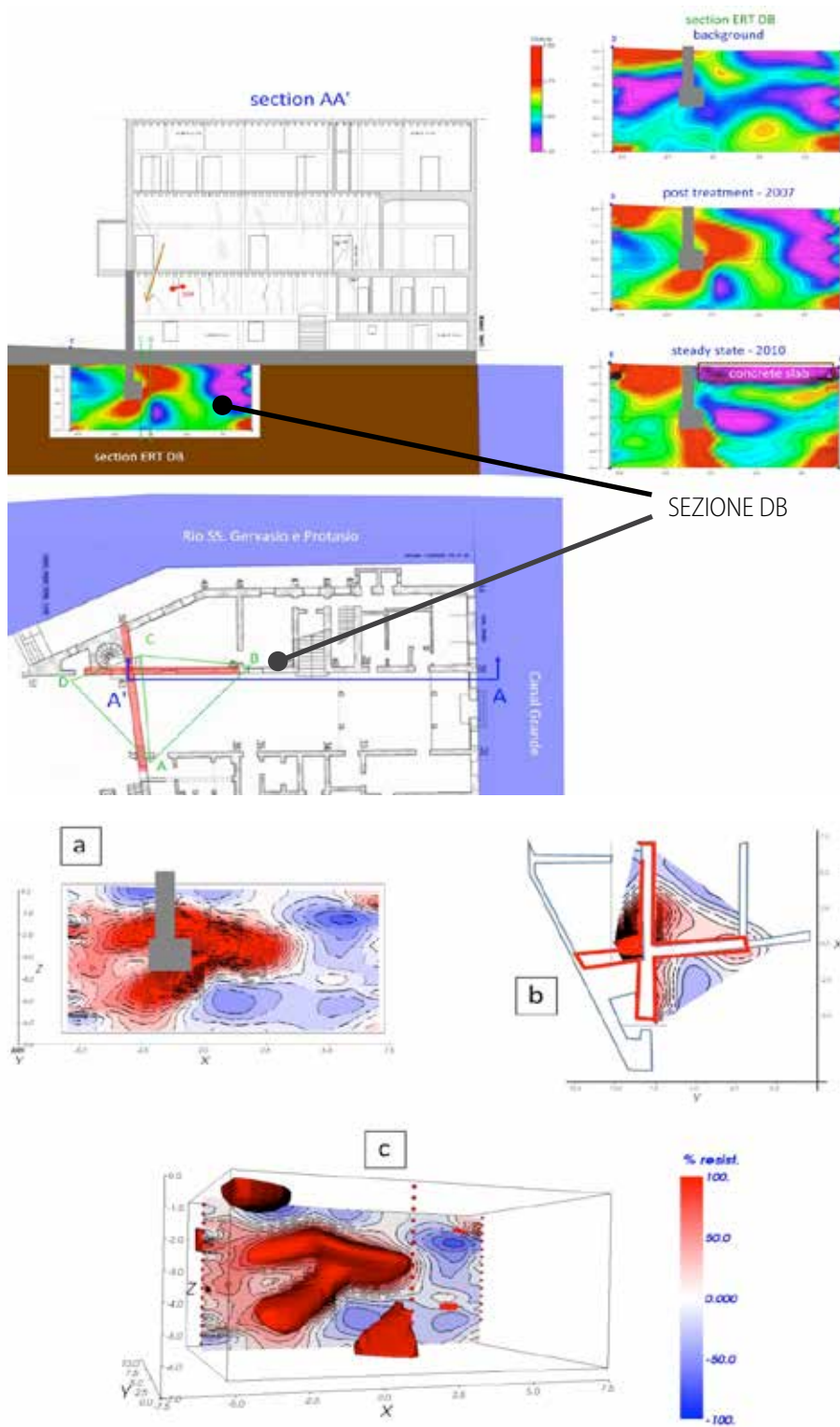
Test di Tomografia della resistività Elettrica ERT 3D:

Variazione della resistività elettrica nel volume significativo del terreno di fondazione.

