



SE RISOLVE, È URETEK.

| n°06 anno 2014

Geo.ACTION

Iniezioni di RESINE ESPANDENTI dal 1990

Uretek® garantisce
e, unica in Italia, assicura
gli interventi eseguiti
per 10 anni.

Cosa ne pensano
3 professionisti
che hanno
scelto Uretek®?

Lo abbiamo
chiesto in
un'intervista...



**AFFIDABILITÀ URETEK®
NEL TEMPO**



**Uretek® è socio sostenitore
dell'Associazione Italiana di Geotecnica
e sarà presente al:**

**XXV - Convegno Nazionale
di Geotecnica**

*La geotecnica nella difesa del territorio e
delle infrastrutture dai rischi naturali*

Baveno, (VB) Italy - dal 4 giugno 2014 al 6 giugno 2014

I N T E R V E N T I

pag.
04

CON URETEK® GLI EDIFICI
DURANO NEL TEMPO

INTERVENTO
REALIZZATO NEL:

1997

**"Aeroporto
Internazionale"**
Ginevra - Svizzera

pag.
05

CON URETEK® GLI EDIFICI
DURANO NEL TEMPO

INTERVENTO
REALIZZATO NEL:

1992

"Metro Italia"
Mestre - Venezia

pag.
09

APPROFONDIMENTO
SCIENTIFICO

**Iniezioni di
miglioramento
sotto gli edifici
storici:**
cinque casi reali come
esemplificazione di
una tecnica

Affidabilità Uretek®: Cosa ne pensano 3 affermati professionisti?

Lo abbiamo chiesto all'ingegnere

Paolo Saluzzi - Cernusco sul Naviglio



Buongiorno ingegnere, può dirci quando è stato costituito il suo studio e qual è attualmente la composizione dei suoi collaboratori e i campi di maggiore attività?

L'attività dello studio "Spazio Tecnico" è iniziata, come per tante esperienze professionali simili, da una attività individuale nel 1998. All'inizio lavoravo come collaboratore di altri

studi di ingegneria poi, nel 2000, ho cominciato a lavorare in proprio, dapprima da solo e quindi con l'ausilio di altri collaboratori, geometri, ingegneri e ultimamente anche architetti. Attualmente nello studio collaborano un altro ingegnere, due geometri e un architetto; ci occupiamo prevalentemente d'ingegneria strutturale rivolta ad interventi di ristrutturazione e restauro statico, di nuova costruzione industriale, civile e infrastrutturale. Per quanto riguarda il solo settore industriale, ci occupiamo anche di progettazione integrata curando quindi anche l'aspetto urbanistico e architettonico. Siamo certificatori energetici e coordinatori sicurezza cantieri sia per il settore civile che per quello infrastrutturale, in ambito privato e pubblico. Da quest'anno siamo anche soci di uno studio associato (MPM Associati) più grande, che comprende circa dodici professionisti, per la gestione integrata di progetti complessi che interessano anche urbanistica, architettura e impianti.

Quando ha iniziato a utilizzare le tecnologie di Uretek® per il consolidamento del terreno e quanti sono i casi in cui ha utilizzato o consigliato Uretek®?

Se non mi sbaglio, i primi casi che ho trattato insieme a Uretek® risalgono al 2004 o 2005. Ricordo un intervento di sollevamento di una cabina Enel in un condominio in provincia di Milano e, sempre nel 2005, abbiamo utilizzato la tecnologia di Uretek® per consolidare dei terreni di scavo in un cantiere in cui avremmo dovuto, appunto, scavare a confine di un altro lotto. Dal 2005 e negli anni successivi abbiamo lavorato insieme ad Uretek® utilizzando le resine sia per il risanamento di edifici che avevano subito cedimenti differenziali in fondazione, che per la protezione dei bordi di scavo (quindi in maniera alternativa rispetto alle paratie di berlinesi, micropali o bentonite), che per il sovraconsolidamento di fondazioni esistenti, allo scopo di aumentarne la capacità portante.

Qual è il suo parere tecnico sulle modalità d'intervento, sull'efficacia dei trattamenti e sulla disponibilità e il supporto dell'ufficio tecnico e delle squadre operative di Uretek®?

Diciamo che l'aspetto che più mi piace come progettista, nella collaborazione con Uretek®, è la percezione di avere a che fare con un'interfaccia tecnica che conosce bene il proprio lavoro e una struttura operativa composta da tanti capisquadra abili e flessibili nell'organizzare le fasi di iniezione delle resine, sapendo bene adattare sul campo le teorie astratte che noi progettisti facciamo "funzionare" sulla carta. Questa doppia capacità e amalgama fra teoria e tecnica dovrebbe essere una costante frequente nell'edilizia moderna e invece, purtroppo, spesso ho a che fare con tecnici inesperti e operatori che non padroneggiano fino in fondo la tecnologia che stanno installando. Tale aspetto è tanto più pericoloso oggi che si usano tecnologie e materiali sempre nuovi, rispetto al passato dove le tecniche tradizionali erano parte del bagaglio "storico" tecnico e operativo delle maestranze. Un altro aspetto che ritengo essenziale è che le resine rappresentano oggi, in svariati campi di applicazione, una valida alternativa ad altre soluzioni tradizionali, grazie alla loro facilità di cantierizzazione, velocità di messa in opera e versatilità di utilizzo (dal sovraconsolidamento dei terreni, al recupero di cedimenti, alla protezione di scavi, al riempimento di cavità interrate,...). Ad esempio, la normativa

strutturale vigente impone di svolgere nuove verifiche in fondazione nel caso di incremento dei carichi sulla struttura: dal momento che sempre più si ricorre nelle città ad operazioni di ristrutturazione invece che demolizione e nuova costruzione, ecco che le tecnologie di aumento delle caratteristiche strutturali delle fondazioni senza necessità di opere edili interrate, risultano sicuramente vincenti sotto molteplici punti di vista. Un altro aspetto che ho apprezzato di Uretek® è stato in occasione dello svolgimento di un appalto pubblico, quando ho avuto a che fare anche con il loro ufficio amministrativo per ciò che riguardava la gestione contabile dell'appalto stesso. In quel caso, anche il loro ufficio amministrativo è stato all'altezza della situazione, considerando la complessità contabile di quell'appalto e il numero copioso di adempimenti burocratici necessari.

Uretek®, con i suoi vent'anni d'esperienza e più di 100.000 casi risolti nel mondo, rappresenta essa stessa un esempio di continuità e affidabilità nel tempo. Oltre a questo, che importanza attribuisce alle certificazioni, ai brevetti e alla ricerca scientifica nella scelta di un'impresa cui affidare un incarico?

Ricordo chiaramente una vignetta riportata sul mio libro di Tecnica delle Fondazioni: era ritratto il costruttore della Torre di Pisa (che era disegnata alle sue spalle ancora perfettamente diritta) mentre dichiarava che per fare lo sconto sull'appalto aveva dovuto sottodimensionare le opere di fondazione, ma che tanto non c'era alcun problema, poichè del risparmio sulle fondazioni non si sarebbe accorto nessuno, essendo ben nascoste sotto terra. Sappiamo tutti come poi è andata a finire! In effetti quello delle fondazioni è sicuramente uno dei problemi in cui noi tecnici riscontriamo una maggiore aleatorietà rispetto agli altri elementi strutturali. L'aleatorietà è provocata da due fattori principali: si tratta dell'unica parte dell'edificio che resterà sempre nascosta durante la vita utile (e quindi non più indagabile) ed è l'unica parte dell'edificio che interagisce direttamente con un elemento naturale (il terreno) che non risponde alle leggi deterministiche della tecnologia edilizia odierna. Inoltre, trattando di ope-

...l'aspetto che più mi piace come progettista, nella collaborazione con Uretek®, è la percezione di avere a che fare con un'interfaccia tecnica che conosce bene il proprio lavoro e una struttura operativa composta da tanti capisquadra abili e flessibili nell'organizzare le fasi di iniezione delle resine...

re di fondazione, proprio perché nascoste alla vista, è spesso difficile accorgersi sul nascere di problemi che purtroppo possono avere una degenerazione patologica nel futuro, quando i loro effetti saranno riportati anche sulla struttura soprastante. Ecco che allora, un'azienda che possa vantare uno storico di diversi anni del proprio brevetto, confermato da una casistica così variegata e molteplice, permette di garantire al progettista la fiducia non solo nella applicazione del brevetto ma anche nella durabilità delle caratteristiche strutturali e tecnologiche. La mia esperienza con Uretek® è iniziata solo dieci anni fa, e in questi anni ho progettato con loro interventi con orizzonti a lungo termine e questo, come progettista, mi pone in una situazione di tranquillità e di affidabilità anche per le mie future responsabilità.

