



SE RISOLVE, È URETEK.

Geo.ACTION

Nuovo testo unico per l'edilizia (D.M. 14/01/08) **PAG. 2**

Più chiarezza per l'ambito geotecnico.

Intervento del prof. Marco Favaretti



il nuovo Software Urettek: uno strumento utile per adempiere agli obblighi imposti dalla nuova normativa.

PAG. 4



Braccio di Ferro: intervento di consolidamento presso l'impianto di depurazione "Stagnoni" di La Spezia.

PAG. 8



Sopraelevazioni: il metodo Deep Injections® in caso di previsto aumento di carichi in fondazione.

PAG. 6



Approfondimento scientifico: consolidamento del terreno mediante iniezione di resine poliuretaniche in terreni argillosi.

PAG. 10

Speciale

Testo unico dell'edilizia

Le NTC 2008 richiedono la progettazione e il collaudo degli interventi di consolidamento

Intervento del prof. Marco Favaretti



Il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.M. 14 gennaio 2008) ha modificato il campo della progettazione geotecnica (Capitolo 6). Particolarmente interessante è quanto previsto dal Decreto al punto 6.10 "Consolidamento geotecnico di opere esistenti" dove viene ampliato in modo assai incisivo quanto era in precedenza previsto al punto M del D.M. 11.03.88, stabilendo tra l'altro quanto segue:

6.10.1 CRITERI GENERALI DI PROGETTO

Il progetto degli interventi di consolidamento deve derivare dalla individuazione delle cause che hanno prodotto il comportamento anomalo

dell'opera. Tali cause possono riguardare singolarmente o congiuntamente la sovrastruttura, le strutture di fondazione, il terreno di fondazione.

....
Il progetto del consolidamento geotecnico deve essere sviluppato unitariamente con quello strutturale, ovvero gli interventi che si reputano necessari per migliorare il terreno o per rinforzare le fondazioni devono essere concepiti congiuntamente al risanamento della struttura in elevazione.

6.10.3 TIPI DI CONSOLIDAMENTO GEOTECNICO

I principali metodi per il consolidamento di

una struttura esistente fanno in generale capo a uno o più dei seguenti criteri:

- miglioramento e rinforzo dei terreni di fondazione;
- miglioramento e rinforzo dei materiali costituenti la fondazione;
- ampliamento della base;
- trasferimento del carico a strati più profondi;
-

Le funzioni dell'intervento di consolidamento geotecnico sono:

6.10.4 CONTROLLI E MONITORAGGIO

Il controllo geotecnico è obbligatorio quando agli interventi consegue una redistribuzione delle sollecitazioni al contatto terreno-manufatto. I controlli assumono diversa ampiezza e si eseguono con strumentazioni e modalità diverse in relazione all'importanza dell'opera, al tipo di difetto del manufatto e ai possibili danni per le persone e le cose.

Il monitoraggio degli interventi di consolidamento deve essere previsto in progetto e descritto in dettaglio, indicando le grandezze da misurare, gli strumenti impiegati e la cadenza temporale delle misure nel caso di ricorso al metodo osservazionale. Gli esiti delle misure e dei controlli possono costituire elemento di collaudo dei singoli interventi.

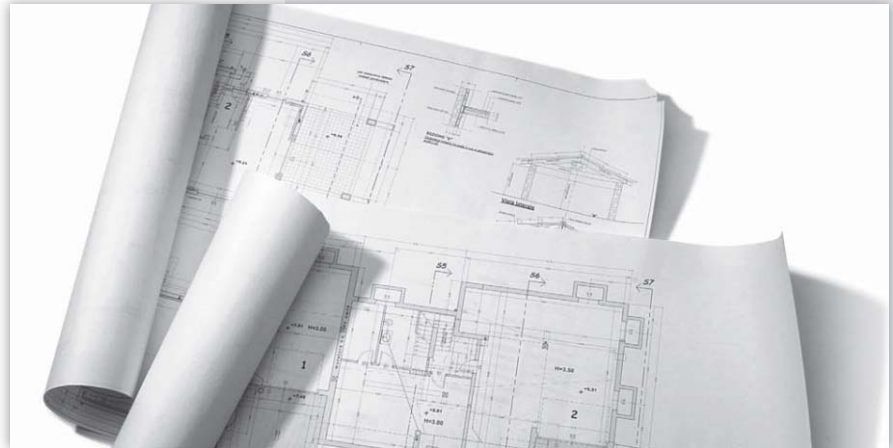
Sembra evidente la preoccupazione del legislatore di imporre al progettista geotecnico non solo di concepire un intervento di conso-

