

	<p style="text-align: center;">Comune di Termoli - Provincia di Campobasso -</p>	
---	---	---

Relazione Geologica

“Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare”

****C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87*
- Fg.49, P.Illa n. 29 Sub. 10-11-***

**La Committenza-Proprietaria: Società EURO MOLICAR 3
ZETA S.r.l.**

La Proponente: Società BIO VALORE WORLD S.p.A.


Il Geologo: Dott. DE LISIO Giancarlo

Comm. : Società EURO MOLICAR 3 ZETA S.r.l. / BIO VALORE WORLD S.p.A.

Oggetto: Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento
opificio industriale e frazionamento unità immobiliare

Sito : Fg.49, P.Illa n. 29 Sub. 10-11
C.da Pantano Basso - Z.I. - S.S. 87 - Termoli (CB)

Data: Agosto 2020

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>		<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana, 32/A - 86039 Termoli -CB- C.da Piano della Conca, 4 - 86034 Guglionesi -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
--	---	--

SOMMARIO

PREMESSA

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROLOGICO LOCALE	Pag.	1
1.1 Compatibilità geomorfologica dell'intervento	"	4
<i>Corografia IGMI (Scala 1:25.000)</i>		
<i>Corografia CTR (Scala 1:10.000)</i>		
<i>Carta della Pericolosità da Frana (Scala 1:10.000)</i>		
<i>Carta della Pericolosità Idraulica (Scala 1:10.000)</i>		
<i>Carta del Rischio Idraulico (Scala 1:10.000)</i>		
2. ASSETTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALE	"	4
<i>Carta del Rilievo Geologico con ubicazione indagine geognostica effettuata (Scala 1:5.000)</i>		
3. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO DEL SOTTOSUOLO	"	7
3.1 Prova Penetrometrica Dinamica Continua Super Pesante DPSH1	"	7
3.2 Determinazione della categoria sismica di suolo di fondazione ..	"	10
3.3 Misura dei microtremori (NK3) HVSR con NAKAMURA	"	13
3.4 Caratterizzazione del locale sottosuolo: Modellizzazione Geologica, Geotecnica e Sismica	"	14
4. SISMICITA' DI SITO	"	16
<i>Carta di Microzonazione Sismica (Scala 1:5.000)</i>		
<i>Report Parametri Sismici (da www.geostru.it)</i>		
<i>Spettri di risposta sismica (da www.geostru.it)</i>		
5. CONCLUSIONI DELLO STUDIO GEOLOGICO	"	19

QUADERNO DI CAMPAGNA INDAGINI EFFETTUATE

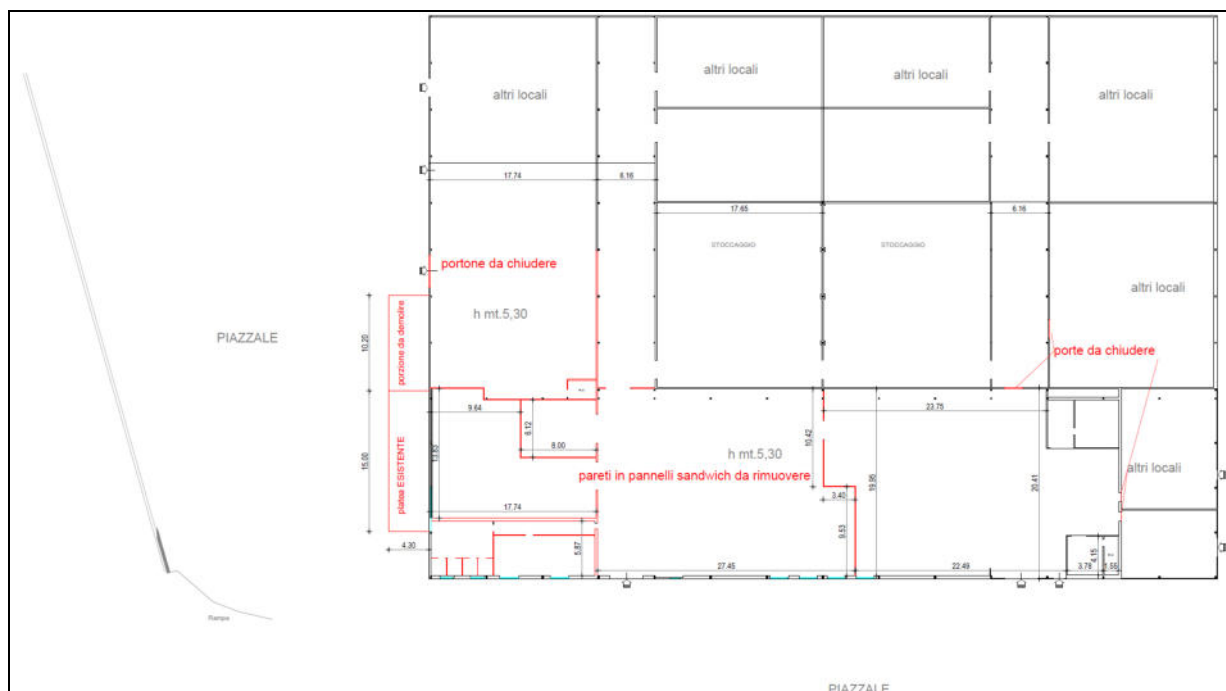


n.1 Prova Penetrometrica Dinamica Super Pesante "DPSH1"