Sezione principale DB:

- Pre intervento
- Post intervento 2007
- Post intervento 2011

a), b) c) volumi di incremento percentuale (>100%) di resistività post intervento.



PALAZZO  
CONTARINI  
CORFU' - VENEZIA





# MONASTERO DELLE CLARISSE - SAN CASCIANO

## Tipologia di intervento:

SEE&SHOOT

Brevetto Europeo n. EP1914350.

Brevetto Italiano IT1.368.567.

## Localizzazione:

Via San Francesco 40/A

San Casciano Val di Pesa.

## Committente:

Monastero delle Clarisse  
di San Casciano.

## Estensione dell'intervento:

Le operazioni di consolidamento del terreno di fondazione si sono svolte, trattando un'estensione complessiva di circa 28 mt lineari di fondazione.

## Tipologia della Costruzione:

Edificio in muratura portante tradizionale.



Antico convento Franciscano che risale alla fine del quattrocento. Inaugurato nel 1492 è costituito da un edificio rinascimentale di proporzioni impegnative e da una chiesa con campanile. Struttura in muratura di pietra e laterizi.





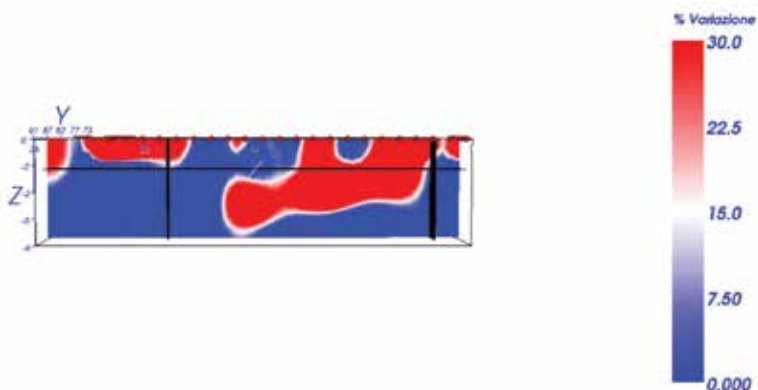
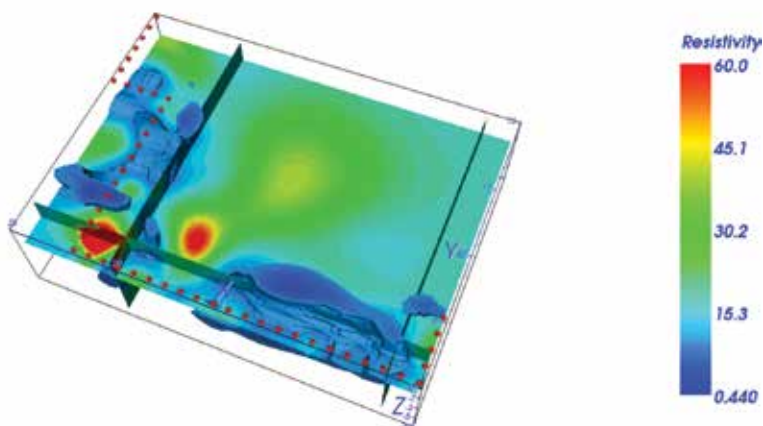
### Tipologia del dissesto e quadro fessurativo:

Lesioni passanti ai setti murari portanti.

Per la ricostruzione del modello geoelettrico 3D è stato utilizzato 1 cavo multipolare a 24 elettrodi interspaziati di 2 m. Utilizzando opportune sequenze di acquisizione con dispositivo polo-dipolo è stato possibile ottimizzare sia la risoluzione spaziale che la penetrazione di indagine fino alla profondità massima di indagine di 6 m. La strumentazione adottata (Syscal Pro a commutazione concentrata, prodotto da IRIS Instruments FRANCE), ha permesso di eseguire misure di alta precisione, con correnti indotte fino ad oltre 2 Ampere. Fondamentale in fase di acquisizione dati è stata la continua ed automatica compensazione del potenziale spontaneo, specie nei casi in cui tali valori sono risultati essere dell'ordine di qualche decina di millivolts.