lidamento sui terreni di fondazione e/o sulle opere di fondazione, ma di calcolarlo e di condurre il lavoro in modo che il progetto sia fatto, pensato, progettato, calcolato e collaudato confrontando i dati di progetto con quelli effettivamente derivati dalle prove di collaudo. Per questo, i progettisti e i collaudatori dovranno così innalzare il livello delle proprie conoscenze teoriche e applicative, avvicinandosi anche a metodi di calcolo che riescano a rappresentare i complessi processi che un intervento di consolidamento produce. La impostazione sia i progettisti, sia le imprese del settore dovranno adeguare i loro comportamenti a priori il volume di terreno interessato dall'intervento, le quantità di materiale impiegato nel consolidamento e i costi. Per questo, i progettisti e i collaudatori dovranno così innalzare il livello delle proprie conoscenze e delle proprie competenze, avvicinandosi anche a metodi di calcolo che riescano a rappresentare i complessi processi che un intervento di consolidamento produce. Le imprese meno dotate di tecnologie e personale tecnico specializzato dovranno adeguarsi agli standard del settore investendo in formazione. Mi pare di poter procedere in tal senso.

prof. Marco Favaretti
professore associato di geotecnica
Università degli Studi di Padova



“Progettisti e collaudatori dovranno così innalzare il livello delle proprie conoscenze teoriche e applicative, avvicinandosi anche a metodi di calcolo che riescano a rappresentare i complessi processi che un intervento di consolidamento produce.”



Il software Uretek: lo strumento indispensabile per rispettare la nuova normativa negli interventi di consolidamento con resina Geoplus.

Al fine di andare incontro alle esigenze dei progettisti operanti nel settore della geotecnica, Uretek® ha perfezionato, assieme ad Aztec Informatica®, un software che ha recentemente lanciato sul mercato. Questo strumento, permetterà ai professionisti di realizzare, su basi scientifiche, la progettazione degli interventi di consolidamento con resine ad alta pressione di rigonfiamento, così come richiesto dal Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14.01.2008 “Norme tecniche per le costruzioni” al punto 6.10 “Consolidamento geotecnico di opere esistenti”.

Il programma **URETEK S.I.M.S.**, sviluppato in ambiente **Windows®**, consente di dimensionare gli interventi di consolidamento del terreno Uretek Deep Injections® con resina Geoplus®.

Il modello è stato sviluppato a partire dalla teoria dell'espansione di una cavità all'interno di un terreno dilatante presentata da Yu H.S. e Houlsby G.T. nel 1991, opportunamente modificata sulla base dei test effettuati in collaborazione con l'Università di Padova.

Dalla teoria si è poi passati ad un software, che consente di simulare i casi reali. Il software permette di stimare il grado di consolidamento del terreno a seguito del trattamento con resina Uretek Geoplus®. La distribuzione delle

iniezioni nel terreno e la quantità di resina per ogni intervento di progetto.

Il modello descritto dalla teoria può essere sintetizzato come segue:

- 1) La resina viene iniettata in un punto ben preciso nel terreno;
- 2) La resina espande nel terreno per reazione chimica;
- 3) La sfera di resina induce pressioni diverse a seconda della distanza dal punto di iniezione:
 - a. Il volume di terreno presente oltre tale

zona rimane in campo elastico e risente di un aumento di volume;

