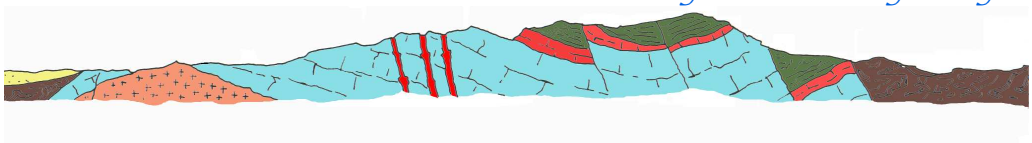


COMUNE DI SAN VINCENZO
(Provincia di Livorno)

RELAZIONE GEOLOGICA, INDAGINI GEOTECNICHE PER IL PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PRIVATA PER L'EX OFFICINA BENSI IN VIA VITTORIO EMANUELE II A SAN VINCENZO

Norme:

D.M. 11.3.88
D.M.14.01.08
Circ. LL.PP. 2.2.2009
D.P.G.R. 36/R del 9.7.2009
D.C.R. 13/05

Proprietà:

Sig. Gabriele VICINI
Legale rappresentante della Soc. Star Immobiliare

Il Progettista:

Geom. GHERARDO ZANETTE

Ing. LUCA BONANNINI

Il Geologo
Dott. Geol. Annovi Paolo

Firmato digitalmente da
paolo annovi

CN = annovi paolo
T = Geologo OGT
SerialNumber = IT:NNVPLA65R15D548N
e-mail = paoloannovi@hotmail.com
C = IT

data: marzo2015

Rif.int.:D:\lavoro\2014\Zanette\Officina\consegnaMarzo 2015

SOMMARIO

1 - PREMESSA

2 - UBICAZIONE

3 - BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1 - Note generali
4.2 - Il substrato roccioso
4.2a - Argilliti, siltiti, calcareniti con Pithonella
4.3 - i sedimenti Pleistocenici
4.3a - Le calcareniti sabbiose (Panchina)
4.3b - Le sabbie rosso arancio di Donoratico e le sabbie limose con ghiaia
4.4 - I sedimenti Olocenici
4.4a - La spiaggia attuale e la spiaggia antica

5 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

6 - ASPETTI PARTICOLARI PER LA PREVENZIONE SISMICA

7 - LE INDAGINI A DISPOSIZIONE

8 - LE INDAGINI ESEGUITE
8.1 - Il Sondaggio SA
8.2 - Il sondaggio SB
8.3 - Il sondaggio SC

9 - LA CARATTERIZZAZIONE MECCANICA

10 - ELABORAZIONE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI
10.1 - I parametri ottenuti dall'indagine per la Torre
10.1a - Le sabbie rosso arancio di Donoratico
10.1b - La calcarenite sabbiosa (panchina)
8.1c - Le sabbie grossolane con ghiaia
10.2 - I parametri ottenuti dall'indagine per l'officina

11 - LA CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI TERRENI PLEISTOCENICI E DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

12 - IL MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO

13 - IL RISCHIO IDRAULICO

14 - CONCLUSIONI

ALLEGATI

TAVOLA 1 - UBICAZIONE - Carta della Tutela del Territorio	scala 1:10.000
TAVOLA 2 - CARTA GEOLOGICA	scala 1:5.000
TAVOLA 3 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI	scala 1:700
TAVOLA 4 - I SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO SA-SB-SC	
TAVOLA 5 - PROVA DI TAGLIO CAMPIONE C1-SC	
TAVOLA 6 - SINTESI DEI DATI GEOTECNICI	
TAVOLA 7 - SEZIONE GEOLOGICA A-B	scala 1:150
TAVOLA 8 - SEZIONE GEOLOGICA C-D	scala 1:150

RELAZIONE GEOLOGICA, INDAGINI GEOTECNICHE PER IL PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PRIVATA PER L'EX OFFICINA BENSI IN VIA VITTORIO EMANUELE II A SAN VINCENZO

1 - PREMESSA

Su incarico del Progettista, Geom. Gherardo Zanette, sono state condotte le indagini geologiche e geotecniche di supporto al progetto di riconversione dell'edificio ex officina Bensi in un edificio destinato ad attività urbane e residenziali.

Facendo riferimento agli elaborati di supporto al R.U., l'edificio oggetto di recupero si trova all'interno del sottosistema Insediativo centrale (I5) con **Classe 2** di Pericolosità Geomorfologica (pericolosità bassa) e **Classe 3** di Pericolosità Idraulica (pericolosità medio-bassa).

A seguito dell'adozione del Nuovo Piano Strutturale, il quadro conoscitivo aggiornato ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R, la colloca in un'area a pericolosità geologica bassa (**Classe G.1**) e pericolosità idraulica media (**Classe I.2**).

L'intervento risulta esterno alle aree con Pericolosità Elevata e Molto Elevata definite dalla Carta della Tutela del Territorio (Piano Stralcio Assetto Idrogeologico - D.G.R. 13/05)

A seguito della D.G.R.T. n. 431 del 19/6/2006 e dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3519 del 28/04/2006, il territorio del Comune di San Vincenzo è stato inserito nella **zona 4** della nuova classificazione sismica

Con riferimento al quadro normativo sopra indicato si descrive l'inquadramento geologico dell'area di intervento, si fornisce la caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione (D.M. 11.3.88), si analizza il rischio idraulico anche alla luce degli interventi da realizzare e si forniscono le informazioni necessarie per la progettazione sismica.

2 - UBICAZIONE

L'ubicazione dell'intervento è evidenziata sulle seguenti tavole:

- Ubicazione: Carta della Tutela del Territorio scala 1:10.000 (Tav. 1)
- Carta geologica: C.T.R.D. scala 1:5.000 (Tav. 2)
- Ubicazione delle indagini scala 1:700 (Tav. 3)

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

3 - BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto prevede la parziale demolizione della vecchia officina mantenendo però le mura esterne perimetrali e la costruzione di un nuovo edificio costituito da cinque piani fuori terra e un piano interrato.

Per informazioni più dettagliate consultare le tavole di progetto.

In base a tali caratteristiche l'intervento in oggetto può essere classificato come una **costruzione di tipo 2** (opere ordinarie, con vita nominale V_N 10 $\leq V_N \geq 50$ anni) e **classe d'uso II** (costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.....Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi, gli uffici, i negozi).

Il nuovo manufatto avrà una volumetria superiore ai 1500 m^3 (circa 5100 m^3) e altezza in gronda inferiore a 20 ml (circa 17,3 ml) quindi in riferimento alle classi di indagini definite dall'art.7 del Regolamento attuativo dell'art. 117 della L.R. 1/2005, tali interventi richiedono una indagine di classe 3.

4 - L'INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1 - Note generali

Il progetto interessa un'area completamente urbanizzata dove, ad eccezione dei sedimenti recenti della spiaggia, non vi sono affioramenti delle rocce in posto.

Tuttavia, in un contesto più ampio, l'inquadramento geologico è definito da un substrato roccioso del Cretaceo superiore su cui si è sedimentato il neoautoctono Pleistocenico (Tavola 2).

4.2 - Il substrato roccioso

Il substrato roccioso appartiene al dominio ligure che si sovrappone al complesso australpino o direttamente alle formazioni toscane.

4.2.a - Argilliti, siltiti, calcareniti con Pithonella

La formazione stratigraficamente si trova alla base del Flysch calcareo marnoso di Monteverdi M.mo ed è costituita da siltiti e da argilliti grigie con numerose intercalazioni di sottili strati di calcare, calcare marnoso, di marne e di arenarie.

4.3 - I sedimenti Pleistocenici

Sul substrato roccioso si è depositato, nel Pleistocene superiore, un complesso di sedimenti neoautoctoni.

In quel periodo il mare, durante le fasi interglaciali, è penetrato sulle terre emerse e da queste si è ritirato durante le glaciazioni wurmiane.

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

Nei periodi interglaciali, per la diminuzione dei ghiacci polari, il livello del mare si è innalzato favorendo la deposizione dei sedimenti sabbiosi di spiaggia e di spiaggia sommersa che, cementandosi, hanno originato le calcareniti sabbiose indicate anche con il termine di "panchina".