L'elaborazione 2D delle misure di campagna è stata effettuata con software proprietario capace di ricostruire la distribuzione di resistività reale in due dimensioni attraverso inversione completa dei dati di campo utilizzando il metodo degli elementi finiti (Morelli G., 1996), mentre la visualizzazione tridimensionale dinamica 3D è stata ottenuta mediante l'applicativo esclusivo per il procedimento See&Shoot di GEOSEC.



### Test di Tomografia della resistività Elettrica ERT3D:

Variazione della resistività elettrica nel volume significativo del terreno di fondazione



### Logistica di cantiere:

GEOSEC è attrezzata con laboratori mobili di iniezione in grado di sopperire a qualunque necessità operativa. Un gruppo elettrogeno alimenta l'impianto di iniezione e le attrezzature diagnostiche di controllo sul mezzo. Le iniezioni possono essere eseguite fino a 80-100 mt dal laboratorio mobile.



### La fase di iniezione:

Sempre con il controllo geofisico ERT 3D è stato eseguito un trattamento mirato del terreno mediante iniezioni di resine espandenti.



# MURA SCALIGERA DI LAZISE - VERONA

41

## Tipologia di intervento:

SEE&SHOOT

Brevetto Europeo n. EP1914350.

Brevetto Italiano IT1.368.567.

## Localizzazione:

Cortina Muraria di LAZISE (VR)

Versante Veronese del Lago di

Garda.



## Committente:

Comune di LAZISE (VR).

## Progettisti:

Opere strutturali di  
consolidamento:

Ing. Alberto Maria SARTORI

Restauro architettonico:

Arch. Lino Vittorio BOZZETTO.

## Imprese esecutrici:

GEOSEC s.r.l.