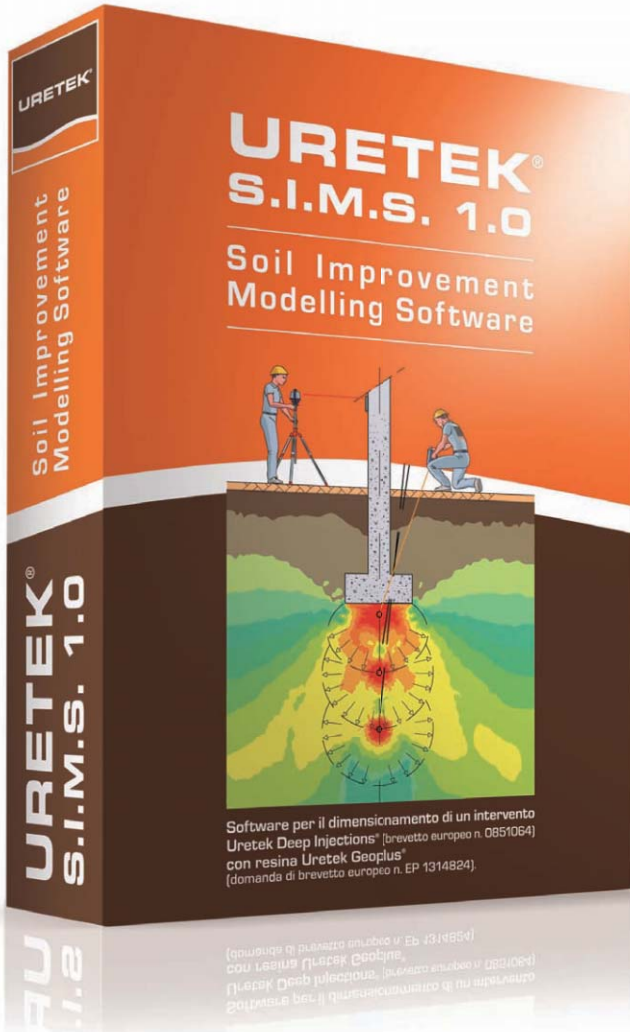
c. Il terreno presente oltre tale zona non risente dell'effetto di compressione prodotto dall'iniezione;

4) La geometria delle tre zone è rappresentata dalle seguenti figure:

- a. Sfera costituita da sola resina;
- b. Sfera costituita da terreno compresso in campo plastico;
- c. Sfera costituita da terreno compresso in campo elastico;

5) Le zone sopra descritte dipendono dalle seguenti variabili:

- a. Distanza dal punto di iniezione;
- b. Pressione di iniezione;
- c. Quantità di resina impiegata.

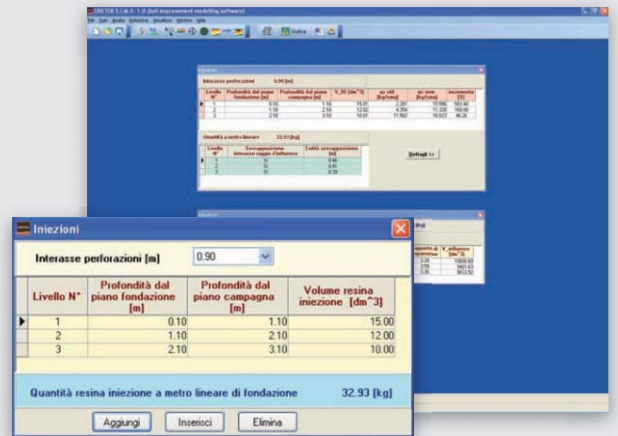


Il software integra il modello sopra riassunto, permettendo di stimare il miglioramento dell'aumento di resistenza penetrometrica alla punta, e di dimensionare un intervento di consolidamento del terreno secondo le esigenze di progetto.

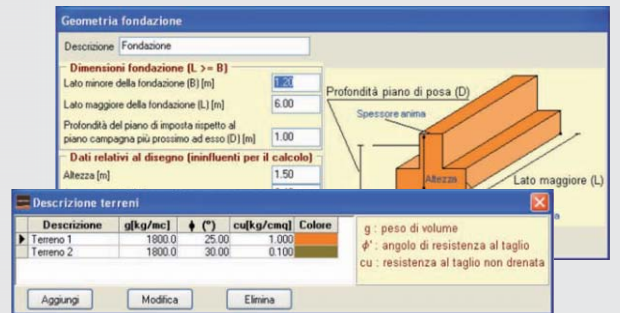
L'utilizzo di questo strumento è assai semplice e permette di avere un continuo controllo delle operazioni fatte. Dopo l'inserimento dei