Nei periodi glaciali, per l'aumento dei ghiacci polari, il livello del mare si è abbassato provocando forti erosioni per la minore quota del livello di base dei corsi d'acqua, ma anche la sedimentazione continentale (eolica, colluviale e fluviale).

È in questa fase che si sono formati i depositi eolici e colluviali di sabbie limose rosso-arancio, generalmente conosciute come "Sabbie di Donoratico" e gli accumuli fluviali di sabbie limose con ghiaia.

Posto l'inizio del Pleistocene superiore con la trasgressione risalente a 125.000 anni fa, sono riconoscibili nella Toscana costiera tre fasi trasgressive (Tirreniano I, II, III), ciascuna seguita da una fase regressiva del livello del mare (Intratirreniano I, II, III).

In definitiva sono presenti tre cicli sedimentari testimoniati da altrettante sequenze di Panchina-Sabbie di Donoratico e livelli di sabbie limose con ghiaia. I tre cicli sono stati distinti, a partire da quelli più antichi, con i simboli I, II, III.

4.3.a - Le calcareniti sabbiose (Panchina)

Sabbie cementate in forme irregolari, con frequenti intercalazioni di sabbie monogranulari gialle ed incoerenti in cui è possibile riconoscere frammenti di gasteropodi e di lamellibranchi marini.

La formazione testimonia l'inizio trasgressivo di un ciclo sedimentario eustatico.

4.3.b - Le sabbie rosso arancio di Donoratico e le sabbie limose con ghiaia

Sabbie limose di colore rosso arancio, prive di strutture sedimentarie e di fossili (Sabbie di Donoratico) che possono contenere importanti quantità di materiali detritici di origine fluviale (Sabbie limose con ghiaia).

Questi ultimi sono presenti in grandi quantità e sono composti da ghiaie con ciottoli di calcare bianco, più raramente grigio o nero, immerse in sabbie limose di colore avana con ghiaie minute.

I ciottoli spesso presentano tracce di forte cementazione con elementi di minori dimensioni che possono essere interpretate come il frutto di un rimaneggiamento di depositi colluviali più antichi.

La formazione nel suo insieme testimonia la fase regressiva e la chiusura di un ciclo sedimentario di natura eustatica .

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

4.4 - I sedimenti Olocenici

4.4.a - La spiaggia attuale e la spiaggia antica

Sabbie monogranulari, incoerenti, facilmente rimaneggiabili dal moto ondoso e dal vento, che ricoprono con continuità il tratto compreso tra gli insediamenti ed il mare (Spiaggia attuale).

5 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il substrato è composto da argilliti e siltiti e le intercalazioni dei sottili strati calcarei ed arenacei mancano della necessaria continuità perché la formazione possa svolgere la funzione di roccia-serbatoio per una falda idrica sotterranea.

Con tali caratteristiche il substrato risulta praticamente impermeabile.

Il complesso pleistocenico-olocenico invece è composto da una sequenza di sedimenti con un grado di permeabilità differenziato:

- **Le calcareniti sabbiose** - Formazione permeabile per la mancanza delle frazioni limose ed argillose.
- **Sabbie rosso arancio di Donoratico -** Formazione con permeabilità molto scadente per l'elevato contenuto di limo.
- **Sabbie limose con ghiaia -** Durante la perforazione questo sedimento ha alternato forti e minimi recuperi in carotaggio evidenziando una importante variabilità nella distribuzione granulometrica.

  Il grado di permeabilità delle Sabbie limose con ghiaie dunque non è omogeneo, ma varia da impermeabile a permeabile passando dai livelli ricchi a quelli poveri di sedimenti fini (Limi e sabbie).

Nel modello meccanico del terreno il livello statico è stato posto alla base del livello di calcarenite sabbiosa

6 - ASPETTI PARTICOLARI PER LA PREVENZIONE SISMICA

A seguito della D.G.R..T. N. 431 del 19/6/2006 e dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3519 del 28/04/2006 il territorio del Comune di San Vincenzo è stato inserito nella **zona 4** della nuova classificazione, per la quale è prevista una accelerazione massima convenzionale al suolo $\mathbf{a_g = 0.05g}$.

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

Zona	Ag/g	Comuni
2	0.25	n°90
3s	0.25	n°106
3	0.15	n°67
4	0.05	n°24

Fig. 1 - Classificazione sismica secondo la D.G.R.T. 431/06

L'Ordinanza da facoltà alle Regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica anche nelle zone 4.

La Regione Toscana con la D.C.R. n° 169 del 08/10/2003 ha reso obbligatoria la progettazione antisismica anche nelle zone 4, definite a "bassa sismicità" ai sensi della Legge 64/74.

Con l'approvazione da parte del Senato del disegno di legge n. 2013, il decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248, recante la proroga dei termini previsti da disposizioni legislative è stato convertito in legge.

In particolare, per quanto riguarda la progettazione sismica, si dichiara che sino al 30 giugno 2009 potranno essere utilizzate sia le nuove norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 sia le precedenti approvate con D.M. 14 settembre 2005, sia le norme di cui al D.M. del 9 gennaio 1996 (Cemento armato), al D.M. 16 gennaio 1996 (carichi e sovraccarichi), al D.M.1 6 gennaio 1996 (costruzioni in zone sismiche), al D.M. 20 novembre 1997 (Edifici in muratura), al D.M. 11 marzo 1988 (terreni, rocce e stabilità dei pendii) e al D.M. 4 maggio 1990 (ponti stradali).

L'intervento ricade in un'area dove non sono segnalate particolari condizioni geomorfologiche in grado di amplificare l'effetto dell'azione sismica.

Riguardo alla definizione del coefficiente di fondazione, il punto C.6.1.1 del D.M. 16.01.96, recita: "*si assume di regola* $\boldsymbol{\varepsilon = 1}$, *tuttavia, in presenza di stratigrafie caratterizzate da depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 metri, soprastanti terreni coesivi e litoidi con caratteristiche meccaniche significativamente superiori, si assumerà per il coefficiente* $\boldsymbol{\varepsilon}$ *il valore di 1.3*".

Nel caso in esame si utilizzerà $\boldsymbol{\varepsilon = 1{,}0}$.

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

7 - LE INDAGINI A DISPOSIZIONE

In occasione delle indagini a supporto del progetto di restauro e ristrutturazione delle Torre commissionate a questo Studio (1998) sono stati eseguiti quattro sondaggi a carotaggio continuo fino alla profondità di 15 ÷ 23 ml, sono stati prelevati campioni del terreno, eseguite prove SPT (Standard Penetration Test) e sono stati installati tre piezometri. (Tav. 3).

I risultati hanno permesso di stabilire che nei sondaggi S1, S3 e S4 il substrato roccioso è stato incontrato rispettivamente alla profondità di 16,0m, 22,5m e 14,5m dal piano campagna; si presenta con una fascia di alterazione (regolite) di spessore variabile da 1,5 m a 3,0 m e costituisce il basamento su cui si è depositato il complesso delle formazioni pleistoceniche.

Queste ultime sono sepolte sotto la spiaggia nella parte prospiciente alla linea di costa, dai riporti e dai riempimenti nella parte urbanizzata.

8 - LE INDAGINI ESEGUITE

Il Regolamento di attuazione dell'articolo 117 commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n.1 (Norme per il governo del territorio) all'articolo 7 (classi di indagine geologiche, geofisiche e geotecniche) definisce quattro classi di indagine.

Per la classe 3, "*Riferita alle opere di volume lordo inferiore a seimila metri cubi con altezza in gronda inferiore a venti metri. Con riferimento a tale classe d'indagine la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte si determinano mediante indagini geofisiche, quali quelle sismiche a rifrazione o riflessione, eseguite nel sito oggetto di studio. La definizione dei parametri geotecnici è basata su sondaggi geognostici*".

Le NCT 14/01/08 all'art. 6.2.2. dichiarano: "*nel caso di costruzioni o interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali*".

Per quanto detto, la caratterizzazione geotecnica può essere ottenuta attraverso la raccolta di dati su cui possa responsabilmente basarsi la progettazione e in particolare si potrà fare riferimento ai numerosi risultati delle indagini per la ristrutturazione della Torre sopra menzionate.