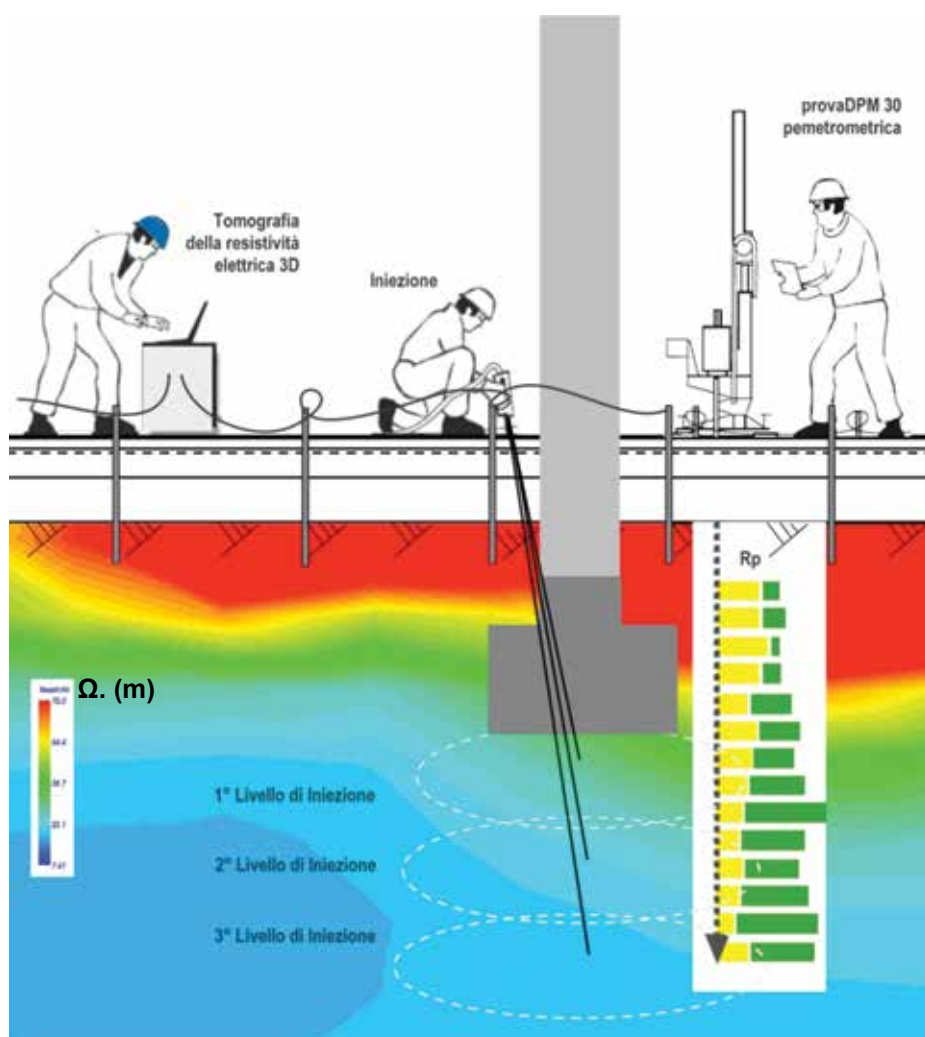
Consolidamento fondazioni

De CARLI GABRIELLA s.a.s.

Restauro e risanamento

conservativo della struttura

muraria.



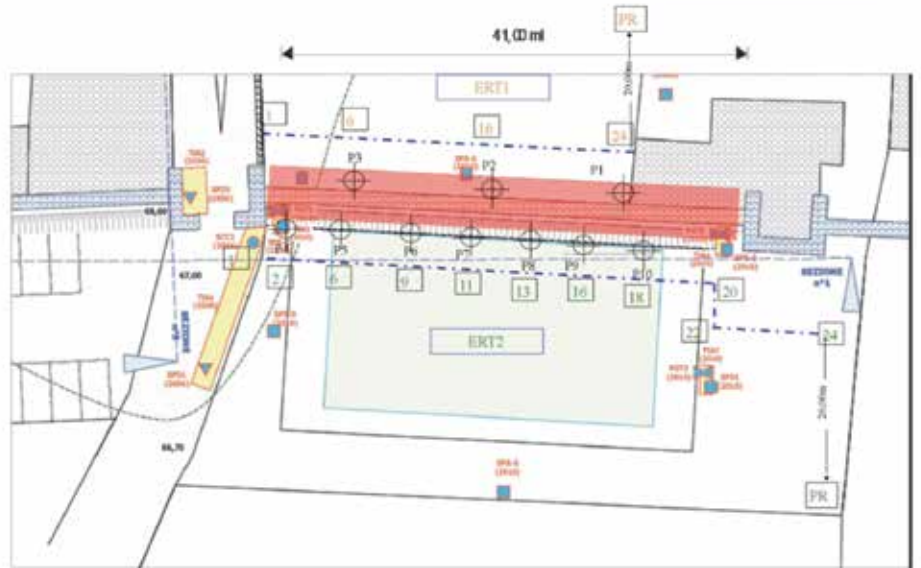
Schema tipo della soluzione tecnologica adottata





ERT1: el. 1-7 passo 2,00m  
el. 7-21 passo 1,00m  
El. 21-24 passo 2,00m




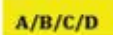
ERT2: el. 1-24 passo 2,00m  
El. 1-18 quota +1,20m  
El. 20 quota 0,00m  
El. 20-24 quota 0,00m



### Impianto di Cantiere:

Per questo intervento sono state allestite, in accordo con la Direzione lavori e il Coordinatore della sicurezza, tre diverse aree di lavoro. L'organizzazione del cantiere NON ha comportato interferenze spazio temporali con la popolazione e ha permesso ai turisti di poter accedere all'insediamento storico compreso all'interno della mura senza alcun disagio. Gli elementi maggiormente degradati in sommità alla mura sono stati fissati con appositi ancoraggi di sicurezza e le aree a terra destinate ai lavori di consolidamento del terreno sono state protette con un ponteggio tradizionale, già previsto per le successive opere di restauro conservativo eseguite dall'impresa De Carli.