L'ufficio tecnico Urettek fornisce assistenza all'uso del software ed alla progettazione degli interventi – uretek@uretek.it

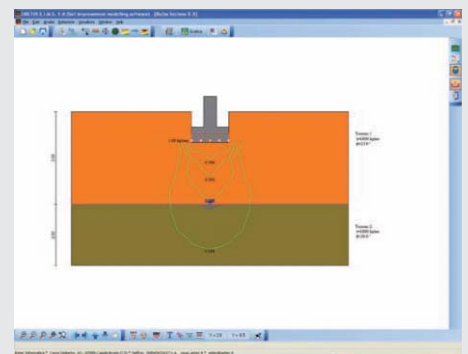
Finestra d'inserimento dei dati di input delle iniezioni



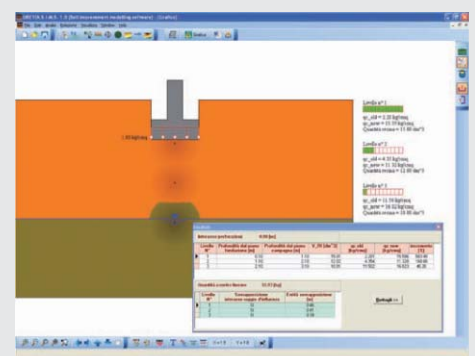
Finestra d'inserimento dei dati di input della geometria della fondazione e dei parametri del terreno



Sezione trasversale del volume di terreno trattato e rappresentazione del bulbo delle pressioni



Sezione trasversale del volume di terreno trattato e tabella dei risultati ottenuti



Speciale su concessione di Presenza Tecnica in Edilizia.

Scopo dell'intervento: aumentare la capacità portante del terreno di fondazione per consentire una sopraelevazione in sicurezza.

Ampliamenti in vista con il nuovo piano casa

L'applicazione del metodo Deep Injections, con iniezioni di resina Geoplus presso un'abitazione privata, mette in evidenza l'efficacia della tecnologia in un caso di previsto aumento dei carichi in fondazione



Prima dell'ampliamento



Dopo l'ampliamento

Risolutiva. In una parola è così, la tecnologia Uretex. Quando si tratta di incrementare la capacità portante di un terreno di fondazione espandente brevettata dall'azienda veronese agisce in modo rapido e poco invasivo; risolvendo il problema, è proprio il caso di dirlo, alla radice.

Per renderci conto concretamente ed in modo esplicito di questo sistema, analizziamo nel dettaglio un intervento realizzato nel milanese, esaminando il caso di un'abitazione privata. Il caso è stato studiato e progettato dall'ingegnere strutturista e degli ingegneri Uretex.

A seguito del progetto di ampliamento della propria abitazione sita nel Comune di Villa Cortese in provincia di Milano, redatto dal dott. ing. De Innocentis nel febbraio del 2008, il progetto è stato approvato dal Comune di Villa Cortese.

De Ambrogio un'indagine geologica del terreno ha permesso di individuare la presenza di uno strato molto denso. Per incrementare la capacità portante del sottosuolo investigato, si consiglia di far precedere la messa in opera delle fondazioni da un energico costipamento del sottofondo e dalla gettata di uno strato di magrone dello spessore di almeno 20 cm con annegata una rete elettrosaldata su tutto il sedime dell'ampliamento in progetto; inoltre può risultare opportuno consolidare il sottosuolo nella zona di ampliamento in modo da incrementare la densità relativa negli strati compresi tra la quota d'imposta fondazioni (circa 1,60 m) e il livello duro rilevato dalle prove ad una quota compresa tra 4,00 m e 5,00 m». Su suggerimento del geologo e dello strutturi-