Tuttavia è stata eseguita una campagna geognostica all'interno dell'officina costituita da tre sondaggi a carotaggio continuo che hanno raggiunto la profondità di circa 12 m.d.p.c i primi due (SA e SB) mentre il terzo (SC) è stato interrotto a 8 m.d.p.c per la coerenza stratigrafica con i primi due.

L'ubicazione delle indagini è riportata nella Tav. 3.

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

8.1 - Il sondaggio SA

È stato realizzato in prossimità dell'ingresso dell'officina di Via Vittorio Emanuele II e ha raggiunto la profondità di 12,2 m dal piano di calpestio (p.c.)

Al di sotto di uno spessore di circa 40 cm di cemento della pavimentazione, è presente fino alla profondità di 1,6 m, un limo sabbioso compatto di colore marrone scuro.

Da questa profondità e fino a 3,8 m.p.c si trovano le Sabbie rosso arancio di Donoratico, ovvero sabbie limose dal colore marrone rossastro.

Al di sotto è presente una bancata continua di Calcareniti sabbiose dello spessore di 2,2 ml

Più in profondità e fino a circa 11,4 m.p.c, sono state individuati dei livelli di sabbie grossolane incoerenti più o meno cementate in alternanza con livelli di ghiaie centimetriche.

Da questa profondità e fino alla fine della perforazione è stato incontrato la parte sommitale del substrato roccioso che è qui è presente con le Argilliti, siltiti, calcareniti con Pithonella.

8.2 - Il sondaggio SB

È ubicato a circa 20 ml in direzione di via della Stazione spostato verso Nord Ovest e ha raggiunto la profondità di 11,8 m.p.c.

I terreni investigati con il sondaggio sono sostanzialmente gli stessi, cambiano solamente gli spessori.

Il substrato roccioso è stato incontrato a circa 10,3 m.p.c., quindi circa 1,1 ml più superficialmente rispetto al sondaggio SA, confermando che il bedrock che si trova ad una quota altimetrica maggiore man mano che aumenta la distanza dal mare.

8.3 - Il sondaggio SC

L'ultimo sondaggio è stato ubicato sempre all'interno dell'officina, a circa 10 ml da SB parallelamente a via della Stazione e si è interrotto a 8 m.p.c. per la totale coerenza stratigrafica con quest'ultimo.

9 - LA CARATTERIZZAZIONE MECCANICA

I terreni che costituiscono l'immediato sottosuolo dell'edificio da ristrutturare sono, per la loro natura litologica, difficilmente caratterizzabili con le normali metodologie della geotecnica.

Di seguito, per ogni terreno riconosciuto durante i sondaggi, sono descritte le difficoltà di campionamento e di esecuzione delle prove di laboratorio.

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

a) Le sabbie rosso arancio di Donoratico

I campioni tendono a frantumarsi per la poca coesione ed il campionamento risulta difficoltoso.

b) Le calcareniti sabbiose

Non sono campionabili in modo indisturbato

c) Le sabbie fini e/o grossolane incoerenti

Non sono campionabili perchè prive di coerenza

d) Le sabbie grossolane cementate e le ghiaie (sciolte e cementate)

Non sono campionabili in modo indisturbato

e) Le sabbie grossolane sciolte con elementi litoidi

Si presentano coerenti quando la frazione fine è importante, ma il loro campionamento risulta difficile per la presenza dello scheletro ghiaioso e ciottoloso.

f) Le argilliti, siltiti e calcareniti

Non sono campionabili in modo indisturbato

Per quanto sopra le prove di laboratorio sono limitate ad un solo campione disturbato.

Tuttavia i soliti terreni nell'area di progetto sono presenti anche al di sotto della Torre di San Vincenzo e questi ultimi sono stati ampiamente investigati dalla campagna geognostica effettuata da questo Studio durante la quale sono state eseguite numerose prove SPT sui terreni.

10 - ELABORAZIONE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI

Per caratterizzare meccanicamente i terreni presenti sono stati utilizzati sia i parametri ottenuti durante la campagna geognostica con le prove in situ per la Torre, sia la prova di taglio eseguita da questo Studio sul campione disturbato prelevato nel sondaggio SC.

10.1 - I parametri ottenuti dall'indagine per la Torre

10.1.a - Le sabbie rosso arancio di Donoratico

I sedimenti appartenenti a questa formazione hanno una forte componente di sabbia fine e di limo.

La sabbia raggiunge di norma tenori compresi tra il 40 e il 70%, raramente diminuisce fino al 30% e la variazione della componente sabbiosa è sempre compensata da quella limosa.

La presenza di ghiaia e delle argille è trascurabile e non è mai in grado di condizionare le caratteristiche meccaniche della formazione.

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

In generale all'aumentare del limo aumenta il valore della coesione e diminuisce il valore dell'angolo di attrito interno. Le tre SPT indicano un angolo di attrito oscillante tra 29° e 31°.

Sono stati inoltre prelevati due campioni indisturbati che non si sono mostrati sufficientemente integri per la prova triassiale e per cui, in alternativa, sono state eseguite altrettante prove di taglio diretto.

Il valore dell'angolo di attrito interno, determinato con le prove di taglio diretto o stimato con le SPT, oscilla entro l'intervallo di 29° - 33°, con una maggior frequenza sul valore di Φ=31°.

La prova SPT non consente di valutare il contributo, seppur minimo, della coesione e quindi questo parametro è stato definito con la prova di taglio eseguita sul campione "S4 C1 prof. 2,2 m".

In definitiva i parametri della resistenza al taglio sono i seguenti:

$$C=0.14\ Kg/cm^2,\quad \Phi=31°,\quad \gamma=1.91\ g/cm^3$$

10.1.b - La calcarenite sabbiosa (panchina)

La calcarenite sabbiosa è una roccia omogenea a grande scala, ma puntualmente si presenta come una sabbia cementata (calcarenite) con forme irregolari e con una forte presenza di sabbia fine, monogranulare ed incoerente.

La calcarenite assicura valori molto elevati di resistenza al taglio, vicini a quelli delle rocce lapidee, mentre la frazione sabbiosa incoerente rappresenta il sedimento con le proprietà meccaniche più scadenti.

La caratterizzazione geotecnica della calcarenite con sabbia risulta condizionata dalle proprietà meccaniche di quest'ultima, sebbene l'estensione di questi parametri a tutta la formazione sia una semplificazione molto cautelativa.

Le prove SPT, eseguite con la punta chiusa, hanno valori di N_{SPT} che oscillano tra 22 e 18 e le correlazioni per N_{SPT} = 20 indicano un angolo di attrito Φ = 33°.

La sabbia risulta essere "Moderatamente addensata" ed il peso di volume del sedimento saturo è stato assunto come γ_{sat}=2,00 g/cm^3. La formazione risulta dunque così caratterizzata:

$$C=0,0\ Kg/cm^2,\quad \Phi = 33°,\ \gamma_{sat}= 2,00\ g/cm^3$$

10.1.c - Le sabbie grossolane con ghiaia

I sedimenti sono costituiti da un importante scheletro ghiaioso con ciottoli, immerso in una matrice sabbio-limosa ed il loro campionamento è possibile solo in assenza dei ciottoli e delle ghiaie grossolane.

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

Sull'unico campione estratto (S4 C2 prof. 8,2m), per la presenza degli elementi grossolani, è stato possibile determinare solo il peso dell'unità di volume e la granulometria.

La formazione è stata testata con le prove SPT ottenendo una notevole dispersione dei risultati che tuttavia possono essere interpretati tenendo presente la distribuzione granulometrica sopra descritta.

Assumendo, a favore della sicurezza, la presenza di limo e di sabbia fine in grado di isolare gli elementi ghiaiosi, le sabbie limose con ghiaia sono così caratterizzabili:

$$C=0.0\ Kg/cm^2,\quad \Phi = 29°,\quad \gamma = 1.91\ g/cm^3$$

10.2 - I parametri ottenuti dall'indagine per l'officina

Sul campione disturbato C1, prelevato nel Sondaggio SC alla profondità di 1,5 m.p.c, sono state eseguite, da parte di questo Studio, le determinazioni sulle caratteristiche fisiche (peso di volume) e sui parametri della resistenza al taglio attraverso una prova di taglio diretto in scatola di Casagrande (angolo di attrito interno e coesione).