-  Zona di Intervento
-  Area di Cantiere
-  Percorsi di accesso al cantiere
-  Accessi di cantiere [larghezza (A = 4 ml) (B = 6 ml) (C = pedonale da definire) ]



### Tipologia della costruzione:

Dall'esame della geometria e della qualità costruttiva della cortina muraria, tenuto conto del peso di volume dei principali materiali utilizzati, come riportato anche dalle NTC del D.M. 14 gennaio 2008, si evidenzia che il peso strutturale della cortina è di circa 20 tonnellate per metro lineare compreso il dado di fondazione; detto valore risulta dalla media tra il peso unitario dei mattoni ( $1,8\text{t/m}^3$ ) e della malta di calce ( $1,8\text{t/m}^3$ ), con frequenza complessiva stimabile approssimativamente intorno al 50%, e del pietrame poligenico ( $2,4\text{t/m}^3$ ) per l'altro 50%, applicata ad una struttura con volume stimato di circa  $9,5\text{m}^3$  per metro, cui corrisponde una pressione sul terreno di imposta di circa  $18\text{ t/m}^2$ .

La pressione effettivamente esercitata dalla struttura sul terreno di fondazione era quindi eccessiva rispetto alla reale capacità portante del terreno, in ragione soprattutto dei grandi cedimenti di consolidazione; detti cedimenti sono evidentemente non ammissibili, anche a causa della snellezza dell'opera che presenta nello stato attuale distorsioni angolari per cedimento differenziale tra interno ed esterno fino a valori dell'ordine del 9%, ben sopra al limite di collasso della struttura, quando generalmente si considera l'1% il limite oltre il quale si devono temere danni strutturali negli edifici (L. Bjerrum, 1963).



### Cenni Storici:

La splendida Lazise è stata fondata dai Romani e il suo nome deriva dal latino Lasitium, poi "laceses" che significa "luogo lacustre". Nel medioevo Lazise è stato il primo comune libero del Garda e nel X secolo era un centro commerciale tra i più ricchi di tutta l'area del Garda. La sua importanza diventò tale da conquistare uno speciale diritto di pesca, concesso dall'Imperatore oltre al diritto di fortificazione e pedaggio. Il suo nucleo più antico è marcatamente medioevale, circondato dalle imponenti mura Scaligere erette nel sec. XIV.

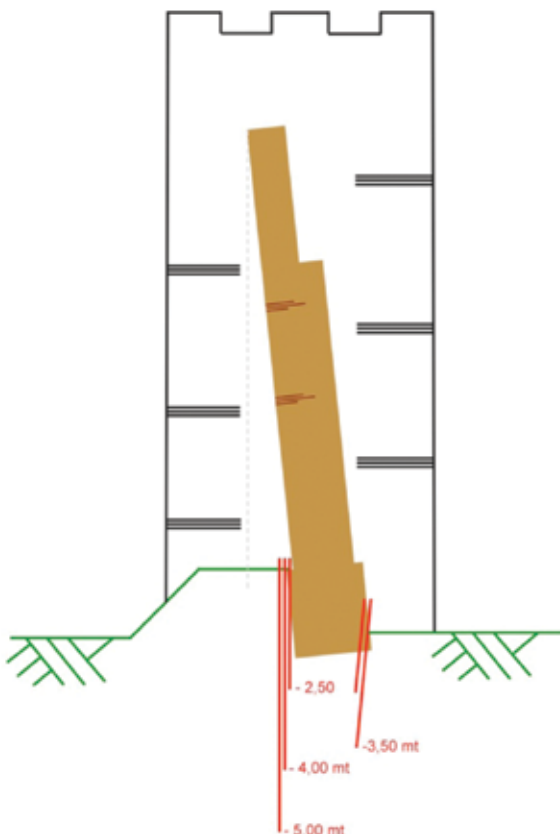
### Tipologia del dissesto:

Prima dell'intervento, la cortina si presentava strapiombante verso la campagna, con inclinazione dalla verticale compresa tra un massimo di circa il 9% nella zona intermedia, con un forte decremento sia est, verso la Porta, dove l'inclinazione dalla verticale era di circa il 2%, ed un minore decremento ad ovest, verso il Lago, dove l'inclinazione dalla verticale si manteneva intorno al 7%. La suddetta geometria era ascrivibile ad un eccessivo cedimento differenziale del terreno di fondazione, dovuto alla consolidazione progressiva del sottosuolo argilloso.