Lo abbiamo chiesto all'ingegnere

Enrico Rombi - Reggio Emilia



Buongiorno ingegnere, può dirci quando è stato costituito il suo studio e qual è attualmente la composizione dei suoi collaboratori e i campi di maggiore attività?

Il Centro Cooperativo di Progettazione di Reggio Emilia è stato costituito nel maggio 1977; lo studio opera nel settore dell'urbanistica, dell'architettura e dell'ingegneria, in termini di progettazione e direzione lavori; lo studio consta di uno staff di circa 30 persone, tra soci, collaboratori e dipendenti.

Quando ha iniziato ad utilizzare le tecnologie di Uretex® per il consolidamento del terreno e quanti sono i casi in cui ha utilizzato o consigliato Uretex®?

Il primo intervento è stato realizzato a Sassuolo nel 1996, dopodiché ho per-

so il conto, ma sicuramente gli interventi sono oltre 50.

Qual è il suo parere tecnico sulle modalità d'intervento, sull'efficacia dei trattamenti e sulla disponibilità e il supporto dell'ufficio tecnico e delle squadre operative di Uretex®?

Vi basti sapere che ho sempre e solo operato con voi, a livello di consolidamento con resine espandenti.

Uretex®, con i suoi vent'anni d'esperienza e più di 100.000 casi risolti nel mondo, rappresenta essa stessa un esempio di continuità e affidabilità nel tempo. Oltre a questo, che importanza attribuisce alle certificazioni, ai brevetti e alla ricerca scientifica nella scelta di un'impresa cui affidare un incarico?

La scelta dell'impresa nel nostro settore è fondamentale, in termini di capacità professionale, affidabilità ed esperienza; il problema, a volte, è farlo capire al cliente.

“...vi basti sapere che ho sempre e solo operato con Uretex®, a livello di consolidamento con resine espandenti...”



Lo abbiamo chiesto all'ingegnere

Carmelo Lo Franco - Palermo

Buongiorno ingegnere. Può dirci quando è stato costituito il suo studio, qual è attualmente la composizione dei suoi collaboratori e i campi di maggiore attività.

Il mio studio è stato costituito nel 1987.

E' composto da tre geometri e due ingegneri oltre a me. I settori principali in cui si svolge il nostro lavoro sono quelli dell'ingegneria civile e dell'ingegneria strutturale. In questo periodo la maggior parte dei nostri interventi riguarda gli edifici esistenti perché in questo

momento c'è un'attenzione maggiore sugli interventi di recupero del patrimonio immobiliare esistente piuttosto che sulle nuove costruzioni, tranne casi rari.

Quando ha iniziato a utilizzare le tecnologie Uretex® per il consolidamento dei terreni e quanti sono i casi in cui ha utilizzato o consigliato Uretex®?

Diciamo che conosco Uretex® grazie ad un vostro tecnico che ho incontrato nel 2002. I primi lavori in cui ho utilizzato la vostra tecnologia risalgono già a quel periodo e ad oggi, per quel che riguarda la mia zona e i cantieri che ho seguito personalmente, credo si possa parlare di almeno una decina d'interventi. Alla data attuale posso dire che tutti questi interventi sono andati a buon fine e i clienti sono soddisfatti. Le problematiche risolte dagli interventi Uretex® hanno riguardato principalmente i cedimenti di fondazione sia localizzati sia diffusi su tutta la struttura degli immobili. In pratica abbiamo recuperato questi edifici ma soprattutto, ed è quello che m'interessa principalmente, i clienti sono molto contenti.

Qual è il suo parere tecnico sulle modalità d'intervento, sull'efficacia dei trattamenti, sulla disponibilità e il supporto dell'ufficio tecnico e delle squadre operative di Uretex®.

Per quanto riguarda il tipo d'intervento ritengo che sia indispensabile il supporto e la partecipazione attiva al progetto, così come li ho avuti io, di un vostro tecnico. Questo perché a volte il quadro delle lesioni presenti in un edificio è talmente complesso che sicuramente chi ha maggior esperienza, perché fa questo tipo di lavoro ogni giorno, può dare un contributo fondamentale. Io sono un geotec-



nico e ritengo che sia sempre bene confrontarsi con gli altri tecnici e, da questo punto di vista, in Uretex® ho sempre trovato competenza e professionalità. Devo poi aggiungere che il supporto tecnico continuo, dalla fase iniziale del progetto fino alla realizzazione dell'intervento e alle successive prove, è stato ottimo, eccellente da questo punto di vista perché abbiamo avuto una risposta non solo immediata, ma soprattutto seria e professionale. Ci sono state delle circostanze in cui noi presentavamo un intervento con i relativi costi e poi al cliente venivano presentati progetti, da altre società, che proponevano soluzioni diverse da quella Uretex® e con costi più alti. Alla fine, però, grazie alla professionalità e

“...Alla professionalità e alle certificazioni si uniscono anche la garanzia Uretex® sull'intervento e un'assicurazione fornita da una grande compagnia assicurativa e questo è un altro valore aggiunto non indifferente...”

all'esperienza che avevamo dimostrato nei casi passati conclusi con successo, Uretex® è stata vincente.

L'azienda Uretex® con oltre venti anni d'esperienza e più di centomila casi risolti nel mondo, rappresenta essa stessa un esempio di continuità e affidabilità nel tempo. Oltre a questo, che importanza attribuisce alle certificazioni, ai brevetti e alla ricerca scientifica nella scelta di un'impresa alla quale affidare un incarico?

Sicuramente la massima importanza perché oggi non si può scegliere un'impresa che presenti delle incertezze o che non garantisca la massima affidabilità operativa. Le certificazioni, poi, servono da supporto al progetto e a rafforzare il rapporto di fiducia con il cliente e con gli altri tecnici cui abbiamo suggerito questa tecnologia. Tra tecnici ci si confronta spesso sulla validità di una tecnologia e per il consolidamento dei terreni noi consigliamo sempre Uretex®. Alla professionalità e alle certificazioni si uniscono anche la garanzia Uretex® sull'intervento e un'assicurazione fornita da una grande compagnia assicurativa e questo è un altro valore aggiunto non indifferente. Sono tutte queste cose che, alla fine, fanno pendere la bilancia dalla parte di Uretex®.



INTERVENTO REALIZZATO NEL :

1997 AEROPORTO INTERNAZIONALE

GINEVRA - SVIZZERA

L'aeroporto di Ginevra è stato costruito sopra una palude bonificata. Gli aerei in transito, col passare degli anni, trasportano carichi sempre crescenti con il risultato che le piastre in calcestruzzo che costituiscono le piste o le zone di parcheggio degli aerei ricevono sollecitazioni dinamiche elevate. I cedimenti differenziali che ne conseguono portano alla formazione di avvallamenti sulle piastre e "scalini" tra piastra e piastra; questi fenomeni sono entrambi inaccettabili per la sicurezza e l'efficienza dello scalo.

LA STRUTTURA A meno di 5 chilometri dal centro della città, con una media di 12 milioni di passeggeri all'anno e 177.000 velivoli in transito, l'aeroporto di Ginevra (Geneva Cointrin International Airport) ospita l'International Air Transport Association (IATA) e l'Airports Council International (ACI).

IL PROBLEMA Le piastre in calcestruzzo armato che compongono alcune zone delle piste e delle aree di sosta degli aerei, sotto il carico dei velivoli che le percorrono cedono in modo non uniforme dando luogo a pericolosi e inaccettabili dislivelli tra piastra e piastra.