Si è provveduto alla realizzazione di un intervento di ampliamento della struttura esistente, con l'aggiunta di un piano superiore. L'intervento è stato realizzato in modo da incrementare la capacità portante del sottosuolo investigato, si consiglia di far precedere la messa in opera delle fondazioni da un energico costipamento del sottofondo e dalla gettata di uno strato di magrone dello spessore di almeno 20 cm con annegata una rete elettrosaldata su tutto il sedime dell'ampliamento in progetto; inoltre può risultare opportuno consolidare il sottosuolo nella zona di ampliamento in modo da incrementare la densità relativa negli strati compresi tra la quota d'imposta fondazioni (circa 1,60 m) e il livello duro rilevato dalle prove ad una quota compresa tra 4,00 m e 5,00 m». Su suggerimento del geologo e dello strutturi-

Braccio di Ferro

Intervento di consolidamento con il metodo Uretek Deep Injections presso l'impianto di depurazione "Stagnoni" di La Spezia



Avete presente quando, nel momento del bisogno, l'indimenticato marinaio dei fumetti e il barattolo dei suoi mitici spinaci? D'un colpo una forza sovrumana. Ecco. L'effetto delle iniezioni di resina espandente Uretek Geoplus nel terreno, esse si espandono comprimendolo ed aumentandone la consistenza. Nell'ambito della ristrutturazione dell'impianto di depurazione "Stagnoni" di La Spezia, proprio questo sistema per consolidare e

ricomprimere il terreno. Infallibile come gli spinaci di Pinocchio. È stato necessario consolidare il terreno che sostiene i digestori anaerobici e due sedimentatori dell'impianto. La capacità di ciascuno di questi digestori è di circa 1400 m³. Le iniezioni sono state eseguite a una distanza di 2 metri tra loro e ad una rotazione legata alla consolidazione del terreno e ad un dilavamento del materiale di scarto. Queste ultime, costruite negli anni Ottanta, durante il loro ciclo di vita, sono state sottoposte a un

processo di deterioramento a seguito dell'usura degli anni Ottanta, conseguentemente all'andamento delle strutture. L'intervento con la resina espandente Uretek Geoplus si è posto l'obiettivo di aumentare la capacità portante del terreno di fondazione eliminandone eventuali vuoti; in tal modo è stato possibile riequilibrare le eterogenee caratteristiche del terreno, portando il terreno ad un sollevamento della struttura ed abbattimento così il cedimento differenziale. L'esecuzione dei fori d'iniezione è stata realizzata a mezzo di perforatori manuali elettrici a rotopercolazione con energia di battuta pari a massimo 12-14 Joule e frequenza 1200-2800 colpi/minuto. Le perforazioni, di diametro di 26 mm, eseguite attraverso le solette delle digeste, hanno una lunghezza massima di 6 m oltre lo spessore delle stesse, sono state intervallate a distanze regolari. In questo modo è stato possibile raggiungere con precisione il terreno da trattare e localizzare accuratamente l'effetto delle iniezioni. Successivamente, è stato messo nel condotto interrato la resina ad alta viscosità. La messa in opera del materiale dapprima avviene con una velocità controllata e ad un'altissima temperatura. Ed al raggiungimento di un elevato grado di addensamento dell'ammasso resina/terreno. Le iniezioni previste sotto il piano di posa dei digestori anaerobici sono state eseguite con un tubo d'iniezione a velocità controllata durante