Il risultato della prova è riportato nella Tavola 5, mentre nella Tabella 1 è sintetizzato il risultato ottenuto.

Tabella 1 - Caratterizzazione meccanica da analisi di laboratorio

Sondaggio	*Camp*	*Prof. m*	*Descrizione*	*Peso vol g/cm³*	*ϕ*	*C Kg/cm²*
SC	C1	1,5	Limo sabbioso marrone	2,0	38°	0,18

11 - LA CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI TERRENI PLEISTOCENICI E DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

Utilizzando i dati della campagna geognostica per le Torre (Tavola 6) e quelli relativi all'officina è possibile sintetizzare i dati e i parametri della resistenza al taglio dei sedimenti pleistocenici che sono riportati nella Tab. 2.

Il valore della resistenza al taglio ottenuto con la prova di taglio sul campione disturbato prelevato nel Sondaggio SC risulta maggiore rispetto a quelli già in possesso e quindi, agendo a favore della sicurezza, non è stato preso in considerazione.

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

TABELLA 2 - Sintesi dei parametri della resistenza al taglio						
Descrizione	Peso U.V. (g/cm^3)	Coesione (Kg/cm^2)	Φ	Nc	Nq	Nγ
Calcarenite sabbiosa	2	0	33°	38,64	26,09	29,4
Sabbie rosse di Donoratico	1,91	0,14	31°	32,67	20,63	21,2
Sabbie limose con ghiaia	1,91	0	29°	27,86	16,44	15,4

Il substrato roccioso, costituito dalle *Argilliti, siltiti, calcareniti con Pithonella*, si distingue per la sua elevata disomogeneità litologica e i sottili livelli di argilliti e di marne rendono praticamente impossibile il campionamento indisturbato e la successiva manipolazione in laboratorio.

Per questo motivo è stata utilizzata una procedura empirica che tiene conto di tutti i dati sperimentali disponibili, compresi quelli descrittivi di questa roccia.

Tale procedura (Bieniawski 1989) giunge alla definizione dell'indice BMR (Basic Mass Rating) attraverso la definizione di 5 parametri caratteristici:

(1) $$BMR = a + b + c + d + e$$

dove:
a = resistenza a compressione monoassiale
b = percentuale di recupero modificata (RQD)
c = frequenza delle discontinuità
d = condizioni delle discontinuità
e = presenza dell'acqua

Definito l'indice BMR si possono valutare i parametri della resistenza al taglio dell'ammasso roccioso (Coesione C_m e angolo di attrito interno ϕ_m) attraverso le seguenti relazioni:

$$c_m = 5\ BMR\ (in\ kPa)$$

$$\phi_m = 5 + (BMR/2)$$

Tabella 3 - Determinazione dell'indice BMR e della resistenza al taglio delle *Argilliti, siltiti, calcareniti con Pithonella*				
Parametro	*Tipo*	*Condizioni rilevate*	*Valore*	*Indice*
a	resistenza roccia intatta	compressione uniassiale in Kg/cm^2 ricavata dalla prova SPT	30-100 Kg/cm^2	1
b	RQD	Ricavato dalla percentuale di carotaggio	<25%	3
c	spaziatura giunti	Le argilliti si presentano con lamelle di circa 3-5 mm di spessore	< 50 mm	5

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

d	condizione giunti	Le superfici dei giunti sono lisce e con materiale di riempimento	> 5 mm	0
e	condizioni idrauliche	Acqua in debole pressione	25-125 l/min	4
			Indice BMR =	13
Modello fisico del terreno				
Coesione		c_m = 5BMR = 65 kPa	**0,66 Kg/cm^2**	
Angolo di attrito		ϕ_m = 5 + (BMR/2)	**11°**	
Fatt. capacità portante		N_c= 8,80 - N_q = 2,71 - N_γ = 0,60		
Peso dell'unità di volume			**γ = 1,8 g/cm^3**	

12 - IL MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO

La stratigrafia riportata nelle sezioni geologiche disegnate nelle Tavole 7 e 8 è stata semplificata riunendo in un solo litotipo terreni con caratteristiche litologiche molto simili.

È quindi possibile ipotizzare un modello geologico costituito da un primo livello di sabbie limo argillose (*Sabbie rosso arancio di Donoratico*) al di sotto del quale sono presenti le *Calcareniti sabbiose* per uno spessore variabile dai 2 ai 4 metri.

Più in profondità si trovano le sabbie grossolane incoerenti con intercalazioni di ghiaie e ghiaie cementate al di sotto delle quali è presente il substrato roccioso (bed-rock) costituito dalle *Argilliti, siltiti, calcareniti con Pithonella*.

La falda idrica è stata misurata all'interno dei fori dei sondaggi a circa 6 metri dal piano di calpestio, ma per il modello geologico del terreno può essere ubicata alla base del livello calcarenitico.

13 - IL RISCHIO IDRAULICO

La proprietà non ricade nelle aree a pericolosità idraulica elevata (P.I.E.) e molto elevata (P.I.M.E.) indicate nella cartografia allegata al P.A.I. e quindi il progetto non è soggetto al rischio idraulico nè sono necessarie considerazioni sulla sua riduzione.

Facendo riferimento agli studi di supporto al Piano Strutturale e al Regolamento Urbanistico, la stessa area è stata classificata a pericolosità idraulica medio bassa.

Per i progetti ricadenti in queste aree gli interventi di previsione non dovranno ridurre l'efficienza del sistema di drenaggio delle acque piovane.

L'intervento edilizio insiste sulla stessa area e non saranno aumentate le aree impermeabilizzate; le acque provenienti dai pluviali saranno in parte

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

smaltite nella pubblica fognatura come avviene attualmente e in parte saranno raccolte in una cisterna ubicata al livello dei garages e utilizzate per innaffiare le serre interne.

Per maggiori dettagli consultare le tavole di progetto e la relazione tecnica allegata.

14 - CONCLUSIONI

Le indagini geognostiche eseguite hanno consentito di chiarire con precisione la stratigrafia dell'immediato sottosuolo in corrispondenza dell'edificio da ristrutturare

In particolare si è appurato che i primi 3-4 m dal piano di calpestio sono costituiti dalle Sabbie rosso arancio di Donoratico e che al di sotto delle quali si trova la Calcarenite sabbiosa. Più in profondità sono state individuate delle sabbie grossolane incoerenti con intercalazioni di ghiaie e ghiaie cementate fino al substrato roccioso che qui è rappresentato dalle Argilliti, siltiti, calcareniti con Pithonella.

La falda idrica è stata misurata al di sotto della base della Calcarenite sabbiosa.

Il progetto prevede, la realizzazione di cinque piani fuori terra all'interno del perimetro dell'attuale edificio e di un piano interrato da utilizzare come autorimessa.

Sono previste fondazioni nastriformi con micropali lungo tutto il perimetro dell'attuale edificio che potranno attestarsi o all'interno del livello calcarenitico oppure raggiungere il substrato roccioso individuato a circa 12 m dal piano di calpestio in funzione del carico previsto.