LA SOLUZIONE La tecnologia Uretek Floor Lift®, studiata appositamente per risolvere problemi di questo tipo, utilizza una speciale resina espandente che, iniettata nel terreno sotto la soletta di calcestruzzo delle piastre, ha saturato i vuoti presenti e rinforzato il terreno sottostante. Una volta ristabilito il pieno contatto fra pavimentazione

LUC SCHOB
Vice Direttore
della manutenzione
aeroporto di
Ginevra

"E' una soluzione rapida e pulita che garantisce la stabilità della fondazione per parecchi anni prolungando la vita utile della pista. Le squadre che realizzano l'intervento sono molto efficienti e conoscono bene il loro lavoro. Questo metodo ci soddisfa e lo utilizzeremo ancora negli anni a venire".

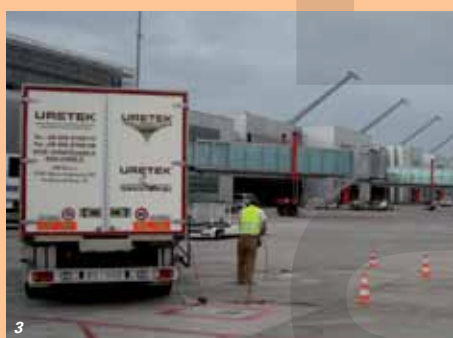
I
n
t
e
r
v
e
n
t
o

URETEK® FLOOR LIFT

Sollevamento di precisione e livellamento di pavimentazioni abbassate

I PUNTI DI FORZA:

- Solleva fino a 20-30cm e oltre, correggendo pendenze ed eliminando dislivelli;
- Sicuro e preciso grazie al monitoraggio con livello laser;
- Non disturba le normali attività in corso;
- Rapido e immediatamente efficace;
- Pulito, non produce scarti;
- Compatta il sottofondo e non danneggia i rivestimenti;
- Resina stabile nel tempo, eco-compatibile e prodotta in esclusiva per Uretek®.



e sottofondo, la resina, continuando la sua espansione, ha prodotto il sollevamento della pavimentazione e il ripristino della planarità.

L'INTERVENTO Acquisiti i dati relativi alla stratigrafia e consistenza del terreno e allo spessore e composizione delle piastre in c.a. l'ufficio tecnico Uretek® ha progettato l'intervento.

PERFORAZIONE: utilizzando trapani manuali si sono realizzati fori di diametro inferiore a 3 cm con un interasse compreso tra 1 e 2 m.

INIEZIONE: la resina è stata iniettata allo stato liquido ma già in fase d'espansione; in pochi istanti la reazione chimica ha provocato un aumento di volume di 10-15 volte rispetto allo stato iniziale.

SOLLEVAMENTO E CONSOLIDAMENTO: l'iniezione della resina è continuata fino a quando i vuoti sono stati saturati e il terreno trattato è stato completamente addensato; da questo punto in poi il protrarsi delle iniezioni ha prodotto il sollevamento della struttura.

MONITORAGGIO: sulla pavimentazione, ma a debita distanza dalla zona d'iniezione, sono stati posizionati livelli laser in grado di rilevare movimenti millimetrici delle piastre. In questo modo si è ristabilita la corretta planarità con grande precisione.

Per non intralciare le normali operazioni aeroportuali spesso gli interventi si sono svolti di notte. Una normale squadra composta da due tecnici specializzati è in grado di trattare circa 1.000 m² di pavimentazione in 5 notti. Uretek ha iniziato ad intervenire presso l'aeroporto di Ginevra nel 1997. Da allora si è occupata di consolidare il terreno sottostante la pavimentazione aeroportuale in varie zone, ogni anno, sempre con successo.

ANALISI POST-INTERVENTO

Uretek® interviene regolarmente su varie zone delle piste dell'aeroporto ginevrino dal 1997. Fra i molti vantaggi dell'impiego della tecnologia Uretek Floor Lift®, la possibilità di utilizzare la zona trattata subito dopo l'intervento è senza dubbio uno dei più apprezzati.



INTERVENTO REALIZZATO NEL :

1992 METRO ITALIA

MESTRE - VENEZIA - ITALIA

IL COMPLESSO METRO Italia, parte di METRO Group uno dei maggiori gruppi distributivi internazionali, è presente attualmente sul territorio italiano con 48 punti vendita all'ingrosso in 16 regioni e uno staff di circa 5000 dipendenti. Lo store di Mestre si trova in Via Colombara, località Malcontenta.

IL PROBLEMA L'ipermercato è stato costruito su una precedente discarica e lo strato di rifiuti, assestandosi nel tempo, aveva provocato il cedimento della pavimentazione. Questa presentava avvallamenti diffusi e più o meno marcati su ampie zone di superficie causando problemi di stabilità alle strutture in appoggio e di sicurezza per il personale e la clientela.

LA SOLUZIONE La tecnologia Uretek Flo-



dell'ortofrutta per circa 10 m².

Il sollevamento medio richiesto per ristabilire una planarità accettabile della pavimentazione partiva da un minimo di 3 fino ad un massimo di 8 cm. Il notevole abbassamento dello strato di rifiuti sul quale era stato costruito il complesso aveva creato vuoti importanti che andavano colmati. Oltre a ciò, la pressione generata dalla notevole forza di espansione della resina avrebbe permesso di comprimere ulteriormente quello strato prima di dirigersi verso l'alto per sollevare la pavimentazione. In questo modo si poteva, inoltre, scontare subito il cedimento che sicuramente si sarebbe presentato in futuro e la pavimentazione avrebbe mantenuto per lungo tempo la planarità raggiunta ad intervento concluso.



l'intervento

URETEK®
FLOOR LIFT

La forza di espansione della resina ha permesso di sollevare scaffalature, banchi frigoriferi e impianti appoggiati sulla pavimentazione senza bisogno di rimuoverli. Isolando di volta in volta zone limitate di pavimentazione è stato possibile intervenire pur consentendo ai clienti di proseguire nelle attività di acquisto.

Per verificare il buon esito dell'intervento di consolidamento del sottofondo e misurare l'entità del sollevamento, durante l'esecuzione delle iniezioni si sono eseguite livellazioni laser per un monitoraggio continuo della pavimentazione.



L'INTERVENTO Le resine URETEK sono state iniettate direttamente nel sottofondo della pavimentazione attraverso fori di circa 1,5 cm di diametro. Il materiale iniettato ha iniziato un processo di espansione tale da rinforzare il sottofondo e l'area circostante al punto di iniezione, ripristinando il contatto tra il sottofondo e la pavimentazione.

Il processo d'iniezione si è protratto fino all'eliminazione dei vuoti sottostanti e il rinforzo del sottofondo per poi iniziare a sollevare la pavimentazione. L'intera lavorazione si è svolta in modo pulito e senza interrompere la normale attività lavorativa.

or Lift® si è subito rivelata come la soluzione con il più alto rapporto tra benefici e costi. I tempi rapidi di esecuzione, la minima interferenza con le attività commerciali del supermercato e i risultati duraturi nel tempo ne facevano la soluzione ideale per un problema ormai improrogabile. Il metodo Floor Lift® utilizza una speciale resina rigonfiante che è stata iniettata sotto la soletta della pavimentazione. Come primo effetto essa ha raggiunto immediatamente i vuoti presenti colmandoli e ripristinando così il pieno contatto tra sottofondo e pavimentazione. Continuando l'espansione, la resina ha operato un sollevamento medio della pavimentazione fino a circa 80 mm a seconda delle zone. Il sollevamento è stato monitorato costantemente da un sistema di controllo con livelli laser sensibili a movimenti millimetrici. Complessivamente sono stati trattati circa 140 m² di pavimentazione. L'intervento è durato 2 giorni lavorativi.

IL PUNTO DI SVOLTA L'intervento presso il punto vendita della METRO di Mestre, realizzato nel 1992, è stato per la giovane azienda Uretek® di quel tempo un avvenimento di grande importanza. In un mercato largamente dominato dalle tecnologie "tradizionali" (pali, micropali ecc), gli interventi di consolidamento del terreno e di sollevamento delle pavimentazioni con resine espandenti erano considerati con un certo scetticismo. Se da un lato suscitavano curiosità e interesse, date le notevoli promesse di affidabilità, rapidità d'intervento e pochissima invasività, come per tutte le nuove tecnologie era necessario un periodo di "prova" che avrebbe consentito di verificare le promesse "sul campo". Per Uretek®, l'intervento presso la METRO di Mestre, rappresentò il "punto di svolta" che le permise di farsi conoscere presso i clienti aziendali e gli studi tecnici riducendo considerevolmente il periodo di "accettazione" richiesto dal mercato.