## Contesto Litologico rilevato:

Dall'interpretazione dei sondaggi e dei rilievi in sito si è evidenziata la presenza di terreno rimaneggiato o di riporto fino al sedime di imposta della fondazione, a circa 1,0 m dal piano campagna, localmente anche al di sotto della fondazione per circa mezzo metro, e di depositi paludosi normalconsolidati (argilla organica e torba di consistenza molto molle) immediatamente sotto la fondazione, fino alla profondità variabile tra circa 7 e 9 metri. A maggiori profondità, fino a circa 14 e 17 metri dal piano campagna, si hanno depositi lacustri sovraconsolidati e di media consistenza, costituiti da limo inorganico sabbioso di colore grigio inglobante ciottoli, dove la resistenza al taglio aumenta con l'aumentare della profondità e del carico litostatico. Il substrato profondo, indagato solo nei carotaggi, è costituito da depositi morenici limoso argillosi con passaggi sabbiosi e raro ghiaietto inglobato; in generale si tratta di terreni molto compatti e dotati di elevata resistenza al taglio e scarsamente compressibili.



## Struttura e pressione in fondazione:

Il sedime di imposta della cortina è stato indagato con alcune trincee durante l'indagine archeologica, dal 21 al 25 giugno 2010, evidenziando un dado di fondazione avente larghezza alla base di circa 1,10 metri e altezza di circa 1,90 metri; detta struttura è solo parzialmente coperta dal residuo di terraglio sul lato esterno, e spicca fuori terra di circa 0,80 metri all'estremità di monte e circa 1,30 metri all'estremità di valle. Il terraglio è costituito da terreno vegetale di scarsa stabilità e variamente smosso dalla vegetazione arbustiva, ed ha sezione prismatica con piano superiore ampio circa un metro e scarpa in proiezione ampia circa 1,2 metri, con altezza variabile tra 0,7 e 0,9 metri, senza differenze significative tra i fronti interno ed esterno, per cui l'incastro effettivo di fondazione è compreso tra un massimo di circa 1,1 metri sul lato di città all'estremità di monte, ed un minimo di circa 0,60 metri sul lato esterno all'estremità di valle, dove manca il terraglio.

## Impianto delle iniezioni:

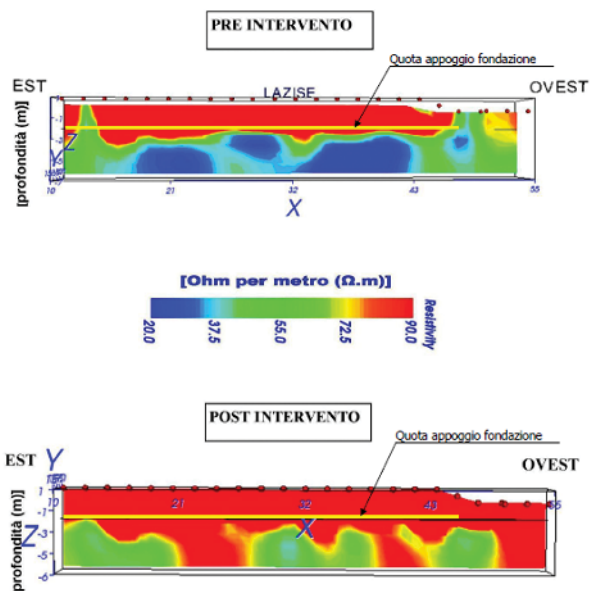
Si osservano 2 linee principali di iniezione fino alla profondità di 5 metri da p.c. . Ogni linea di iniezione è stata suddivisa in più livelli di profondità secondo le risultanze diagnostiche in corso d'opera al fine di omogeneizzare il trattamento sull'intero volume significativo di fondazione. La linea prossima allo strapiombo è stata maggiormente intensa. Complessivamente sono stati posati 235 condotti di iniezione a perdere nel terreno.