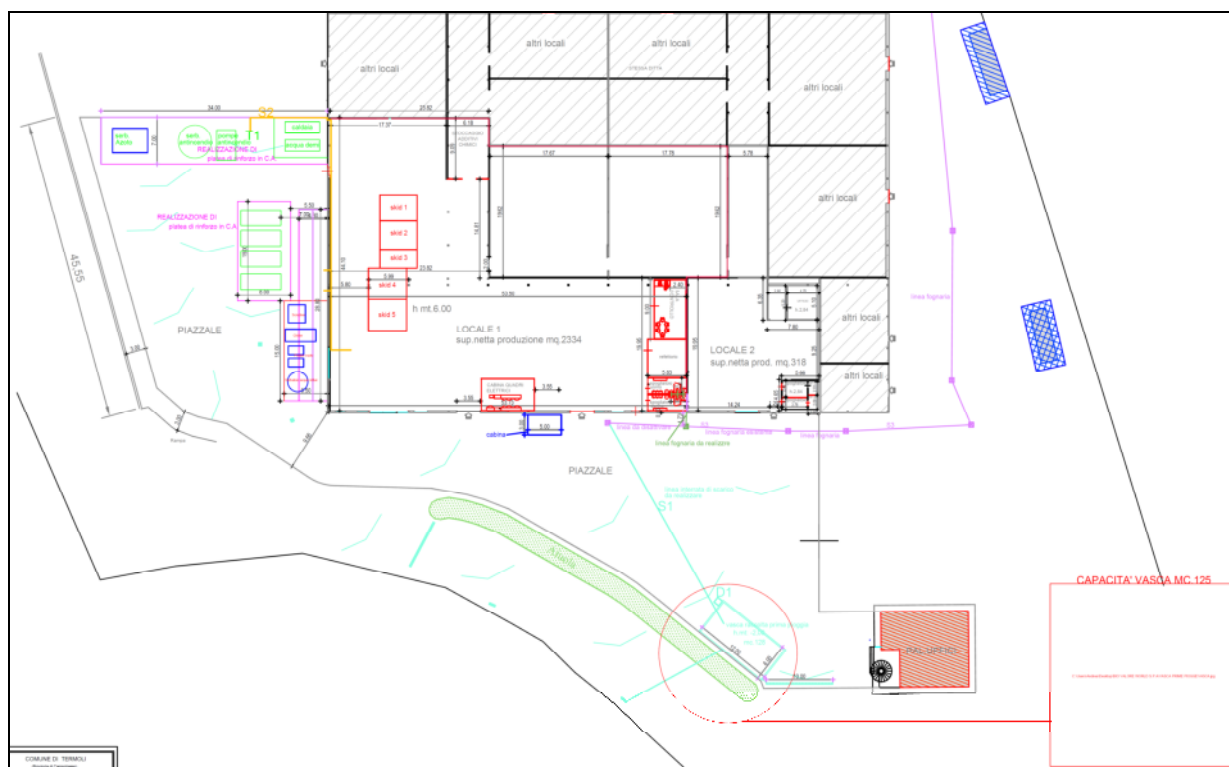
PREMESSA

La presente relazione fa riferimento allo studio geologico espletato nell’ambito del Progetto per le *“Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare”* in C.da Pantano Basso - Zona Industriale “B” - S.S. 87, nell’agro comunale di Termoli (CB).

Come evinto dalla Relazione Tecnica fornita dal Progettista Geom. POTALIVO Andrea, il progetto concerne *“un opificio produttivo di circa MQ.5.000, realizzato in struttura metallica, pilastri, travi e capriate con pannellatura del tipo sandwich a tamponatura perimetrale e tramezzatura interna, ubicato all’interno di un lotto di proprietà della stessa Euro Molicar, sito nel Comune di Termoli zona ind.le B e necessita di alcuni lavori di adeguamento funzionale atti ad ospitare nuove attività produttive. Si andrà quindi a frazionare l’unità immobiliare creando due locali distinti, uno di circa mq.2500 e l’altro di circa mq.400, posizionando una parete interna tra questi due locali e chiudendo portoni d’accesso ad altre zone che verranno destinate ad altri scopi. Vi sarà anche un ripristino con ammodernamento funzionale di strutture come pavimentazioni e spazi interni atti ad ospitare due nuove attività produttive, con piccole modifiche agli ingressi. Anche la parte esterna destinata a piazzale asfaltato, di manovra e di transito con carico/scarico merci, verrà adeguata mediante interventi che andranno a rendere utilizzabili gli stessi alle nuove esigenze. In particolare verranno adeguati gli scarichi delle acque meteoriche con nuove griglie di raccolta e convogliamento alla rete di scarico principale. Altresì verranno realizzati dei basamenti in C.A. a rinforzo della pavimentazione esistente in aree localizzate a, stoccaggio materiale per le lavorazioni, deposito cisterne e pesa autotreni. Per quanto riguarda la parte interna, verranno resi funzionali ed adeguati alle nuove lavorazioni e alle normative vigenti gli spazi per il personale, quindi spogliatoi, servizi igienici e refettorio, ed ammodernata la pavimentazione e gli impianti idrici e di scarico dei nuovi servizi igienici e di quelli esistenti e adeguato altresì l’impianto elettrico.”*

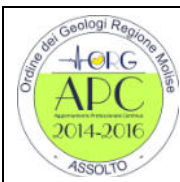


Planimetria generale di stato attuale



Planimetria generale di progetto

Questa consulenza è stata redatta in conformità del DM Infrastrutture e dei Trasporti del 17.01.2018, pubblicato in Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.42 del 20.02.2018 ed applicate a



‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’

- Fg.49, P.III n. 29 Sub. 10-11 -

C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)

Ago.2020

partire dal 22.03.2018, nonché della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7.