LE PREMESSE Le zone individuate per il ripristino della planarità si trovavano nell'area dell'uscita casse per circa 70 m², nell'area dell'ufficio del caposervizio per circa 60 m² e in quella

ANALISI POST-INTERVENTO

Per verificare il buon esito dell'intervento di consolidamento del sottofondo e misurare l'entità del sollevamento, durante l'esecuzione delle iniezioni, si sono eseguite livellazioni laser per un monitoraggio continuo della pavimentazione.



INTERVENTO REALIZZATO NEL :

2002 CONDOMINIO PORTICI

ARONA - NOVARA - ITALIA

L'EDIFICIO Il fabbricato, costruito nel 1963 circa, è costituito da sei livelli fuori terra. La struttura portante, costituita da un telaio in calcestruzzo armato, poggia su plinti di fondazione isolati a base quadrata e di diversa dimensione.

IL PROBLEMA Poco dopo la costruzione è iniziato un cedimento progressivo sull'intero fabbricato, particolarmente accentuato nel lato che guarda verso il Lago Maggiore, con abbassamenti che al momento del sopralluogo misuravano anche 15 cm circa.

LA SOLUZIONE La tecnologia Uretex Deep Injections®, con iniezioni della speciale resina Uretex Geoplus®, è stata applicata in due fasi:

1ª FASE - Compattazione superficiale: iniezioni eseguite nell'intradosso delle fondazioni allo scopo di migliorare le caratteristiche geomeccaniche del terreno e riempire i vuoti macroscopici presenti nell'interfaccia fondazione terreno.

2ª FASE - Consolidamento in profondità: oltre alle precedenti, si sono eseguite iniezioni su vari livelli di profondità, nel volume di terreno maggiormente interessato dai carichi trasmessi dall'edificio. Complessivamente è stato consolidato il terreno sottostante 38 plinti. L'intervento ha richiesto 28 giorni lavorativi.

LE INDAGINI IL TERRENO di fondazione è principalmente di natura limoso-argilloso di bassa consistenza. La quota della falda è conforme al pelo libero del lago e fluttua su valori prossimi alla quota del piano d'imposta dei plinti. **LE FONDAZIONI** sono costitu-

gennaio 2002. L'intervento di consolidamento Uretex® era finalizzato a raggiungere un valore di capacità portante del terreno di fondazione pari a 157 kPa sotto 38 plinti. Il numero e la profondità dei livelli di iniezione, così come il quantitativo di resina iniettata per ciascun plinto, sono stati determinati in corso d'opera sulla base delle dimensioni planimetriche e delle profondità dei piani di posa dei singoli plinti, della consistenza del terreno rilevata in fase di perforazione e dell'entità del sollevamento riscontrato dai ricevitori laser. Il numero di iniezioni realizzate per ogni plinto è variato da un minimo di 5 ad un massimo di 12, eseguite su più livelli per aumentare uniformemente la capacità portante in tutto il volume sottostante il piano di posa dei plinti fino alla quota di circa - 6,00 m dal piano di lavoro.



I n t e r v e n t o

URETEK®
DEEP INJECTIONSPER LA STABILIZZAZIONE
DEI TERRENI DI FONDAZIONE

I PUNTI DI FORZA:

- Non invasivo, senza scavi o lavori in muratura;
- Rapido e immediatamente efficace;
- Non sporca e non produce scarti;
- Permette interventi parziali e localizzati;
- Monitorato con livello laser in tempo reale.

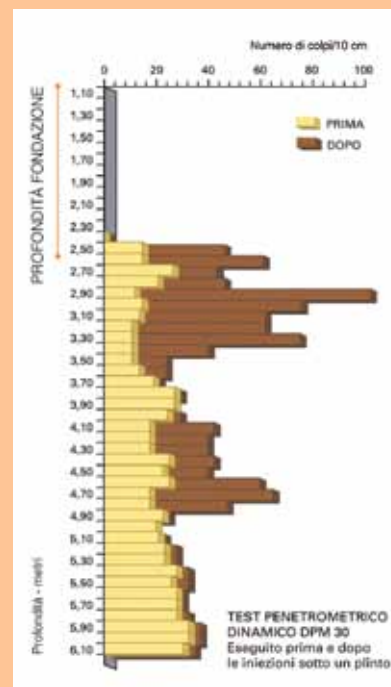
La resina URETEK GEOPLUS®

- Espande rapidamente con alta pressione di rigonfiamento;
- Rimane confinata nel volume significativo;
- Stabile nel tempo;
- Eco-compatibile: non inquina;
- Prodotta in esclusiva per Uretex®;
- Monitorato con livello laser in tempo reale.



Prima dell'esecuzione dell'intero intervento di consolidamento è stato eseguito un campo prova sotto al plinto n. 9.

Ciò ha permesso di tarare i parametri d'iniezione e verificare il miglioramento ottenuto in seguito alle iniezioni tramite l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche comparative.



ite principalmente da plinti quadrati con dimensioni in pianta variabili da m 1,30x1,30 a m 2,00x2,00. La quota del piano di posa dei singoli plinti, determinata durante le operazioni di perforazione, è risultata variabile da cm 120 a cm 250 dal piano di calpestio delle autorimesse. Tutti i plinti attraversati dalle perforazioni sono costituiti da calcestruzzo armato in buono stato di conservazione.

LE CAUSE DEL DISSESTO A partire dal 1968 si è prodotto un cedimento differenziale, che si è aggravato progressivamente nel tempo, della parte di fabbricato rivolta in direzione del lago. Le cause del dissesto sono attribuibili: ai carichi elevati indotti nel terreno dal fabbricato insieme alla scarsa capacità portante offerta dal terreno di fondazione, al mancato collegamento dei plinti mediante cordoli di irrigidimento e alla loro diversa quota d'imposta e infine alla periodica variazione del livello di falda.

L'INTERVENTO Nel 1975 si era eseguito un intervento di consolidamento del terreno di fondazione mediante iniezione di miscela cementizie a bassa pressione.

Negli anni successivi, però, il cedimento differenziale ha continuato a progredire fino a raggiungere i 15 cm ca. rilevati nel

PLANIMETRIA DELL'EDIFICIO



ANALISI POST-INTERVENTO

Prove penetrometriche comparative hanno verificato il raggiungimento della capacità portante richiesta dal committente e il successo dell'intervento.



INTERVENTO REALIZZATO NEL :

2002 PALAZZO STORICO DEL XIX SECOLO

COLLINA DI MONTMARTRE - PARIGI - FRANCIA

L'EDIFICIO La collina di Montmartre, nella zona Nord della città di Parigi, è il punto più alto della città. Il palazzo in esame è situato in rue Joseph de Maistre, nei pressi della basilica del Sacro Cuore.

IL PROBLEMA L'edificio oggetto di questo studio è stato interessato da importanti cedimenti delle fondazioni. Sono state rilevate delle fessurazioni strutturali passanti sul muro di spina longitudinale dell'edificio ed esclusivamente al piano cantina. Durante la campagna d'indagini geognostiche è stata individuata la causa dei dissesti: il cedimento del terreno causato dal dilavamento provocato da una perdita nella rete fognaria. Con tutta probabilità la perdita aveva agito per un lungo periodo.

LA SOLUZIONE Visto il contesto storico e l'alto pregio dell'immobile, dopo studi approfonditi supportati da indagini geotecniche in situ comprendenti prove penetrometriche e pressiometriche, si è scelto d'intervenire esclusivamente con il metodo di consolidamento Uretex Deep Injections®. Questa tecnologia utilizza una resina poliuretanica capace d'esercitare un'elevata pressione di rigonfiamento nel corso della sua espansione e con tempi di polimerizzazione estremamente rapidi. L'intervento ha permesso il ripristino della staticità e della funzionalità dell'edificio nonché l'arresto dell'evoluzione dei cedimenti.