Venturina, 16 Marzo 2015

Il Geologo

Paolo Annovi

Firmato digitalmente da

paolo annovi

CN = annovi paolo
T = Geologo OGT
SerialNumber = IT:NNVPLA65R15D548N
e-mail = paoloannovi@hotmail.com
C = IT

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel e fax. 0565/855691 email: geogeotec@teletu.it

studio di geotecnica e geologia

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel/fax 0565 855691 - email:geogeotec@tele2.it

il Geologo

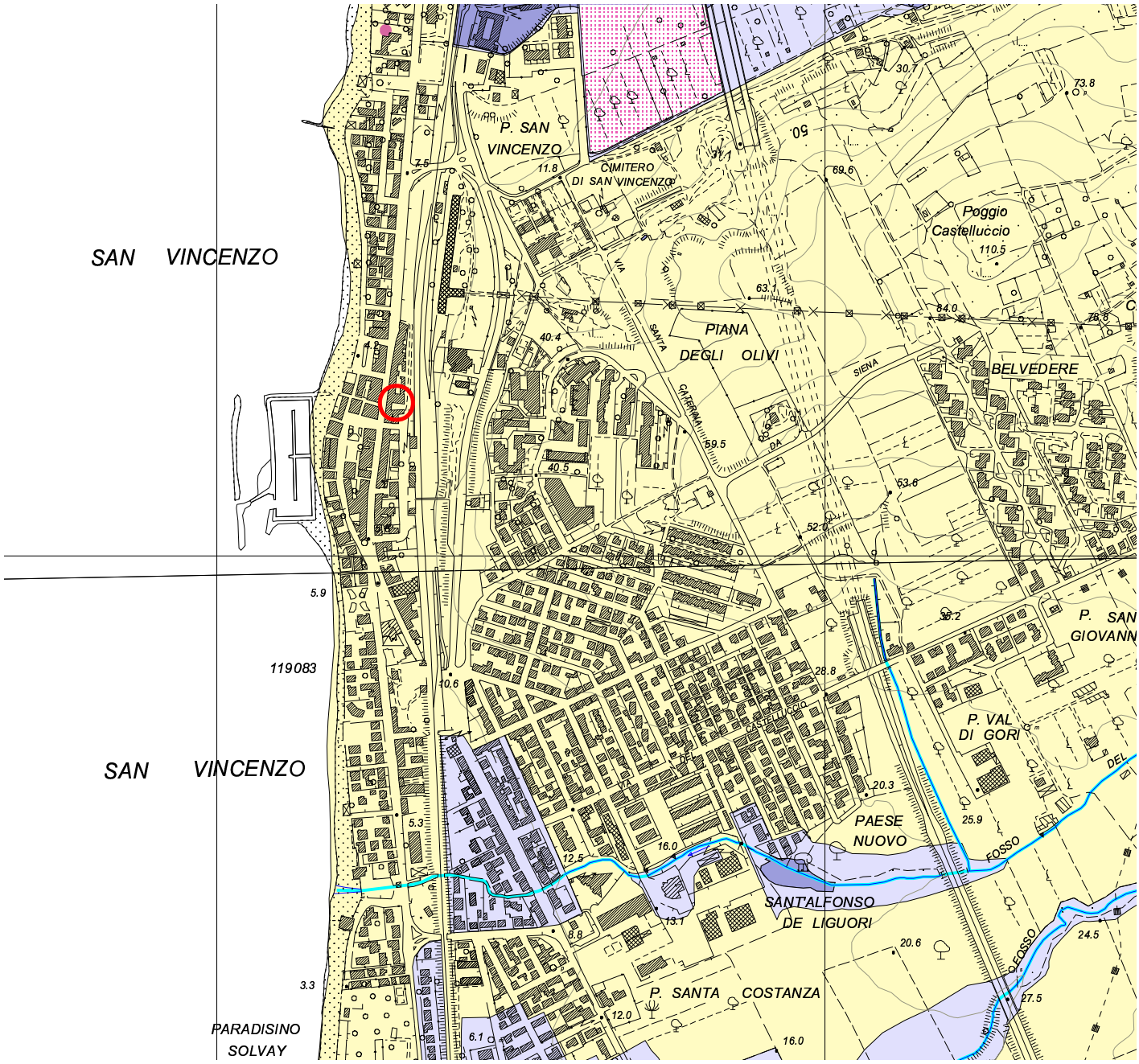
TAVOLA 1

UBICAZIONE

Carta delle Tutela del Territorio

Estratto del P.A.I. (D.C.R. 13/05)

scala 1:10.000



LEGENDA

Pericolosità idraulica

- Elevata (P.I. E)
- Molto Elevata (P.I.M.E.)
- Aree a sollevamento meccanico
- ASIP
- Aree di particolare attenzione per la prevenzione da allagamenti
- Aree di particolare attenzione per la prevenzione dei dissesti idrogeologici
- Ubicazione del progetto

studio di geotecnica e geologia

Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel/fax 0565 855691 - email:geogeotec@teletu.it

il Geologo

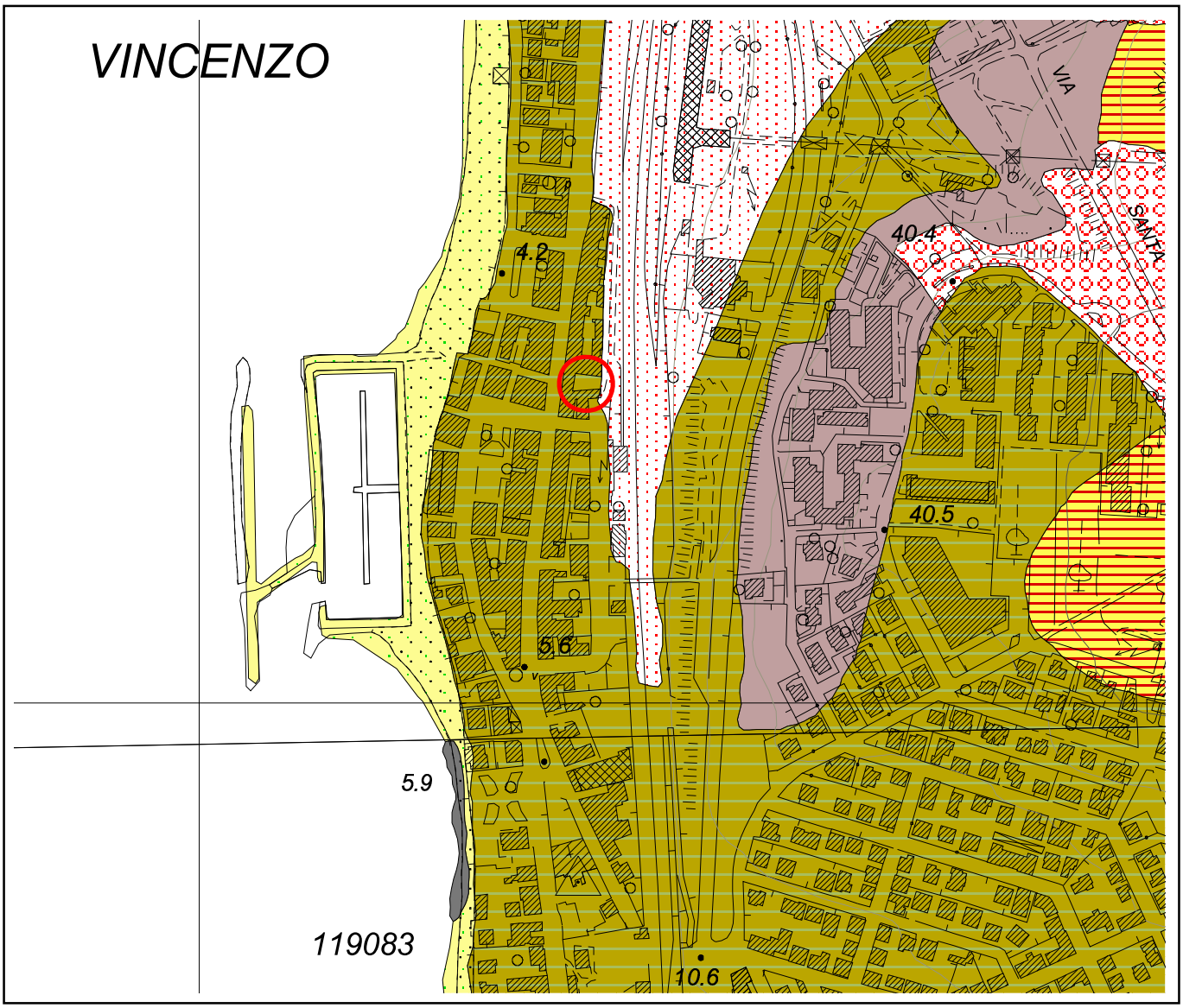
TAVOLA 2

CARTA GEOLOGICA

carta tecnica regionale digitale

sezione: 305110

scala 1:5.000



LEGENDA

DEPOSITI ATTUALI

- Depositi di spiaggia attuale
- Detrito
- Discarica
- Arenarie di San Vincenzo
- Ubicazione intervento