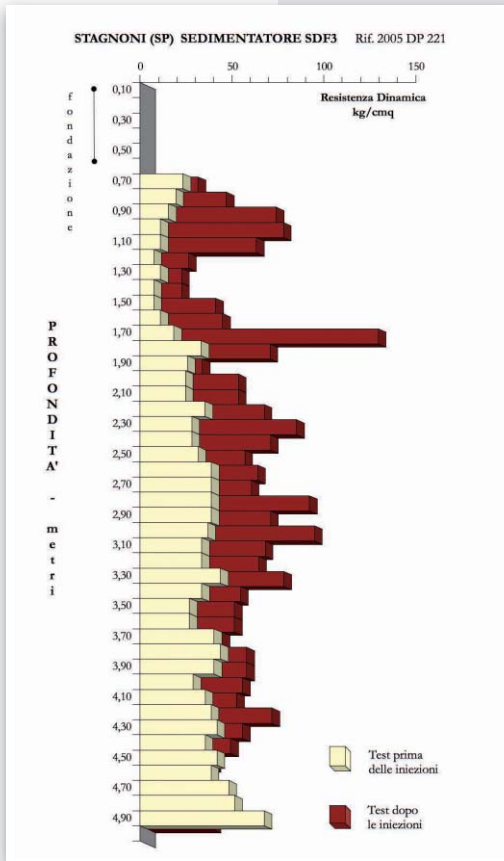
l'erogazione di resina. Per quanto riguarda i digestori, peraltro, a seguito delle perforazioni è stata riscontrata la presenza di vuoti di volume apprezzabile all'intradosso delle solette a altezza media pari a 5 cm, è stato riscontrato maggiormente nelle porzioni centrali delle vane a circa 25 m³. A profondità superiori, era presente uno strato di terreno di riporto costituito essenzialmente da trovanti lapidei di dimensioni variabili. Per risolvere il problema è stata effettuata una livellazione di precisione sui manufatti interessati dal trattamento. Sono stati effettuati test di penetrazione prima, durante e dopo l'intervento. È stato dimostrato sul campo la sua forza. Non c'è da preoccuparsi.

Risultato raggiunto

Le prove di controllo effettuate presso il cantiere dell'intervento. Anzitutto, le operazioni di iniezione della resina sono state monitorate costantemente. È stato osservato lo spostamento verticale della struttura e dunque il suo sollevamento, dando un immediato riscontro. È stata effettuata una livellazione di precisione sui manufatti interessati dal trattamento. Sono stati effettuati test di penetrazione prima, durante e dopo l'intervento. È stato dimostrato sul campo la sua forza. Non c'è da preoccuparsi.



Digestore dell'impianto di depurazione di La Spezia.



Prova penetrometrica comparativa pre-intervento e post-intervento.

Iniezioni a colonna con estrazione del tubo d'iniezione a velocità controllata.



Approfondimento scientifico

Traduzione di un estratto della memoria scientifica pubblicata negli atti del convegno internazionale: **Sec 2008, Paris, France.**

Consolidamento del terreno mediante l'iniezione di resine poliuretaniche per l'attenuazione del rigonfiamento e del ritiro di terreni argillosi

Alberto Paschetto, Matteo Gabassi, Gianluca Vinco (Uretex s.r.l., Verona) - Cristiano Guerra (Università di Urbino, Urbino)

di studiare la relazione tra le frequenze di precipitazione e i fenomeni di fessurazione.

iniezioni di resina ad alta pressione di rigonfiamento, da questo fenomeno, si sono analizzati

1. Sono stati studiati i dati di precipitazione e il

2. Sono stati monitorati gli effetti della siccità sul terreno di fondazione e ciò allo scopo di elaborare un metodo per risolvere o prevenire problemi sulla costruzione connessi al rigonfiamento

3. Il confronto degli effetti sul terreno della siccità e dell'iniezione di resine ad alta pressione

abbastanza simili in termini di incremento di rigidità, ma la maggior densità del terreno compresso dall'iniezione di resine impedisce

1. Introduzione

La comprensione della relazione tra i cambiamenti climatici estremi registrati nel recente

gli

scopo di determinare la relazione tra l'incremento degli eventi di pioggia.

2. Analisi delle serie di precipitazioni

Nel passato recente si è osservato un calo generale degli eventi di pioggia medi mensili, in particolar modo durante le stagioni invernali. Si sono osservati inoltre un aumento del valore massimo di precipitazione in autunno e un'estrema riduzione delle precipitazioni nevose.

Gli ultimi decenni sono stati caratterizzati dall'alternanza di anni molto aridi (1993, 1994,

(2003), molto piovosi (1996 e 1999) e estremamente piovosi (2005). (Vedi Figura 1)

3. Relazione tra la frequenza di siccità e il numero di rischi

Partendo dal numero dei danni rilevati e dagli

Si può osservare una stretta relazione tra l'andamento dell'indice SPI calcolato e i periodi in