Il lavoro è stato realizzato tra l'8 e l'11 Luglio 2002 lungo 9,00 m lineari complessivi di fondazione e 20,00 m² di pavimentazione delle cantine.

no della cantina.

Le caratteristiche meccaniche dei terreni sono state individuate grazie all'esecuzione di:

- 5 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH ISSMFE;
- 5 prove pressiometriche Ménard spinte a varie profondità.

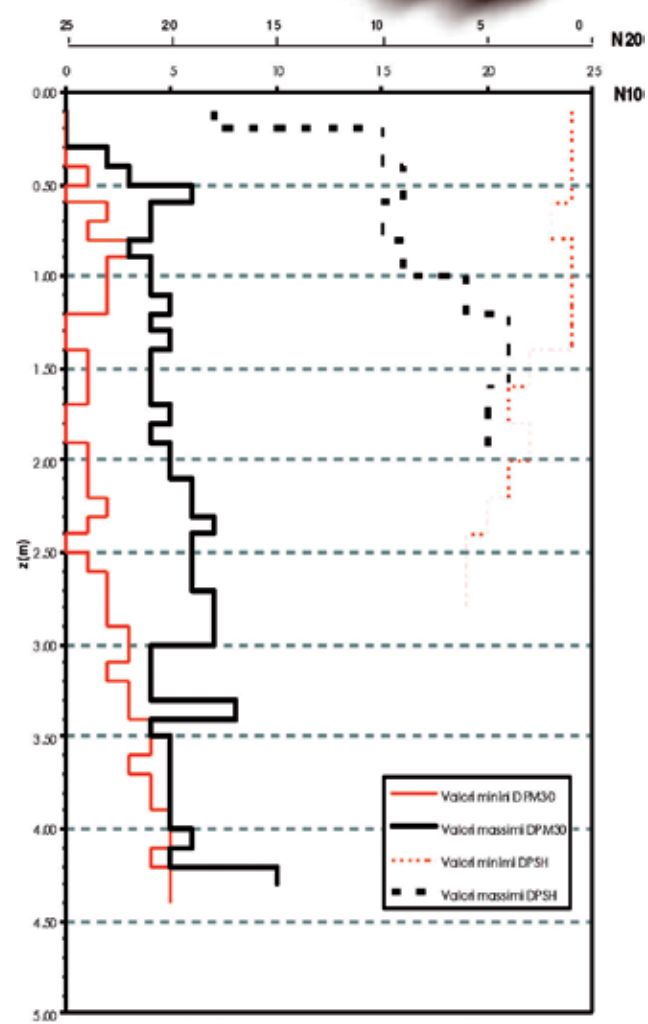


FIGURA 3

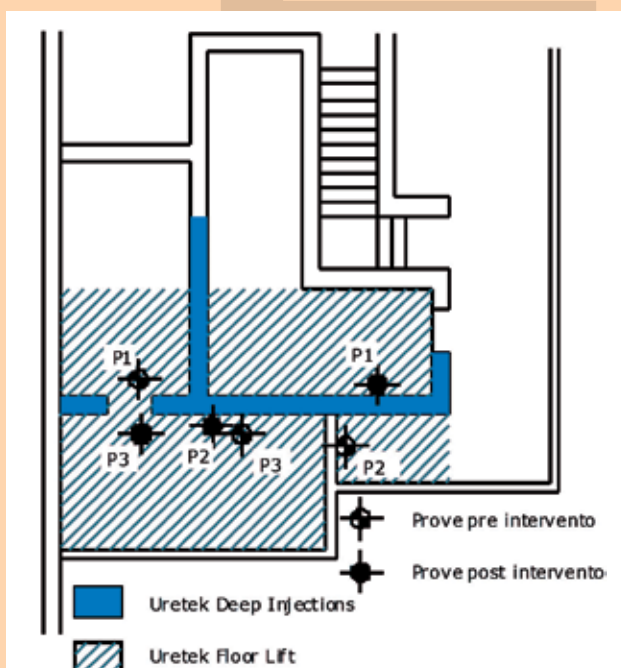


FIGURA 2

FIGURA 1 - espansione e sollevamento.

FIGURA 2 - pianta dell'intervento.

FIGURA 3 - prove penetrometriche con l'ubicazione delle verticali di prova con riferimento alla zona sinistrata coincidente con quella oggetto di trattamento.

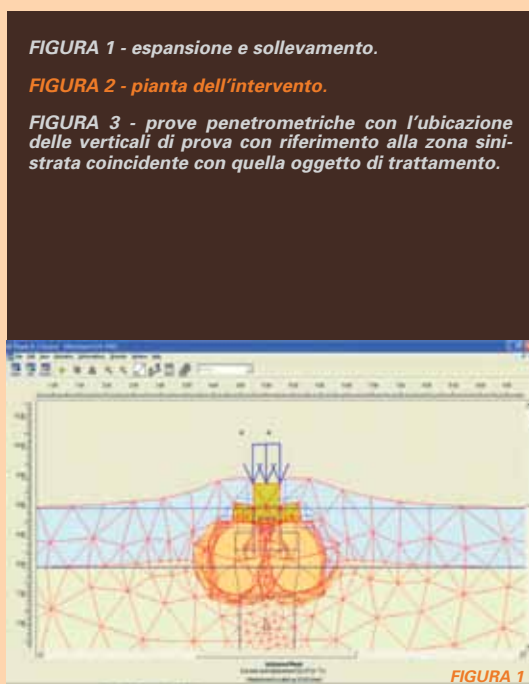


FIGURA 1

OSSERVAZIONI I risultati ottenuti in cantiere sono stati confrontati con gli obiettivi di progetto ottenuti utilizzando sia il software dedicato messo a punto da Uretex® (S.I.M.S. 1.0) sia un codice per analisi FEM di uso corrente in ambito geotecnico. La modellazione è poi stata presentata al XXIII Convegno Nazionale di Geotecnica di Abano Terme (PD) nel maggio 2007.

LE INDAGINI

Il quadro fessurativo

Nel piano cantina, sul muro di spina longitudinale dell'edificio, sono state rilevate delle fessurazioni passanti; in particolare, sulla parte superiore della muratura si evidenziava una lesione sub-orizzontale che percorreva tutta la sua estensione abbassandosi a 45° in corrispondenza di un'apertura ad arco da un lato e verso il pavimento dall'altro.

La geologia e le indagini geotecniche

Durante la campagna d'indagini geognostiche in situ è stato possibile definire la successione degli strati dal piano di calpestio del livello cantina in giù.

È stata individuata la presenza di uno strato superiore degradato, con spessore variabile da 2,00 a 5,00 m, sovrapposto ad uno con caratteristiche migliori.

Essendo il piano d'impasto della fondazione alla profondità di 0,70 m dal piano di calpestio del livello interrato, dal quale sono state realizzate le indagini, è possibile affermare che il terreno di fondazione è costituito da riporto decompresso per una profondità variabile da 1,30 a 4,30 m. Lo stato di degrado, limitato allo strato superficiale, evidenzia come la causa dei dissesti sia localizzata e non coinvolga i livelli di terreno oltre il limite inferiore del riporto. L'origine dei dissesti, in conseguenza al lento degradarsi della parte superiore dello strato decompresso che fa d'appoggio alla base della fondazione, è in diretta correlazione con le perdite d'acqua che sono state rilevate all'inter-

ANALISI POST-INTERVENTO

L'analisi dei risultati delle prove pressiometriche post-intervento e la comparazione degli stessi con quelli delle prove pre-intervento ha evidenziato un **netto miglioramento** delle caratteristiche del terreno inizialmente molto scadenti.



INTERVENTO REALIZZATO NEL :

2001 OSPEDALE DI TRADATE (PADIGLIONE GALLI)

TRADATE - VARESE - ITALIA

L'EDIFICIO Il padiglione Galli dell'Ospedale di Tradate è una struttura edificata alla fine degli anni '60 su due e, in parte, 3 livelli fuori terra.

IL PROBLEMA Al momento del sopralluogo il fabbricato non presentava cedimenti né lesioni significative. Vista l'esigenza di aggiungere un piano all'edificio, per non intervenire direttamente sulla geometria e profondità delle fondazioni, era necessario aumentarne la portanza del terreno di fondazione fino al raggiungimento dei valori di progetto.