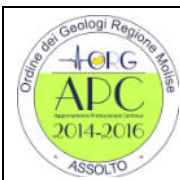
Si precisa sin da ora che i risultati desunti dal presente studio sono finalizzati e conformati esclusivamente alle specifiche istanze edilizie di cui al progetto architettonico e sono riferiti allo stato d'essere attuale del sito in esame ed esclusivamente alle particelle catastali riportate in intestazione. Eventuali varianti progettuali attualmente non previste, quali sbanca-menti, drenaggi, sovraccarichi, ampliamenti ed altri interventi che possano variare il vigente equilibrio idraulico e geomorfologico, non sono contemplate nel presente studio. La loro ammissibilità e compatibilità geologica, pertanto, dovrà essere accuratamente esaminata attraverso ulteriori e mirati studi.

Detto studio è stato condotto dallo scrivente Dott. Geol. **DE LISIO Giancarlo**, iscritto con anzianità 19.01.2007 all'Albo Professionale Sez. A dell'Ordine Regionale dei Geologi del Molise con numero di riferimento 150, su incarico e per conto della Società Committente e Proprietaria **EURO MOLICAR 3 ZETA S.r.l.**, (C.F./P.Iva: 01567280704) con sede a 86010 Campodipietra (CB) in Contrada Colle dei Laghi n. 25 e della Società Proponente **BIO VALORE WORLD S.p.A.**, (C.F./P.Iva: 14984221003) con sede a 00191 Roma in Via Flaminia n. 491.

Al fine di definire l'assetto stratigrafico e geomeccanico dei termini localmente impegnati, si è partiti da un rilievo geomorfologico di superficie, con particolare attenzione agli eventuali tagli di scarpate artificiali presenti nell'area.

Di seguito, visto l'assetto già urbanizzato e antropizzato dell'area, la tipologia di intervento previsto (manutenzione straordinaria per adeguamento di opificio industriale già esistente), il contesto geomorfologico dell'area (piana alluvionale basso pendente con assenza di pericolosità geomorfologiche di versante), il rilievo di superficie è stato integrato da una campagna geognostica in sito, concordata con i tecnici progettisti, composta da *n.1 Prova Penetrometrica DPSH*, per una stratigrafia e parametrizzazione geotecnica dei terreni presenti.

Si è inoltre tenuto conto della pregressa e vicina campagna indagini geognostica a corredo del Progetto di Microzonazione Sismica di Termoli Nucleo Ovest. Tali indagini (*Prova Penetrometrica, Sondaggi Geognostici a c.c., Campioni di Terreno, Misure di Microtremori e Prospezione Sismica in foro Down-Hole*) hanno complessivamente consentito di ricostruire e di ca-



‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale
e frazionamento unità immobiliare’

- Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 -

C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)

Ago.2020

rafferizzare il sottosuolo sotto il profilo geologico, geotecnico e sismico, così come prescritto dalle vigenti normative delle NTC 2018.

Nelle pagine che seguono verranno esposti i risultati scaturiti dal presente studio e le relative conclusioni.



‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’

- Fg.49, P.IIa n. 29 Sub. 10-11 -

C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROLOGICO LOCALE


L’area oggetto di studio è topograficamente individuabile nella Tav. I.G.M.I IV° N-O - Termoli - in scala 1:25.000, del Fg. 155 - San Severo - della Carta d’Italia; essa è ubicata nella Zona Industriale “B” di Termoli, Località Pantano Basso, nei pressi della S.S. 87 direzione Campobasso, nel settore meridionale dell’agro di Termoli; nella Carta tecnica Regionale, alla scala 1:5.000, il sito è individuabile nell’elemento n. 381042 denominato “Difesa Grande”; catastalmente la stessa area ricade nel Foglio di mappa n. 49, Particella n. 29 Sub. 10-11.



Immagine satellitare, nord-orientata, ‘a volo d’uccello’ con indicazione dell’ubicazione del sito, Luglio 2019.

Il locale contesto morfologico d’insieme è contraddistinto dalla conformazione tabulare di piana alluvionale di fondovalle del Fiume Biferno (la quota del sito di interesse è di ~10÷12 m s.l.m.) basso pendente, degradante verso Est, verso la sponda sinistra del Fiume Biferno, di vergenza adriatica.

Nel complesso, il reticolo superficiale presenta una media densità di drenaggio dovuta principalmente all’assetto topografico tabulare; nell’area della Z.I. è presente una rete di canali di bonifica, spesso cementati, per facilitare il deflusso laminare delle acque e per abbassare il livello medio della falda idrica presente, che confluiscono nel Fiume Biferno o direttamente in Mar Adriatico.

	<p align="center">‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	--

L’assetto idrogeologico del territorio in cui si inserisce l’area di interesse è condizionato in modo determinante dalle diverse caratteristiche litologiche e di permeabilità dei terreni localmente affioranti; la densità di drenaggio è generalmente bassa, a testimonianza della permeabilità d’insieme dei litotipi affioranti, alta in corrispondenza dei litotipi sabbiosi/conglomeratici.




*Stralcio Catastale tratto da www.geoportale.cartografia.agenziaentrate.gov.it,
Fg.49, P.lla n.29 - Comune di Termoli.*

Come lecito attendersi visto le esigue pendenze, i sopralluoghi condotti sull’area d’interesse hanno consentito di accertare l’ottima condizione di stabilità di versante che la contraddistingue allo stato attuale dei luoghi, confermata anche dalla cartografia IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) sotto riportata. Inoltre, anche visionando su http://www.autoritadibacino.it/index.php?option=com_content&view=article&id=339&Itemid=551 la cartografia tematica ufficiale aggiornata (riportata) dell’ex “Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore” (oggi inglobata nel *Distretto Idrografico dell’Appennino Meridionale*) relativa al “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI)”, il sito è inserito in un’area in cui si esclude chiaramente sia la pericolosità (e quindi il rischio) da frana.