## Test di Tomografia della resistività Elettrica ERT 3D:

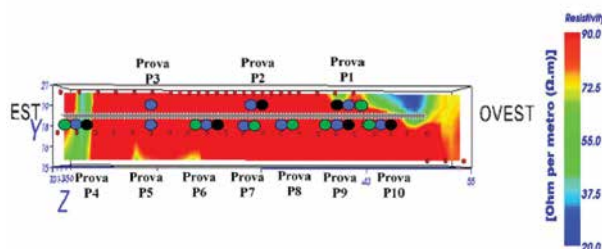
Sezioni verticali

Da modello ERT 3D



I test penetrometrici sono stati eseguiti in aderenza alla mura per poter indagare il terreno il più possibile all'interno del volume significativo di fondazione. Il progetto dell'impianto diagnostico ha previsto su un tratto complessivo di 41 metri di fondazione l'esecuzione di 3 prove penetrometriche dinamiche a monte della mura e 7 prove penetrometriche a valle in zona strapiombo.

- Impronta della porzione del muro di cinta interessato dall'intervento
- Posizione indicativa prove penetrometriche D.P.M 30 PRE-INTERVENTO
- Posizione indicativa prove penetrometriche D.P.M 30 INTERMEDIE
- Posizione indicativa prove penetrometriche D.P.M 30 POST-INTERVENTO



## Effetti visibili durante il trattamento:

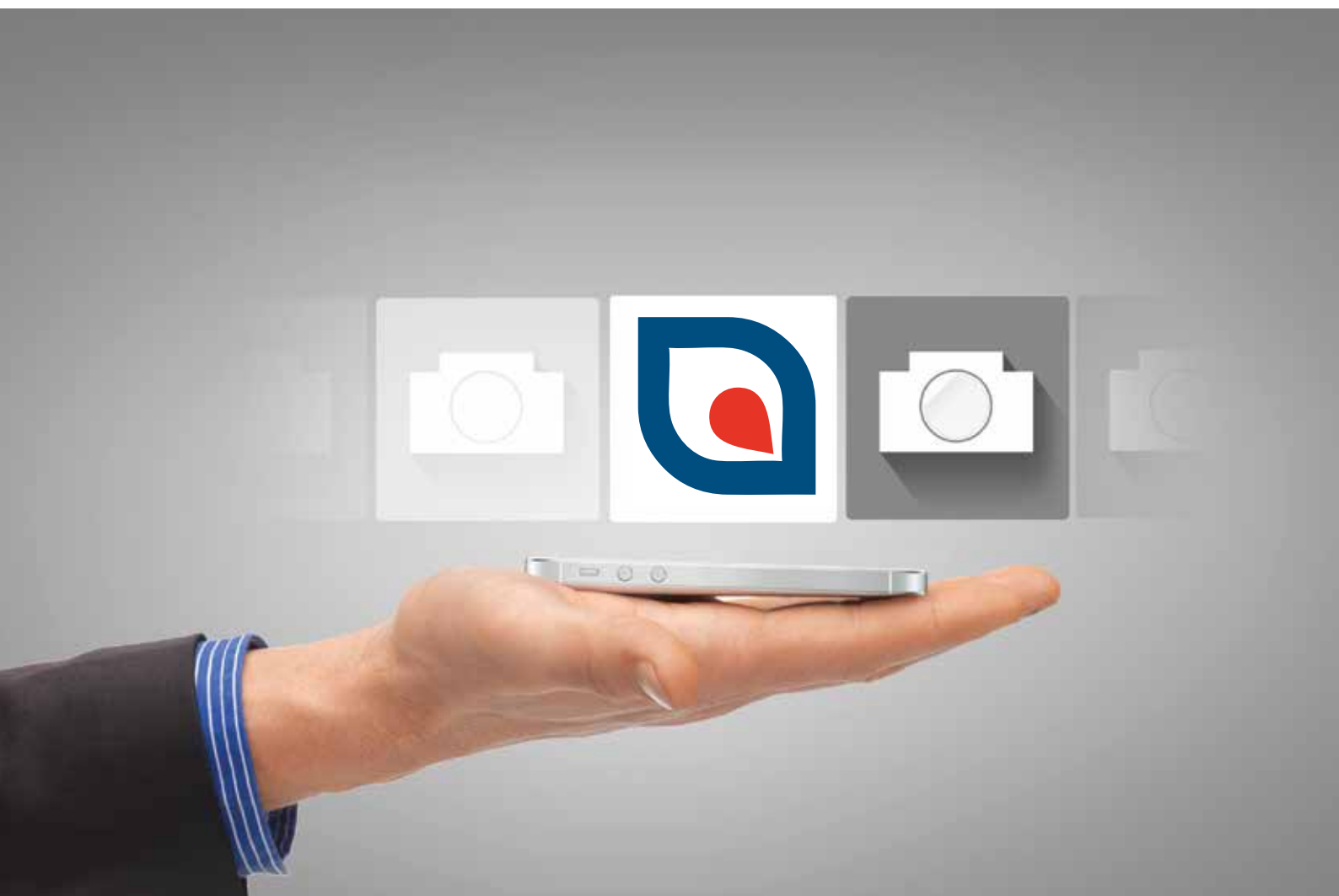
espulsioni di acqua dai tubi di iniezione infissi nel terreno