NEOAUTOCTONO

- Sabbie rosso arancio di Donoratico
- Calcareniti sabbiose
- Conglomerato di Montebamboli

FACIES LIGURE

- Argilliti, siltiti, calcareniti con Pithonella

studio di geotecnica e geologia
Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel/fax 0565 855691 - email:geogeotec@teletu.it

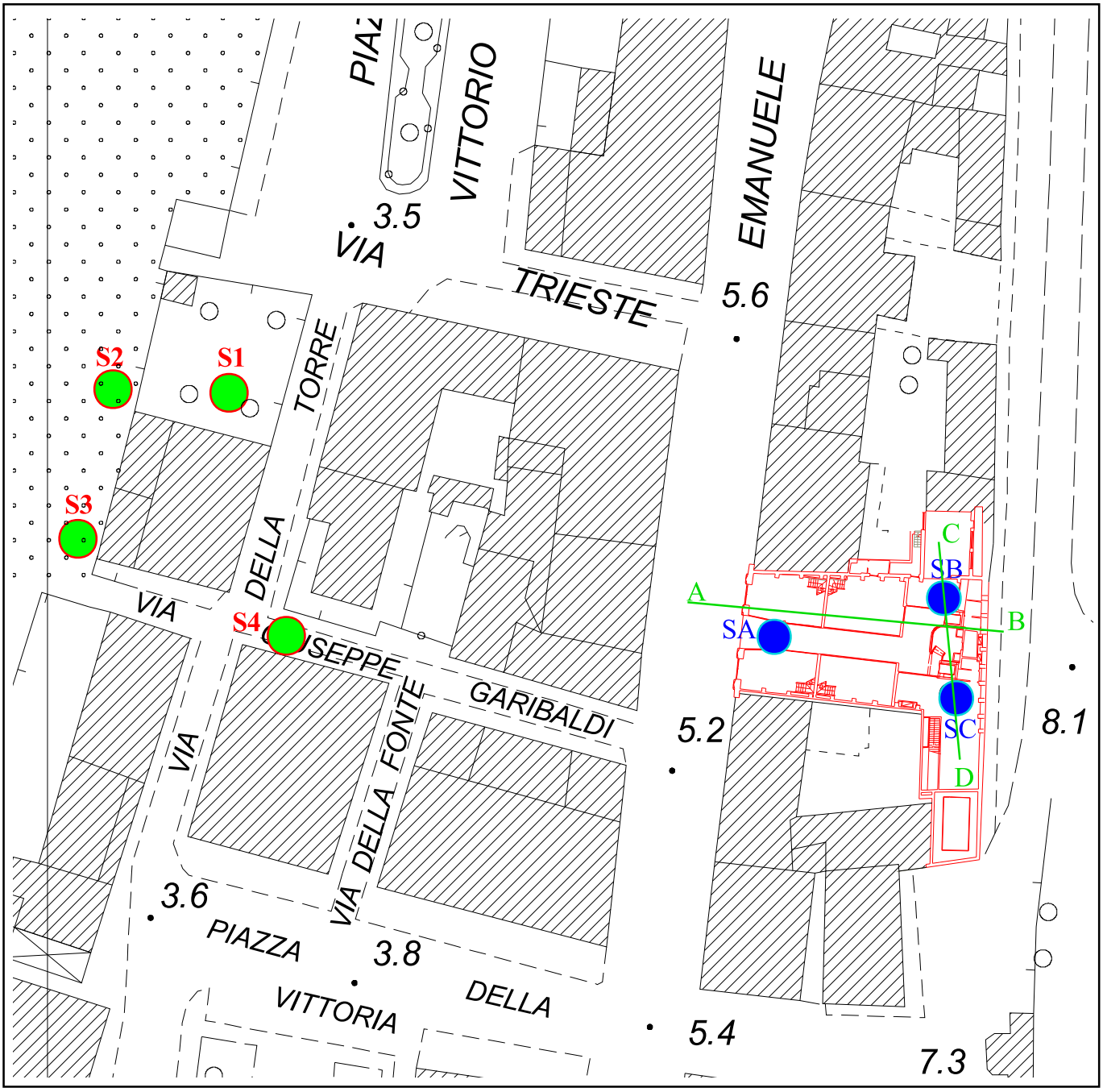
il Geologo

TAVOLA 3

UBICAZIONE INDAGINI

sezione: D11G50

scala 1:700



LEGENDA

S1 Sondaggio a carotaggio continuo della Torre

SA Sondaggio a carotaggio continuo per il progetto

Ubicazione del progetto

Traccia delle sezioni

studio di geotecnica e geologia
Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel/fax 0565 855691 e.mail:geogeotec@teletu.it

TAVOLA 4

Il Geologo

SONDAGGIO S1

Data: 20/21-09-2011 | Località: San Vincenzo | Quota: 5 m s.l.m.

colonna stratigrafica | metri d.p.c. | Falda | Campioni | Formazione | Età | Tipologia

FALDA

Fine scavo

Spessore	Profondità	STRATIGRAFIA – Descrizione	Formazione	Età	Tipologia
0,4 ml	0,4	Massetto e terreno rimaneggiato			
1,2 ml	1,6	Limi sabbiosi compatti marrone scuro			
2,2 ml	3,8	Sabbie limose rosso–marroni (Sabbie rosso arancio di Donoratico)	Sabbie rosso–arancio di Donoratico	Pleistocene superiore	Copertura
2,2 ml	6,0	Calcareniti sabbiose a granulometria media e grossolana con rari resti di lamellibranchi, immerse in sabbie e sabbie limose			
1,0 ml	7,0	Sabbie grossolane incoerenti grigie scure			
0,8 ml	7,8	Sabbie grossolane cementate grigio scure (panchina)			
0,7 ml	8,5	Sabbie grossolane incoerenti grigie scure			
0,3 ml	8,8	Ghiaie centimetriche e minute con ciottoli arrotondati			
0,4 ml	9,2	Sabbie grossolane			
0,7 ml	9,9	Ghiaie centimetriche e minute con ciottoli arrotondati			
1,2 ml	11,1	Sabbie grossolane incoerenti con elementi litoidi			
0,3 ml	11,4	Conglomerato fortemente cementato			
0,3 ml	11,7	Argilliti, siltiti alterate (regolite)	Argilliti, siltiti, calcareniti Pithonella	Cretac. sup	Substrato
0,8 ml	12,2	Argilliti, siltiti, calcareniti con Pithonella (substrato roccioso)			

SONDAGGIO S2

Data: 22-09-2011 | Località: San Vincenzo | Quota: 5 m s.l.m.

colonna stratigrafica | metri d.p.c. | Falda | Campioni | Formazione | Età | Tipologia

FALDA

Fine scavo

Spessore	Profondità	STRATIGRAFIA – Descrizione	Formazione	Età	Tipologia
0,4 ml	0,4	Massetto e terreno rimaneggiato			
1,1 ml	1,5	Limi sabbiosi compatti marrone scuro			
1,5 ml	3,0	Sabbie limose rosso–marroni (Sabbie rosso arancio di Donoratico)	Sabbie rosso–arancio di Donoratico	Pleistocene superiore	Copertura
0,4 ml	3,4	Calcareniti sabbiose a granulometria fine			
0,3 ml	3,7	Sabbie limose rosso–marroni			
2,5 ml	6,2	Calcareniti sabbiose a granulometria media e grossolana con rari resti di lamellibranchi, immerse in sabbie e sabbie limose			
0,9 ml	7,1	Sabbie grossolane in parte cementate grigio scure			
0,4 ml	7,5	Ghiaie centimetriche e minute con ciottoli arrotondati			
0,6 ml	8,1	Sabbie grossolane			
0,4 ml	8,5	Ghiaie centimetriche e minute con ciottoli arrotondati			
1,8 ml	10,3	Sabbie fini incoerenti grigie scure Sabbie grossolane incoerenti grigie scure			
1,5 ml	11,8	Argilliti, siltiti alterate (regolite) Argilliti, siltiti, calcareniti con Pithonella (substrato roccioso)	Argilliti, siltiti, calcareniti Pithonella	Cretac. sup	Substrato