Altra criticità non trascurata, visto il contesto di fondovalle basso pendente, è stata quella della pericolosità idraulica: come da cartografia allegata, a differenza di vasti settori della Zona

<p align="center">GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p align="center">Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
---	--

	<p align="center">‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.IIa n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	--

Industriale, è possibile escludere anche tutte le classi di pericolosità idraulica.



Cartografia IFFI dell'area d'interesse (fuori scala).

Dal rilievo di superficie, dalla campagna geognostica condotta e dallo studio bibliografico preliminare effettuato non si rilevano elementi geomorfologici riconducibili a tettonica attiva. In particolare, non si rinvencono indizi del verificarsi di fenomeni di dislocazione superficiale e/o di liquefazione dei terreni.

1.1 Compatibilità geomorfologica dell'intervento

Dall'analisi idro-geo-morfologica condotta, è possibile asseverare che sussiste una piena compatibilità dell'intervento con le locali condizioni geomorfologiche del sito di interesse.

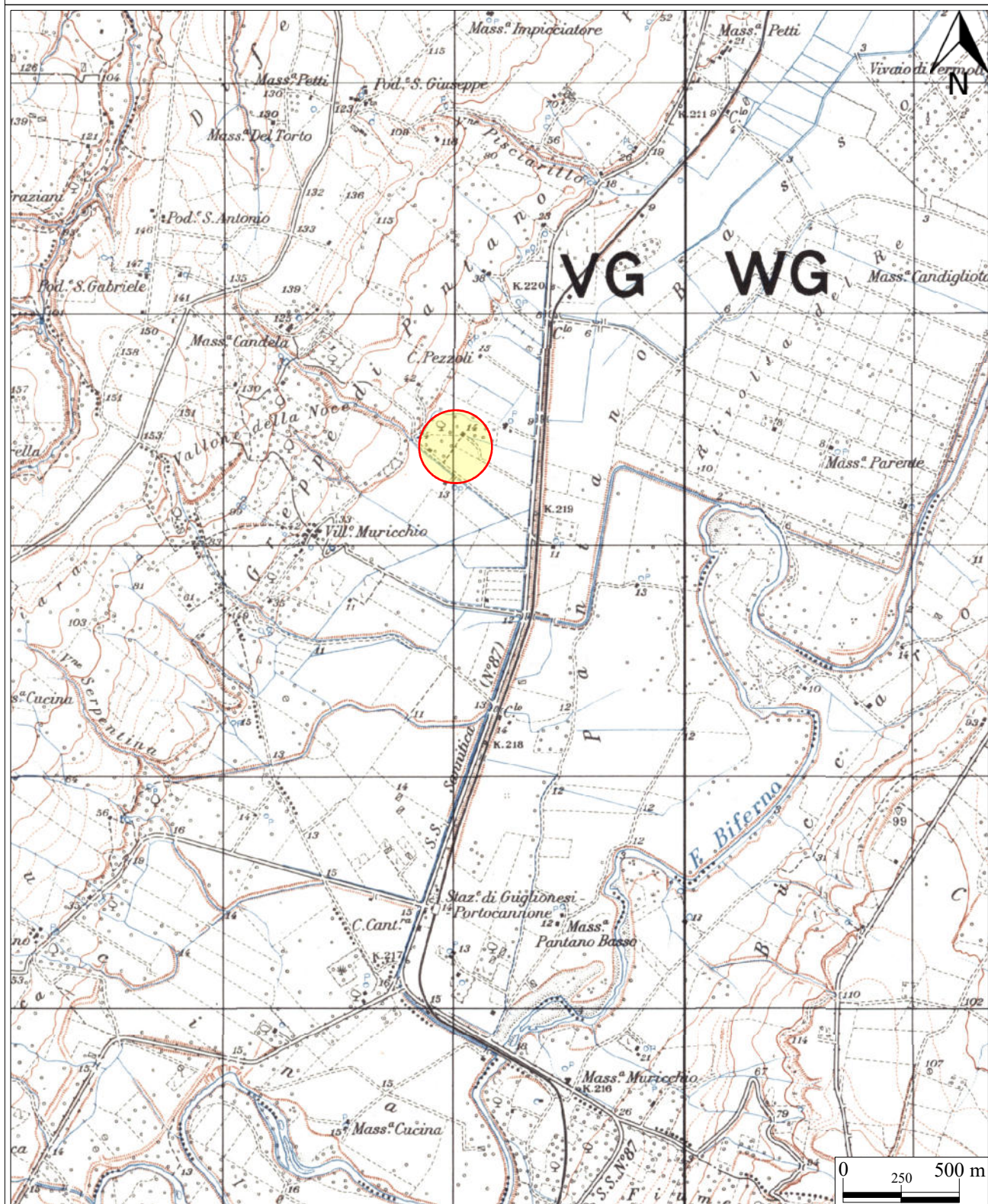



Vista del sito di interesse (opificio esistente e piazzale industriale) ove è previsto l'intervento in oggetto.