LA SOLUZIONE Per conseguire questo obiettivo, si è scelta la metodologia denominata Uretex Deep Injections® che, iniettando nel terreno la speciale resina espandente Uretex Geoplus®, opera secondo due fasi distinte ma complementari

1ª FASE - COMPATTAZIONE SUPERFICIALE: iniezioni eseguite nell'intradosso delle fondazioni allo scopo di migliorare le caratteristiche geomeccaniche del terreno e riempire i vuoti macroscopici presenti nell'interfaccia fondazione-terreno.

2ª FASE - CONSOLIDAMENTO IN PROFONDITÀ: oltre alle precedenti, si sono eseguite iniezioni su ulteriori due livelli di profondità, nel volume di terreno interessato dai carichi trasmessi dall'edificio. Complessivamente è stato consolidato il terreno sottostante 500 ml di fondazione. L'intervento ha richiesto circa 40 giorni lavorativi.

OSSERVAZIONI Prima dell'esecuzione dell'intero intervento di consolidamento è stato eseguito un test sul terreno sottostante 13 ml di fondazione. La misura del miglioramento

non ha permesso di misurare l'effettivo miglioramento raggiunto, ma solamente una parte di esso. La prova eseguita sulla verticale della fondazione, infatti, rileva il massimo effetto di miglioramento in quanto il carico dell'edificio funge da confinamento all'espansione della resina e perciò le tensioni di compattazione che si sviluppano sono decisamente superiori.

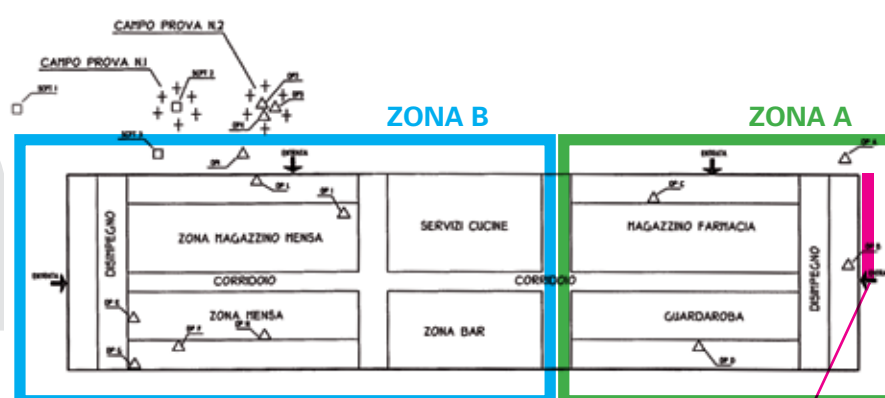
LA TERZA FASE, eseguita nei mesi di maggio e giugno 2001, è consistita nel trattamento del terreno della "zona B". Il grado di miglioramento del terreno di fondazione in tale zona è stato rilevato dalle coppie di prove denominate DP H, DP I e DP L. Risulta interessante il fatto che l'effetto di compattazione indotto dalle iniezioni, oltre ad essersi registrato in modo evidente nella zona iniettata, si è riscontrato anche oltre la profondità massima d'iniezione per circa 1,50 m.



I ' i n t e r v e n t o



Ubicazione delle indagini geotecniche svolte:



† Iniezioni di resine Uretex® alle profondità di m 2,00; m 3,50; m 5,00 dal p.c.

□ Prove penetrometriche SCPT eseguite dalla Geostudi di Varese

△ Prove penetrometriche dinamiche medie DPM30 eseguite da Uretex®

ottenuto in seguito alle iniezioni, tramite l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche comparative, insieme alla valutazione dei parametri del terreno hanno consentito di tarare la geometria e i parametri d'iniezione per ottimizzare l'intervento globale.

LE INDAGINI Il terreno di fondazione è principalmente composto da ghiaia e sabbia in matrice coesiva. Per quanto riguarda l'apparato fondale, una parte del fabbricato (Zona A), che sviluppa complessivamente circa 185 ml di fondazioni, poggia su un cordolo in cemento di larghezza pari al muro soprastante, impostato alla profondità di ca. 15 cm dal piano campagna; la parte restante (Zona B) che sviluppa circa 315 ml di fondazioni, si fonda su un cordolo analogo al precedente ma impostato alla profondità di ca. 30 - 40 cm dal piano di calpestio.

L'INTERVENTO I lavori di consolidamento si sono svolti in 3 fasi temporalmente consecutive.

LA PRIMA FASE, eseguita nel mese di gennaio 2001, ha riguardato il consolidamento del terreno di fondazione sottostante 13 ml di fondazione relativa ad un tratto di muro perimetrale della zona A. Durante tali operazioni si sono eseguite due prove penetrometriche dinamiche tipo DPM 30 (DP A e DP B). I risultati forniti da tali prove prima del consolidamento del terreno, la valutazione delle informazioni relative ai siti circostanti e l'analisi della documentazione fornita dal committente, hanno confermato la fattibilità dell'intervento e permesso di tarare la geometria e i parametri di iniezione per poter eseguire al meglio l'intervento.

LA SECONDA FASE è stata eseguita nel mese di febbraio 2001. I risultati delle prove penetrometriche eseguite in tale zona (DP C e DP D) hanno confermato un netto miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione. Da sottolineare il fatto che, per esigenze pratiche di cantiere, non è stato possibile eseguire le prove penetrometriche esattamente sotto la fondazione, ma si è dovuto lavorare in adiacenza alla stessa. Questo

ANALISI POST-INTERVENTO

A scopo di ricerca Uretex® ha allestito un campo prove, esterno al fabbricato, costituito da due zone di terreno trattato e altrettante da trattare (campo prova n 1 e 2). Qui si sono potute effettuare delle prove penetrometriche di raffronto eseguite mediante un penetrometro pesante (SCPT). I risultati hanno rilevato una perfetta correlazione fra i valori forniti dal penetrometro medio DPM 30 e quelli forniti dal penetrometro pesante. In definitiva si può affermare di aver eseguito il lavoro a regola d'arte migliorando i parametri del terreno sottostante i 500 ml della fondazione del padiglione Galli.

Estratto della memoria scientifica presentata al SECONDO SIMPOSIO INTERNAZIONALE su:

"GEOTECHNICAL ENGINEERING FOR THE PRESERVATION OF MONUMENTS AND HISTORIC SITES" - Napoli 30 - 31 maggio 2013

Iniezioni di miglioramento sotto gli edifici storici:

CINQUE CASI REALI COME ESEMPLIFICAZIONE DI UNA TECNICA

V. BERENGO

PhD presso l'Università di Padova

ABSTRACT: l'approccio di progettazione geotecnica per interventi in siti storici o su monumenti di pregio è fortemente influenzato dall'invasività della tecnica scelta. Gli interventi di miglioramento del terreno tramite iniezione di resine espandenti permettono di compattare il terreno e di riempire i vuoti sotto le fondazioni in modo non invasivo. In questo articolo sono illustrate le diverse possibilità offerte da questa tecnica attraverso la descrizione di cinque casi reali realizzati in tutt'Europa.

Iniezioni di miglioramento applicate al restauro di edifici storici

INTRODUZIONE

Spesso la pratica ingegneristica porta l'ingegnere a confrontarsi con il restauro di edifici storici affetti da fessurazioni che evolvono lungo la vita utile dell'edificio.

Indipendentemente dalla causa del cedimento, due sono le possibili soluzioni: il rinforzo del sistema fondale o, in alternativa, il miglioramento del terreno di fondazione tramite tecniche non invasive in grado di garantire il minor impatto possibile.

Uretek Deep Injections® è una tecnologia ben nota che consiste nell'esecuzione, nel terreno di fondazione dell'edificio fessurato, di iniezioni della resina ad alta pressione di espansione Geoplus® in grado di indurre un netto miglioramento nelle proprietà geomeccaniche del terreno.

Piccole quantità di materiale espandente vengono iniettate con precisione sotto il livello delle fondazioni; dopo l'iniezione la resina inizia immediatamente ad espandere e l'elevata pressione di espansione che sviluppa garantisce un'adeguata compattazione del terreno.