Durante il consolidamento del terreno mediante iniezioni di resine espandenti, la direzione lavori su richiesta del coordinatore della sicurezza ha voluto monitorare la struttura con inclinometri di precisione al fine di scongiurare eventuali movimenti strutturali, vista la già delicata situazione di strapiombo della mura. I risultati hanno confermato la perfetta mini invasività dell'intervento GEOSEC, grazie alla resina espandente progettata a reazione lenta e delicata. Un formulato chimico ideale per interventi sul patrimonio artistico monumentale, che ha permesso di eseguire iniezioni mirate in totale sicurezza. Durante le iniezioni si sono osservate espulsioni drenate di liquidi dal terreno di fondazione.



# Finalmente l'App che stavi aspettando



Stanchi dei soliti fessurimetri analogici? Cercavi qualcosa di semplice, gratuito veloce e a portata di mano? Desideravi uno strumento smart per monitoraggi delle lesioni senza perdita di dati, intuitivo e affidabile?

Finalmente l'APP che stavi aspettando, facile e per uso professionale. Scaricala subito, segui le istruzioni del tutorial e inizia ad utilizzarla sul tuo smartphone. L'applicazione è gratuita, semplice e potrai utilizzarla tutte le volte che vorrai.



[www.cracktest.it](http://www.cracktest.it)



Scarica subito l'APP. **È gratis e inizia ad usarla**

# I quaderni del consolidamento



Un'opera dedicata all'approfondimento tematico della metodologia Geosec di consolidamento dei terreni mediante iniezione mirata di resina espandente assistita da controllo in time lapse della tomografia della resistività elettrica.

Un contributo concreto alla conoscenza tecnica dei progettisti, per facilitarne la comprensione dei criteri di progetto e verifica di questa metodologia d'intervento.

La collana tecnica GEOSEC mette in risalto un approccio sempre più contestualizzato al caso specifico che per la sua complessità si fonda efficacemente sul criterio osservazionale così come previsto dalle nuove norme tecniche sulle costruzioni (D.M. 14/01/2008), esaltando lo strumento diagnostico geofisico / geotecnico pre - durante e post iniezioni a supporto dell'intero processo di trattamento.



Scarica **gratis**  
la collana tecnica  
[www.geosec.it](http://www.geosec.it)





# CRACKS REPAIR AND PREVENTION



SEDE:  
Via Mercalli 2/a  
43122 Parma

Tel: 0521 339323  
Fax: 0521 804772  
info@geosec.it  
www.geosec.it

Per un sopralluogo o  
un preventivo gratuito  
chiamateci subito:

SERVIZIO CLIENTI  
**800.045.645**