<p align="center">GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p align="center">Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
---	--

Corografia

da Tavolette IGMI - anno 1957
- Scala 1:25.000 -

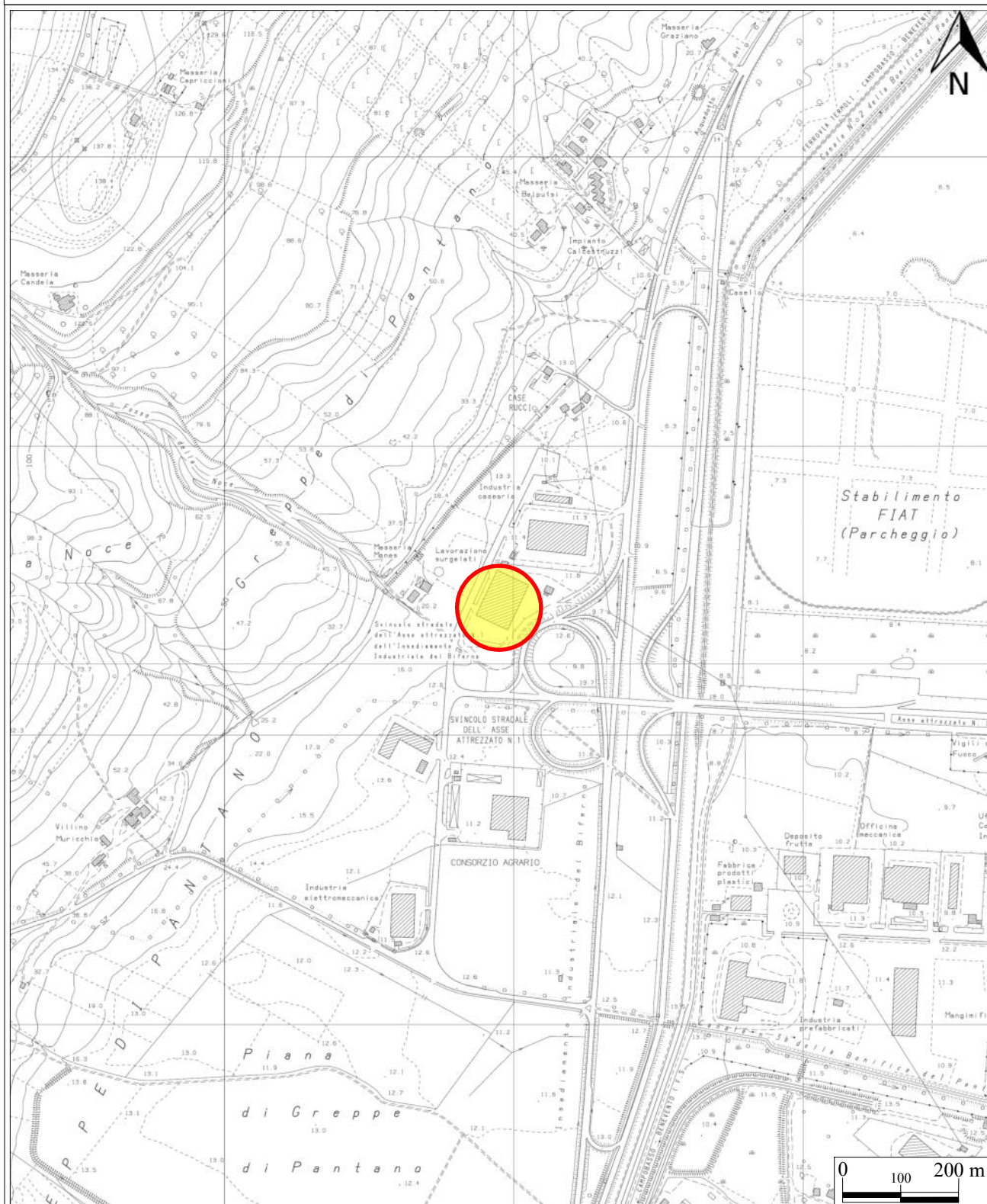



 Area d'interesse.