SONDAGGIO S3

Data: 23-09-2011 | Località: San Vincenzo | Quota: 5 m s.l.m.

colonna stratigrafica | metri d.p.c. | Falda | Campioni | Formazione | Età | Tipologia

C1

FALDA

Fine scavo

Spessore	Profondità	STRATIGRAFIA – Descrizione	Formazione	Età	Tipologia
0,4 ml	0,4	Massetto e terreno rimaneggiato			
1,4 ml	1,8	Limi sabbiosi compatti marrone scuro			
1,4 ml	3,2	Sabbie limose rosso–marroni (Sabbie rosso arancio di Donoratico)	Sabbie rosso–arancio di Donoratico	Pleistocene superiore	Copertura
3,2 ml	6,4	Calcareniti sabbiose a granulometria media e grossolana con rari resti di lamellibranchi, immerse in sabbie e sabbie limose			
0,8 ml	7,2	Sabbie grossolane in parte cementate grigie scure			
0,2 ml	7,4	Ghiaie centimetriche e minute con ciottoli arrotondati			
0,6 ml	8,0	Sabbie grossolane			

studio di geotecnica e geologia
Via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) - tel/fax 0565 855691 - email:geogeotec@teletu.it

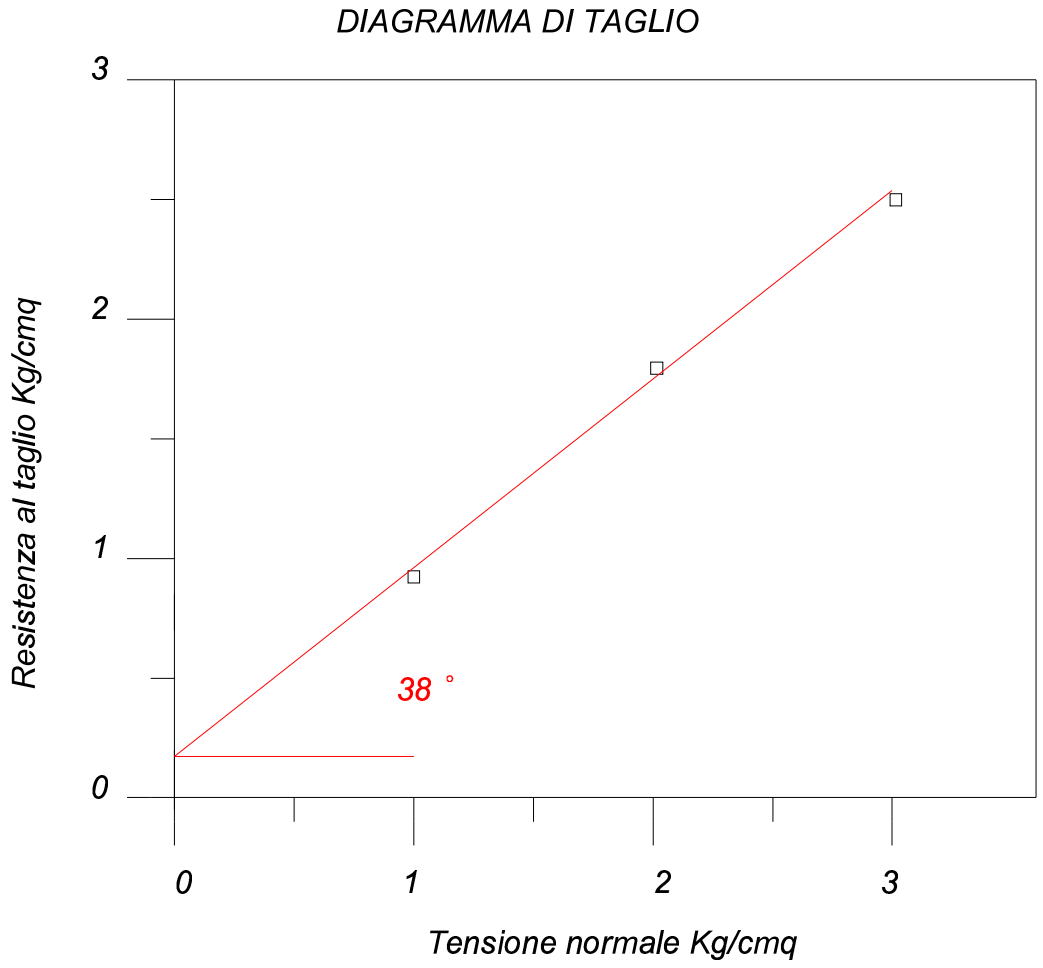
il Geologo

TAVOLA 5

Località:	San Vincenzo
Data:	22-09-2011
Sondaggio:	SC
Campione:	C1
Profondità:	1,8-2,3 m.d.p.c.

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Velocità di avanzamento: 0,0259 mm/sec



Caratterizzazione:

Peso di volume:	2,0 g/cmc
Angolo di attrito:	38°
Coesione:	0,18 Kg/cmq

Dati di laboratorio:

Tensione normale Kg/cmq	Carico di rottura Kg/cmq
1,0	0,92
2,0	1,79
3,0	2,50

Descrizione	Prof. m	Camp.	Sond.	N_{SPT}	γ g/cm^3	G%	S%	L%	A%	D_{60}/D_{10}	Classifica A.G.I	C Kg/cm^2	Φ°	Φ° SPT	Ed.
Panchina 1° ciclo	1,80-2,25		S3	22										34	
Panchina 1° ciclo	3,55-4,00	SPT	S2	32		57,05	38,95	4	0	23	Ghiaia con sabbia			37	
Panchina 1° ciclo	3,55-4,00		S3	18										33	
Panchina 1° ciclo	4,95-5,40		S3	18										33	
Descrizione	Prof. m	Camp.	Sond.	N_{SPT}	γ g/cm^3	G%	S%	L%	A%	D_{60}/D_{10}	Classifica A.G.I	C Kg/cm^2	Φ°	Φ° SPT	Ed.
sabbia limosa con ghiaia 2° ciclo	6,55-7,00		S2	8										29	
sabbia limosa con ghiaia 1° ciclo	8,2	2	S4		1,91	30,91	49,09	18,03	1,97	36	Sabbia limosa con ghiaia				
sabbia limosa con ghiaia 1° ciclo	9,00-9,45		S4	7										29	
sabbia limosa con ghiaia 1° ciclo	10,50-10,95		S3	49											
sabbia limosa con ghiaia 1° ciclo	12,55-12,7		S3	>50											
Descrizione	Prof. m	Camp.	Sond.	N_{SPT}	γ g/cm^3	G%	S%	L%	A%	D_{60}/D_{10}	Classifica A.G.I	C Kg/cm^2	Φ°	Φ° SPT	Ed.
Sabbie rosse	2,00-2,20	1	S4		1,91	2,3	65,7	28,8	3,2	12	Sabbia con limo	0,14	33		x
Sabbie rosse 3° ciclo	2,8-3,25	SPT	S4	12		0,33	41,67	51,08	6,92	28	Limo con sabbia, debolmente argilloso			31	
Sabbie rosse	9,0-9,30	1	S3		1,89	3,1	28,9	60,31	7,69	16	Limo con sabbia, debolmente argilloso	0,32	31		x
Sabbie rosse 2° ciclo	9,05-9,50	SPT	S2	6	1,92	6,5	69,5	17,91	6,09	13	Sabbia limosa,debolmente ghiaiosa e argillosa			29	
Sabbie rosse 2° ciclo	10,55-11,00	SPT	S1	14		11,28	58,73	29,96	0,04	5,4	Sabbia limosa, debol. ghiaiosa			31	