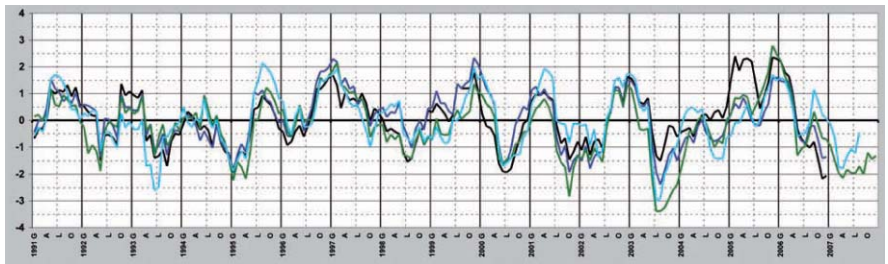
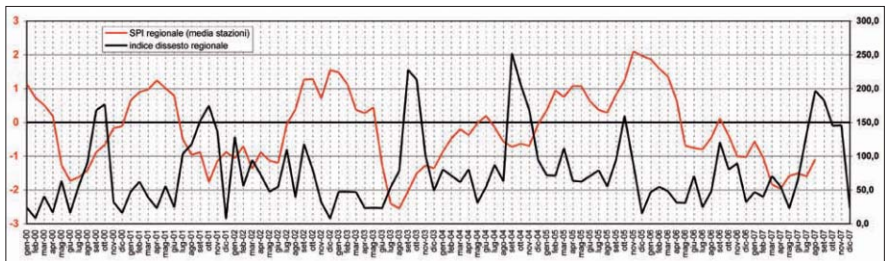


Figura 1: Andamento dell'indicatore di piovosità SPI (Standard Precipitation Index) negli ultimi decenni



gli

La relazione tra il volume e il contenuto d'acqua naturale w provoca una perdita di volume secondo una curva simile a quella mostrata in figura 3. Il contenuto d'acqua naturale può essere calcolato come il rapporto tra il peso dell'acqua e il peso del terreno:

$$w = \frac{P_w}{P_s} = \frac{\sum_d 0V_w}{\sum_d 0V}$$

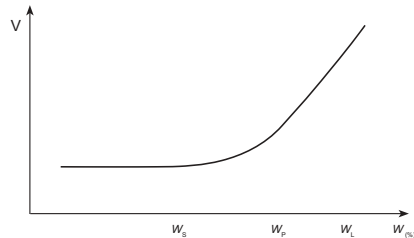


Figura 3. Relazione tra il volume e il contenuto d'acqua naturale w

Il contenuto d'acqua naturale può essere calcolato come il rapporto tra il peso dell'acqua e il peso del terreno:

Nel caso di terreni saturi ($S_r=100\%$) la variazione di volume è uguale a:

$$\frac{\Delta V_w}{V} = \frac{\Delta V}{V} \cdot \frac{\sum_d 0V_w}{\sum_d 0V}$$

Attraverso questa formula si può determinare la variazione del contenuto naturale d'acqua dovuta alla variazione del volume d'acqua.

5. Operazioni di miglioramento del terreno

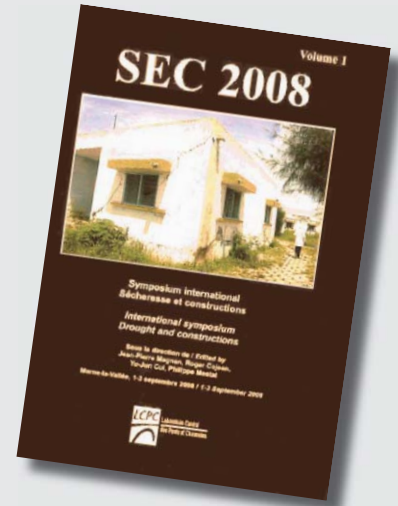
È stato analizzato il caso di un terreno di fondazione caratterizzato dalla presenza di limo argilloso ($U_L=0,7$) e da limo sabbioso ($U_L=0,4$) e da limo sabbioso ($U_L=0,4$). Una variazione del contenuto d'acqua dell'1% comporta una variazione di 5 mm di cedimento se consideriamo un metro di terreno di fondazione.