Corografia

da Carta Tecnica Regionale del Molise

Rilievo Fotogrammetrico dell'anno 1992
- Scala 1:10.000 -



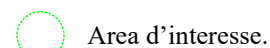
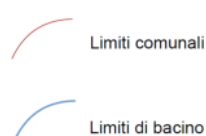
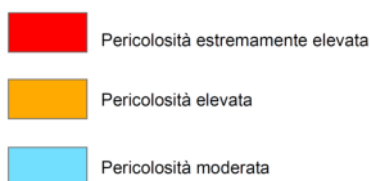
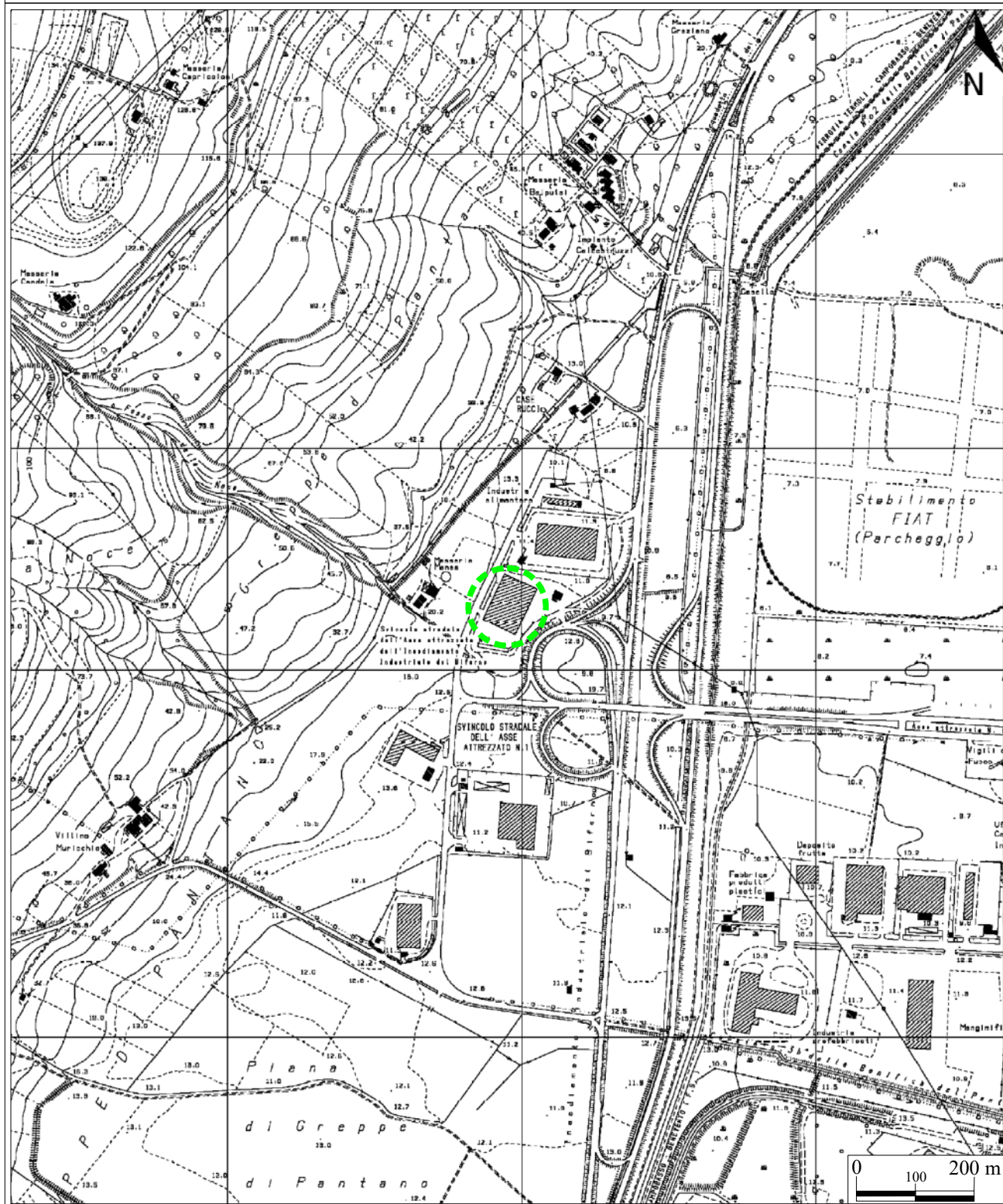
 Area d'interesse.

Carta della Pericolosità da Frana

Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale
(ex Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore)

Stralcio Tav. T02.05

- Scala 1:10.000 -

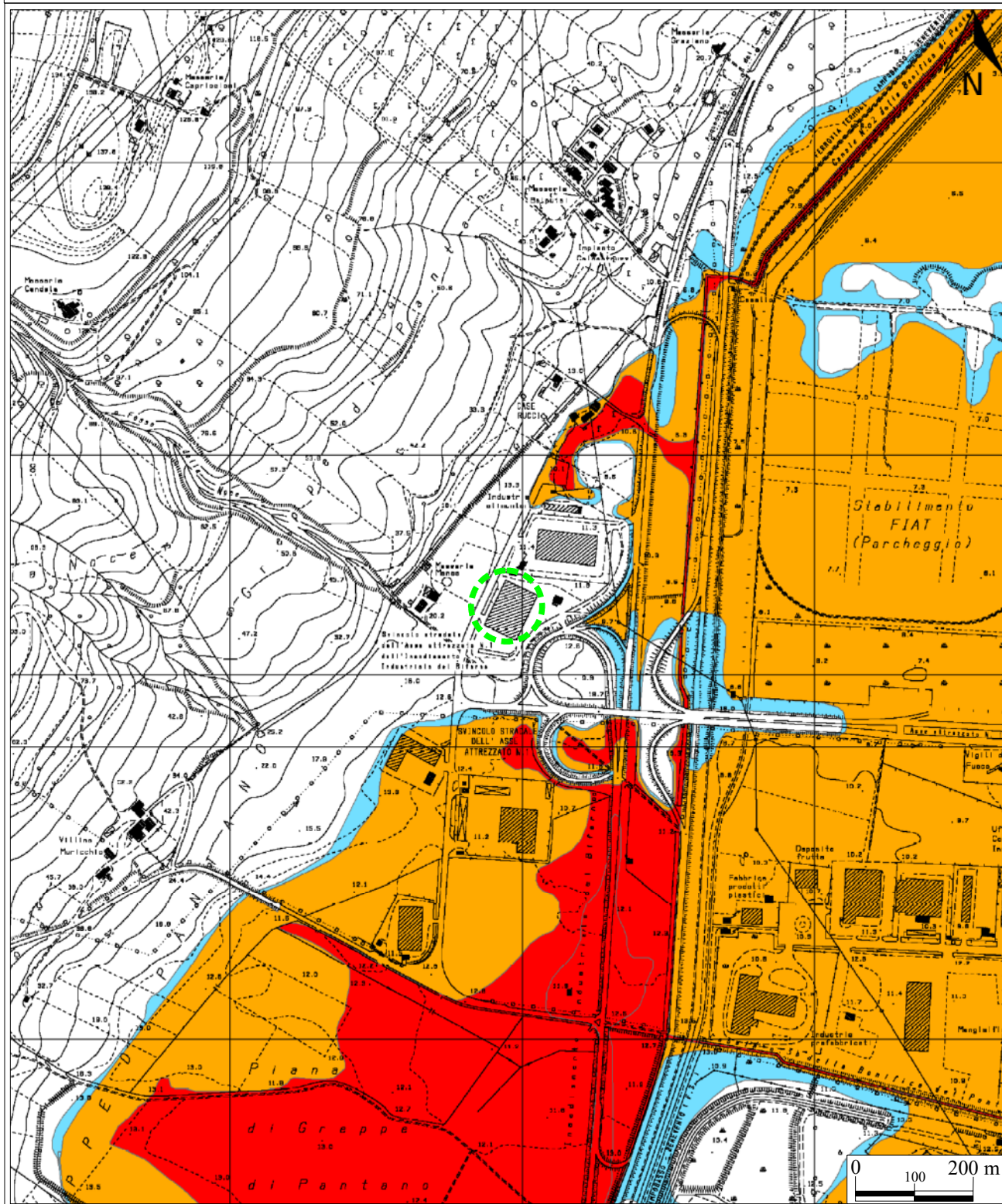


Carta della Pericolosità Idraulica

Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale
(ex Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore)