Il modello analitico del processo di espansione, insieme alla legge di espansione della resina, sono stati ricavati da studi di laboratorio e utilizzati per sviluppare un software, Uretek S.I.M.S. 1.0, in grado di predire un indice di miglioramento del terreno trattato con la resina Geoplus®.

Il software Uretek S.I.M.S. 1.0 mette i progettisti in grado di ottenere rapidamente i parametri del terreno necessari per l'esecuzione di un'analisi FEM, con cui modellare l'intero intervento.

1 *Indagini preliminari e post-intervento*

Palatium Vetus ad Alessandria

Nel caso del restauro di Palatium Vetus ad Alessandria **si è reso necessario comprendere con precisione la geometria del sistema fondale dell'edificio.**

Palatium Vetus ad Alessandria



Per indagare la tipologia di fondazione si sono condotte una serie di perforazioni lungo i muri perimetrali per identificare la profondità della base delle fondazioni, ma anche a distanza crescente dal muro per evidenziare l'eventuale presenza di allargamenti o di travi di connessione tra i plinti.

Si è così scoperto che i muri sono in laterizio

senza discontinuità e che il livello delle fondazioni varia da 0,5 m a 3,2 m di profondità.

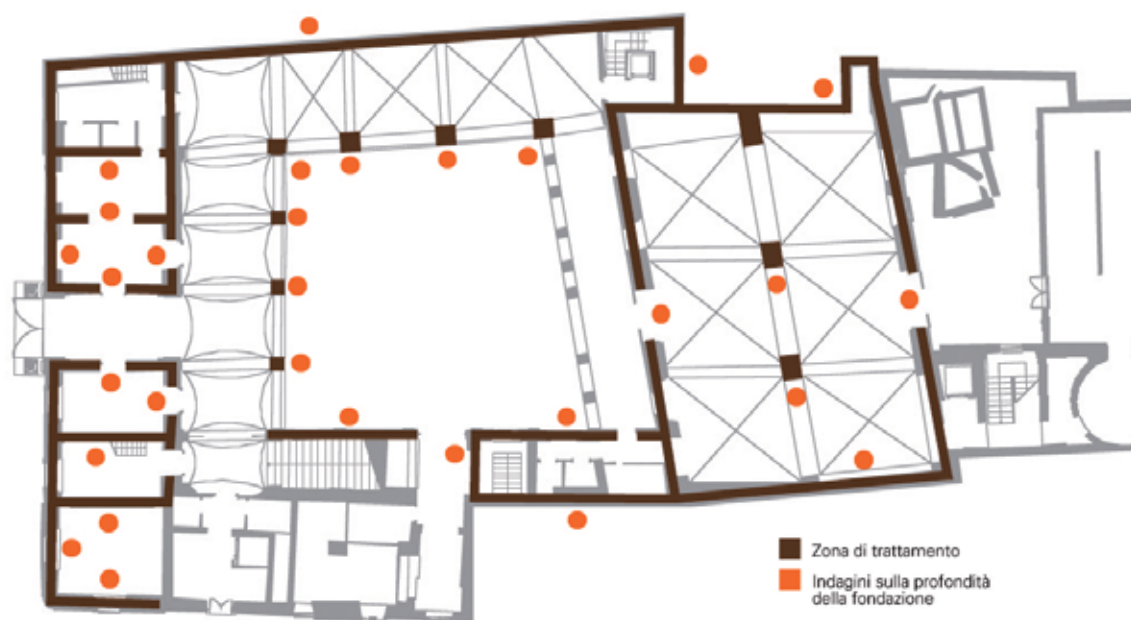
Si è stimato un incremento di carico trasmesso al terreno dovuto agli interventi di restauro che, in alcune zone, ha raggiunto anche il 50% del carico originario.

La stratigrafia è risultata composta da uno strato di riporto superficiale dello spessore variabile da 1,5 m a 2,4 m; segue uno strato argilloso di 3,0 m di spessore quindi 1,0 m di sabbia e limo.

Sotto agli strati meno resistenti si trova uno strato di maggior rigidità dello spessore di 10 m costituito da sabbia e ghiaia.

Dal momento che gli strati superficiali hanno una capacità portante relativamente scarsa si è deciso di intervenire stabilizzando il terreno attraverso l'applicazione della tecnologia Uretek Deep Injections®.

Mapa dei sondaggi conoscitivi e delle iniezioni



Il progetto di intervento è stato fatto utilizzando il software Uretex S.I.M.S. 1.0. Le iniezioni sono state effettuate a cinque diverse profondità, comprese tra la base delle fondazioni e i 3,5 m sottostanti. Per verificare l'incremento della resistenza del terreno quattordici prove penetrometriche comparative sono state portate a termine nella zona d'intervento. L'incremento dei valori delle proprietà meccaniche è stato di oltre il 40% nei punti critici.

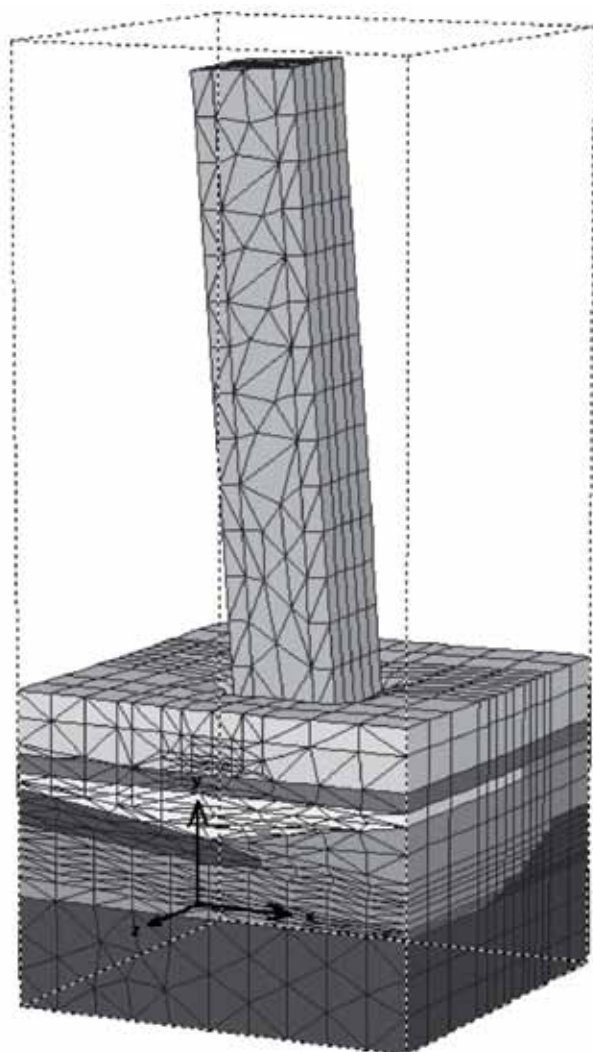
2 Analisi numerica

La torre di Città di Castello

Il caso della torre di Città di Castello è emblematico nel mostrare come **l'analisi numerica 3D possa essere decisiva nel pianificare l'intervento durante la sua stessa esecuzione.**

La torre, risalente al XIII secolo, è una struttura snella di forma parallelepipedica che pende nella direzione della piazza principale su cui si affaccia e anche verso la via contigua; la costruzione, come la vediamo oggi, è il risultato di diversi collassi e successive ricostruzioni avvenuti nel corso della sua storia. Per modellare correttamente l'attuale configurazione della torre è stata condotta un'analisi numerica tridimensionale usando il software commerciale Plaxis 3D Tunnel.

La torre è stata modellata come dato iniziale in posizione verticale, quindi sono state simulate le fasi costruttive fino a raggiungere la configurazione finale (Figura).



In corrispondenza delle fondazioni con quota d'imposta più superficiale è presente uno strato maggiore di terreno deformabile, cosa che ha condotto all'instaurarsi di un cedimento differenziale e alla conseguente rotazione della torre.

Le iniezioni sono state modellate come un'espansione volumetrica degli elementi solidi, forzando il valore di deformazione volumetrica degli elementi secondo l'aumento di volume calcolato con il software Uretex S.I.M.S. 1.0.