Considerando di iniettare il terreno a tre differenti livelli di profondità migliorando i primi tre metri del terreno di fondazione, è possibile ipotizzare un fattore d'espansione pari a 4 (Dei Svaldi et al., 2005) con un volume espanso medio di resina poliuretanicca iniettata pari a circa 40 dm³ per ogni metro cubo di terreno trattato.

Esaminando un'unità di volume di terreno si può calcolare il coefficiente di sostituzione del volume come la percentuale del rapporto tra il volume di resina e il volume di terreno:

$$RV = \frac{V_r}{V_\#} = \frac{40}{1.000} \cdot 100 = 0,040 = 4,0\%$$

Considerando il volume sostituito (V_r) pari alla quantità di resina iniettata (X_w), si può



Questo valore, assieme alla curva della prova a secco, permette la stima di una futura diminuzione dei cedimenti causata da un'ulteriore perdita d'acqua di circa 35 mm.

$$Ow = \frac{\Delta V_w}{\Delta V} = \frac{\sum_d 0V_w}{\sum_d 0V} = \frac{0,040}{0,016} = 0,023 = 2,3\%$$

Questo valore, assieme alla curva della prova a secco, permette la stima di una futura diminuzione dei cedimenti causata da un'ulteriore perdita d'acqua di circa 35 mm.

6. Conclusioni

Partendo dall'analisi delle serie di precipitazione, è stato scelto un indice interessante al quale si è applicata la curva della prova a secco. Quest'andamento è stato confrontato con il numero dei danni riportati e con gli interventi necessari per la riparazione delle fessurazioni.

La sostituzione dell'acqua del suolo con resina riduce fortemente i possibili cedimenti futuri provocati da un'ulteriore perdita d'acqua diminuendo il contenuto d'acqua naturale, tuttora presente nel terreno. La sostituzione della resina sull'assorbimento/rilascio dell'acqua è funzione dello stato tensionale sottostante la fondazione e della riduzione della permeabilità sulla limitazione della reidratazione.

Campagna sopraelevazioni

Con Deep Injections® sopraelevazioni senza rischi!

Nuova campagna stampa per la tecnologia più veloce e meno invasiva per il consolidamento dei terreni di fondazione.

Uretek presenta la nuova campagna stampa per **Deep Injections®**, è stata ideata per coloro che vogliono risolvere in modo sicuro e veloce i problemi di questa tecnologia.

Il metodo **Deep Injections®**, infatti, offre la possibilità di consolidamento del terreno di fondazione in tutti quei casi in cui non sia adeguato a sopportare i carichi previsti.

La tecnica è tanto semplice quanto funzionale.

Attraverso l'iniezione di resina espandente Geoplus® il terreno di fondazione viene compattato aumentandone la capacità portante e permettendo così di sopraelevare in sicurezza, offrendo molteplici vantaggi rispetto agli altri tipi di intervento: non è invasiva, non servono scavi, non produce vibrazioni dannose, i rischi sono sensibilmente ridotti rispetto agli altri sistemi. Questa nuova campagna vuole far conoscere a tutti i tecnici della Uretek, tutti gli ambiti in cui essa può essere applicata.



© 2009 - Luca Mercurio Communications



Convegno URETEK

Convegno Uretek in collaborazione con "Il Sole 24 Ore"



Il 30 giugno 2009 si è tenuto a Milano, presso il Palazzo delle Stelline, il convegno promosso da Uretek ed "Il Sole 24 Ore" dal titolo "Ristrutturazioni edilizie: normative, tecnologie e soluzioni fiscali per la tutela e il recupero del patrimonio immobiliare".

Si è analizzato, attraverso i contributi di esperti del settore ed interessanti casi studio in ambito di ristrutturazioni edilizie, l'aspetto normativo e fiscale del patrimonio immobiliare.

dovuti all'insorgere di cedimenti differenziali. Nel corso dei lavori sono stati affrontati tutti gli aspetti di questa complessa casistica, ivi compresi il quadro normativo di riferimento e le soluzioni tecniche e fiscali. La manifestazione ha avuto un grande successo e ha permesso di approfondire le conoscenze tecniche e normative in materia di ristrutturazioni edilizie.

Publicazione periodica pubblicitaria ed informativa sul Mondo URETEK.

Copia Gratuita.