TAVOLA 6 - SINTESI DEI DATI GEOTECNICI

sabbie limo argillose

calcareniti sabbiose (panchina)

sabbie grossolane incoerenti

SA sondaggio a carotaggio continuo

ghiaie e ghiaie cementate

argilliti, siltiti e calcareniti

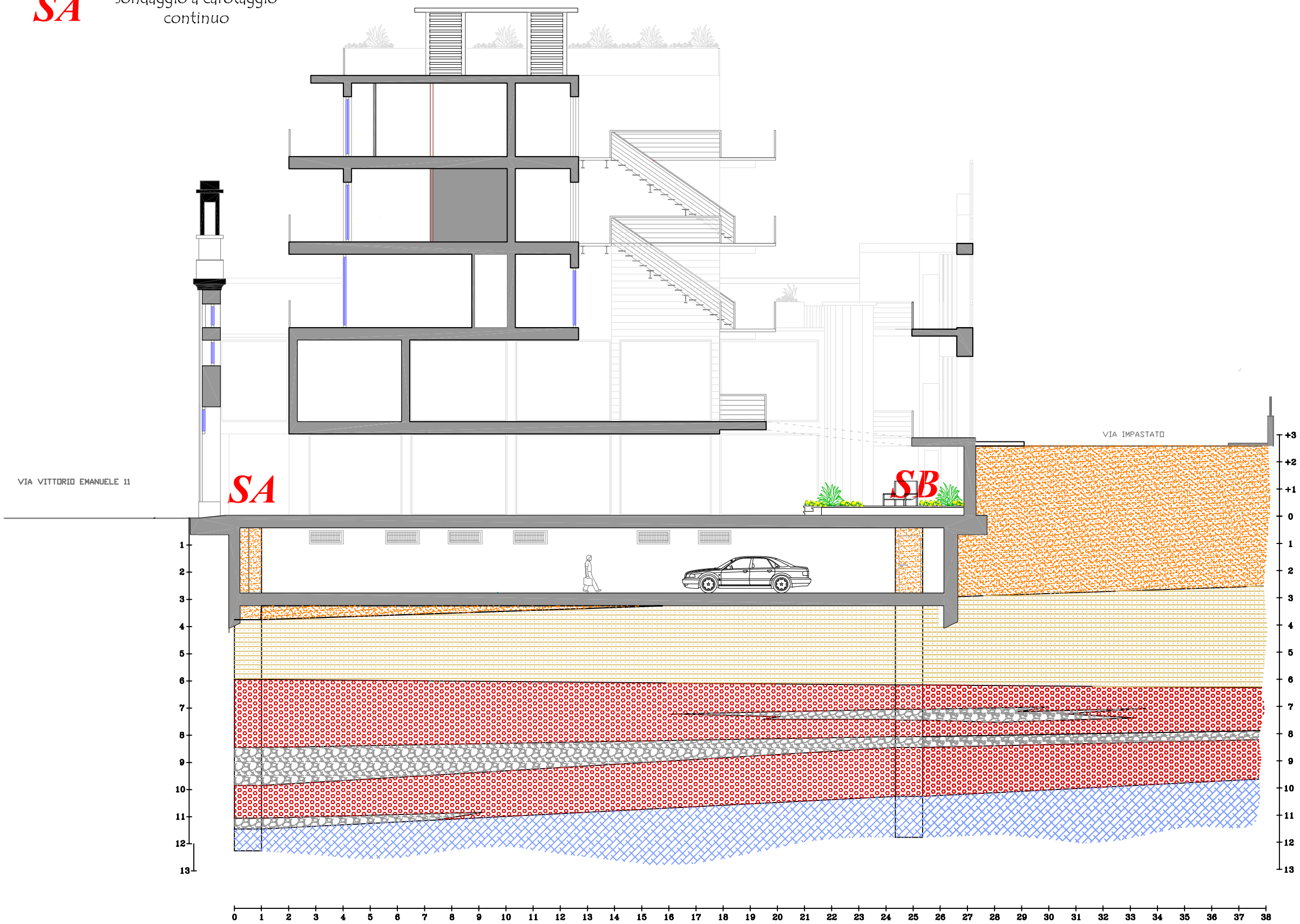
Il Geologo

studio di geotecnica e geologia
via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) tel/fax 0565 855691- e.mail: geogeotec@teletu.it

TAVOLA 7

SEZIONE
GEOLOGICA A-B

scala 1:150



Il Geologo

studio di geotecnica e geologia
via Pascoli, 6 - 57021 Venturina (LI) tel/fax 0565 855691- e.mail: geogeotec@teletu.it

TAVOLA 8

SEZIONE
GEOLOGICA C-D

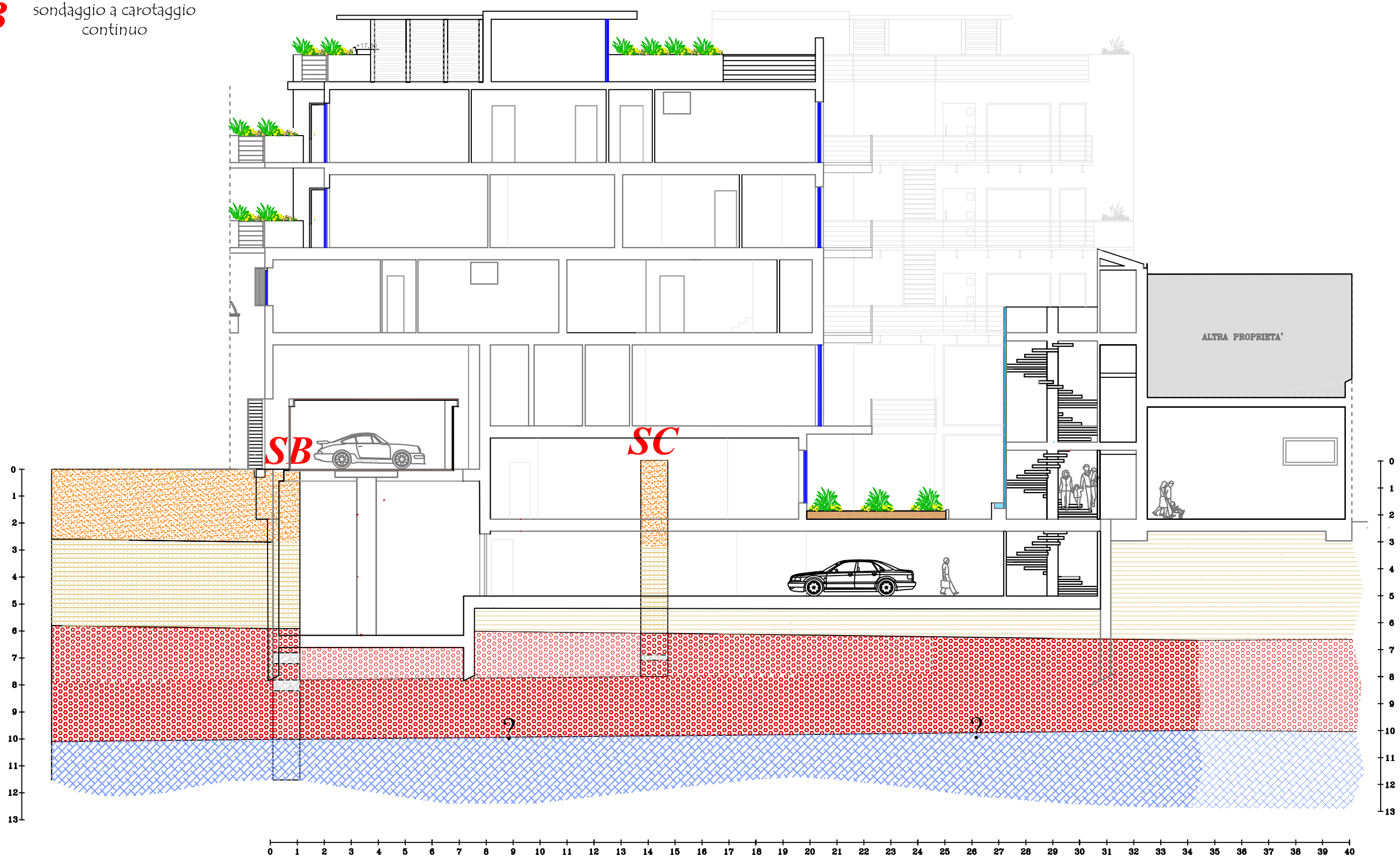
scala 1:150

sabbie limo argillose

calcareniti sabbiose (panchina)

sabbie grossolane incoerenti

SB sondaggio a carotaggio continuo

ghiaie e ghiaie cementate

argilliti, siltiti e calcareniti