Sulla base delle indicazioni dell'analisi numerica è stato redatto il progetto esecutivo d'intervento. Il progetto e la dislocazione del sistema d'iniezioni sono stati volta per volta aggiustati in tempo reale, in funzione della reazione mostrata dalla torre alle iniezioni precedenti e in funzione dei risultati predittivi del modello numerico.

Durante tutto il processo di iniezione, e anche oltre, è stato fatto operare un sistema di monitoraggio elettronico. Il risultato ha confermato l'attendibilità del modello numerico nel riprodurre il processo di iniezione della resina.

3 Fasi di intervento

"Punta della Dogana" a Venezia

Il caso di "Punta della Dogana" a Venezia è esemplificativo di come talvolta **l'intervento debba essere necessariamente schedato in fasi.**

"Punta della Dogana" è il luogo a Venezia storicamente deputato al commercio. L'edificio di forma trapezoidale fu costruito nel 1677.

Le fondazioni sono costituite da muri in laterizio e giacciono su quattro diversi substrati a seconda della posizione: direttamente sul terreno, su una piattaforma rigida a sua volta poggiata a terra oppure su pali lignei, o ancora sulle fondazioni di una torre esistente. L'imposta del sistema fondale varia da 0,69 m a 2,84 m di profondità.

Nel maggio 2003, durante il rifacimento delle rive del "Canal Grande" per mezzo di micropali, si verificarono cedimenti della riva a ridosso di "Punta della Dogana" e dell'edificio stesso. Questi causarono la riapertura di vecchie fessurazioni e l'insorgere di nuove.

Il restauro dell'edificio ha previsto una serie di interventi per arrestare i cedimenti. Dal momento che i cedimenti sono stati causati da variazioni nello stato tensionale efficace del terreno di fondazione, la tecnologia Uretex Deep Injections® è stata ritenuta la più adatta allo scopo.

Le iniezioni sono state effettuate in tre fasi temporali distinte per permettere alla sovrappressione interstiziale di dissipare. Al contempo, il disturbo indotto dall'incremento di pressione dei pori venne limitato diminuendo le quantità di resina iniettata e programmando la sequenza di iniezione di modo che lo stesso volume di terreno venisse interessato dal processo di iniezione una e una volta soltanto.

La risposta della struttura è stata monitorata due volte al giorno dalla fine della prima fase d'iniezione e ogni quindici giorni tra una fase d'iniezione e l'altra.

Quel che si è osservato è stato l'aumento temporaneo dell'acqua in pressione nei tubi di iniezione, come conseguenza dell'espansione della resina. L'incremento di pressione interstiziale e la seguente dissipazione hanno provocato l'insorgere di cedimenti, ma nelle fasi successive il fenomeno è diminuito fino a che il trend non si è addirittura invertito, mostrando un recupero del cedimento occorso.

4 Interventi di ripristino delle strutture

La cappella di Saint Nicodème in Francia

Ci sono dei casi in cui **il consolidamento del terreno deve essere necessariamente affiancato dal restauro delle strutture** perché queste sono state seriamente danneggiate: è il caso della cappella di Saint Nicodème in Francia. Si trova nel cantone di Baud in Bretagna e le sue origini risalgono al Rinascimento francese.



Nel 1914 fu rilevata la presenza di fessurazioni dovute a problemi alle fondazioni della torre; nel 1926 un'indagine geognostica rivelò che il sottosuolo era costituito prevalentemente da scisti sciolti e sensibili all'umidità: questa è la ragione più probabile dell'instabilità della torre. Tra il 1927 e il 1930 venne iniettato del calcestruzzo nel sottosuolo per consolidarlo, ma, in ogni caso, proprio nel 1927, si osservò che la torre pendeva verso sud. Nell'ultima indagine, di recente esecuzione, è poi venuta alla luce la presenza di uno stato fessurativo dovuto all'infiltrazione di vapor d'acqua e una non corretta canalizzazione delle acque. Per far fronte alla criticità della situazione vennero programmati due tipi di intervento: il consolidamento del terreno e il restauro delle murature, entrambi a mezzo di iniezioni. Il consolidamento si sarebbe effettuato con la tecnologia Uretek Deep Injections®, mentre la stabilizzazione delle murature sarebbe stata fatta con una seconda tecnologia chiamata Uretek Walls Restoring® che consiste in iniezioni il cui scopo è quello di riempire con un legante i vuoti nei giunti tra i mattoni. L'intervento sulla

cappella è stato effettuato in due fasi: in aprile e in maggio del 2009, quindi in ottobre dello stesso anno. All'inizio e alla fine sono state eseguite delle prove pressiometriche per confrontare i valori di resistenza del terreno prima e dopo l'intervento. I risultati sono riportati nella tabella sottostante e mostrano un incremento significativo del modulo elastico e dell'indice di plasticità del terreno.

Valori pressiometrici prima e dopo l'intervento alla cappella di Saint Nicodème

Before (2003)	After (2009)
17.8<E<88.2 MPa	21.8<E<136 MPa
1.96<PI<4.01 MPa	2.96<PI<5.94 MPa



5 Monitoraggio a lungo termine

Edificio del XIX secolo a Ginevra



L'edificio oggetto d'intervento sito a Ginevra è un complesso residenziale risalente al 1828 che mostrava un'evidente quadro fessurativo. La struttura è stata costruita sulle fondazioni dell'antica cinta di fortificazione della città ma solo un lato dell'edificio poggia su di esse, mentre l'altro si fonda su un antico strato di materiale di riporto: questa è la causa dell'insorgenza delle fessurazioni. Al tempo della costruzione, dei cedimenti differenziali visibili ad occhio nudo si erano già manifestati mentre in epoca recente il massimo cedimento differenziale aveva raggiunto i 20 cm. L'insieme di tutte queste considerazioni unito al vincolo di non poter accedere all'interrato dell'edificio con macchinari di grandi dimensioni, ha portato alla decisione di ricorrere alla tecnologia Uretek Deep Injections®. Le iniezioni sono state effettuate a diversi livelli per un'estensione complessiva di 280 m allo scopo di riempire le cavità sottostanti l'edificio e di consolidare il terreno come nei casi precedenti. Dopo l'intervento di stabilizzazione il sistema di monitoraggio Easy Crack Monitor® è stato installato per valutare l'effettiva stabilizzazione delle lesioni. Il sistema permette l'acquisizione e la lettura automatica degli spostamenti relativi tra due lembi di una fessura e/o tra due parti di un edificio e/o tra due elementi strutturali. Il kit è composto da uno o più fessurimetri (figura sotto) che vanno posizionati in corrispondenza delle fessure da monitorare, e da una centralina di acquisizione e trasmissione dei dati. La centralina di controllo ha la funzione di raccogliere i dati dei diversi lettori e trasmetterli via GPRS ad intervalli regolari ai server di raccolta e di visualizzazione.

Easy Crack Monitor®



I risultati del monitoraggio hanno mostrato che entrambi gli obiettivi, di consolidamento e di stabilizzazione delle lesioni, sono stati raggiunti con la tecnica delle iniezioni.

la memoria completa può essere richiesta a:
uretek@uretek.it

Tutti garantiscono,
solo Uretek®
in più ti assicura



dopo l'intervento solo Uretek® ti da una
DOPPIA GARANZIA:

01 Garanzia Uretek®: **10anni !**

02 Garanzia assicurativa fornita da QBE,
primaria compagnia mondiale di assicurazioni: **10anni !**

**URETEK® È SOCIO SOSTENITORE
DELL'ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA
E SARÀ PRESENTE AL:**

XXV - Convegno Nazionale di Geotecnica

La geotecnica nella difesa del territorio e delle
infrastrutture dai rischi naturali

Baveno, (VB) Italy - dal 4 giugno 2014 al 6 giugno 2014

Il tema è di estrema attualità in considerazione sia delle condizioni climatiche, in continuo mutamento, sia delle modificazioni antropiche apportate nel tempo sul territorio. I fenomeni naturali quali frane e alluvioni hanno infatti modificato la loro frequenza, intensità e tipologia.



SE RISOLVE, È URETEK.



Uretek Italia S.P.A. - Via Dosso del Duca, 16 - 37021 Bosco Chiesanuova (VR) - Tel. 045 6799111- Fax: 045 6799138

uretek@uretek.it - www.uretek.it