Stralcio Tav. T04.18

- Scala 1:10.000 -



PI3 Aree a pericolosità idraulica elevata

PI2 Aree a pericolosità idraulica moderata

PI1 Aree a pericolosità idraulica bassa



Fascia di riassetto fluviale



Limiti comunali



Limiti di bacino



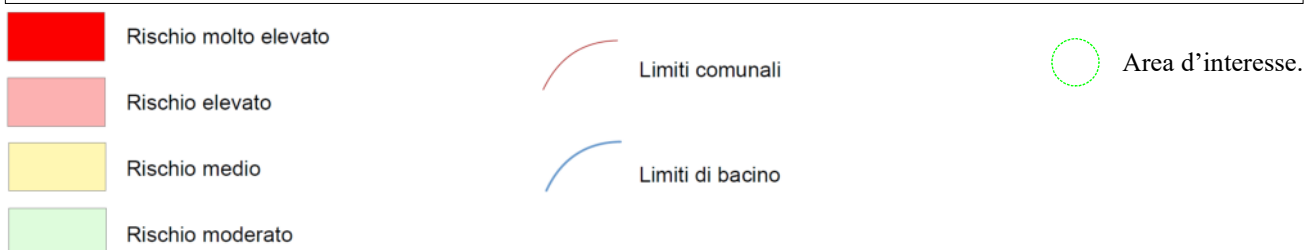
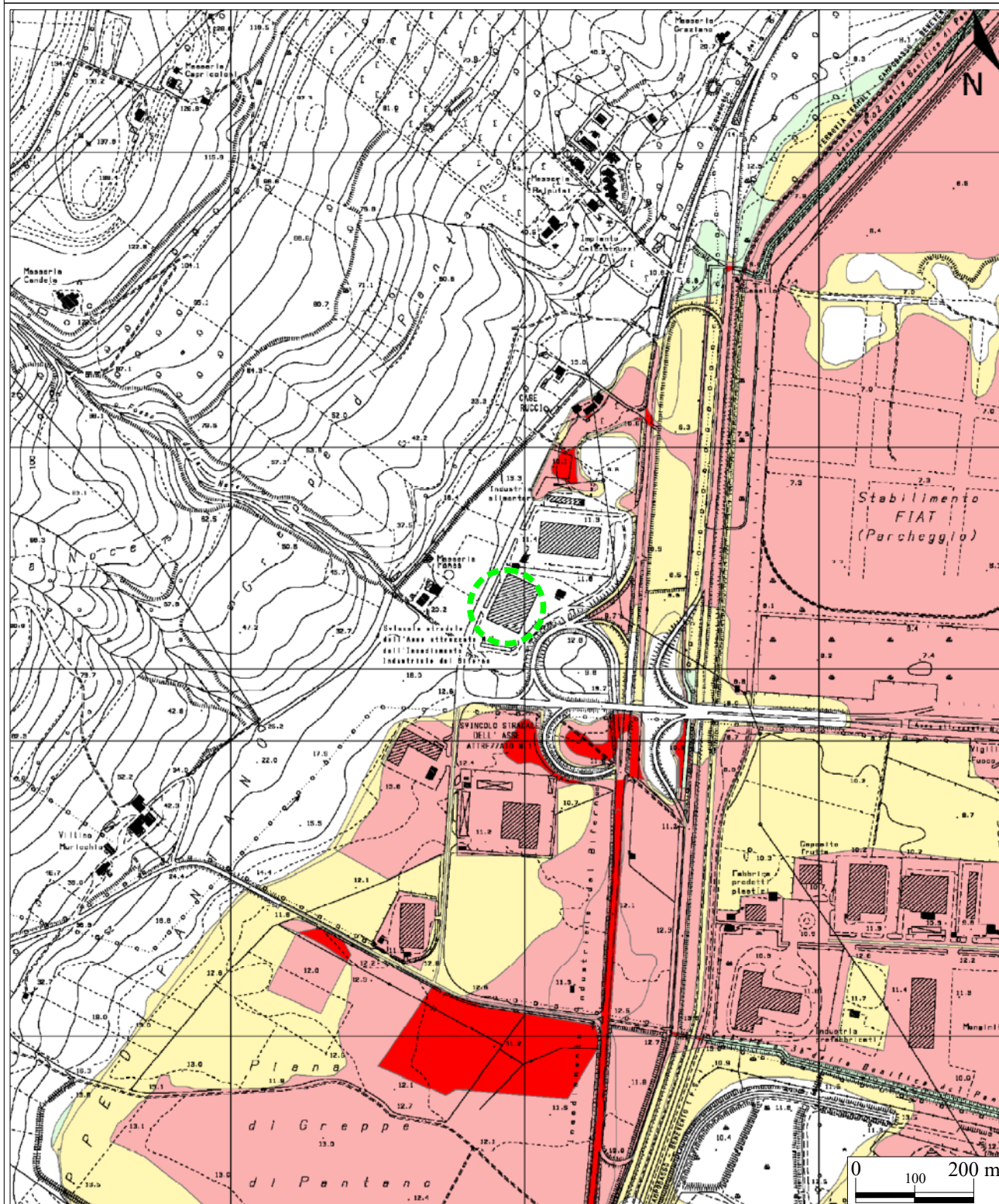
Area d'interesse.


Carta del Rischio Idraulico

Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale
(ex Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore)

Stralcio Tav. T05.18

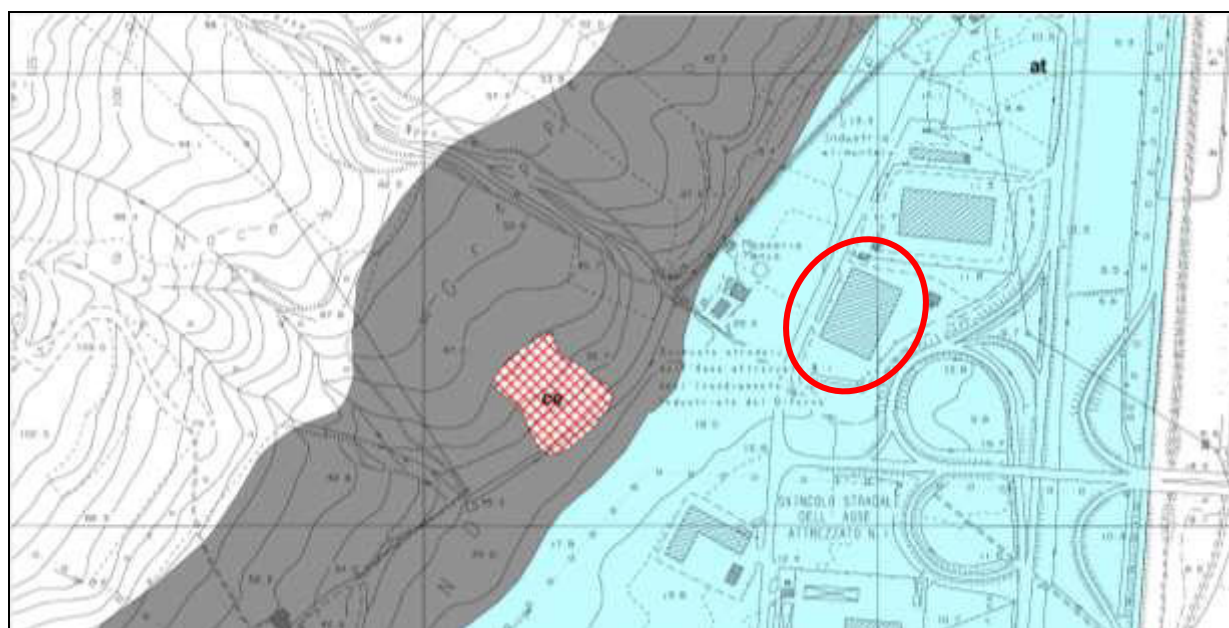
- Scala 1:10.000 -






	<p>‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.IIa n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	---

2. ASSETTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALE

Per quanto riguarda l’assetto geolitologico dell’area d’interesse, il rilievo di superficie all’uopo eseguito ha consentito di riconoscere in affioramento, in accordo con la più recente cartografia ufficiale (*Carta Geologica* - Progetto di Microzonazione Sismica di Termoli Nucleo Est - in scala 1:5.000 - Legge n. 286 del 27.12.2002 - Regione Molise) e con i dati litostratigrafici desunti dall’indagine esistenti nell’area, litotipi di origine marina ascrivibili al “*Depositi alluvionali terrazzati*” (Siglata come ‘at’).




-  **ce** Depositi di frana a granulometria mista
-  **ter1** Depositi eluvio-colluviali: Terreni essenzialmente fini talora detritici derivanti dal disfacimento del locale substrato o dall'accumulo di suolo, di depositi detritici che hanno subito un trasporto lungo il versante, con spessori compresi tra 0,5 - 2m.
-  **at** Depositi alluvionali terrazzati: Depositi ghiaioso-sabbiosi con intercalazioni sabbiose e sabbioso-argillose. In genere da sciolti a scarsamente cementati. Pleistocene

Stralcio della Carta Geologica della MZS Termoli Z.I. Ovest - (fuori scala).

I **Depositi Alluvionali Terrazzati**, di genesi pleistocenica, che affiorano nell’area di interesse, si compongono litologicamente da una marcata prevalenza di termini pelitici, con sottili intercalazioni spesso lentiformi di natura granulare; si tratta nel complesso di limi e limi argillosi generalmente plastici e di colore variabile dall’avano al grigiastro; con intercalati orizzonti di potenza metrica di termini sabbiosi a granulometria variabile dal medio al grossolano.

Nella porzione sommitale, tali depositi sono generalmente sormontati da una coltre eluviale a dominante limoso-argillosa di colore variabile dall’avano al brunastro e di spessore

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
--	---

	<p>‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	---

prossimo al metro.

La permeabilità si esplica per porosità e può essere considerata nel complesso media o medio-bassa (con il Coefficiente di Permeabilità ‘K’ compreso tra 10^{-6} e 10^{-4} cm/s), in relazione al tenore di argilla; ciò ostacola i processi di infiltrazione nel sottosuolo non consentendo la formazione di falde vere e proprie, sebbene sacche idriche possono essere a luoghi presenti laddove vengano tamponate inferiormente dagli orizzonti argillosi alternati ai termini granulari.

Per quanto riguarda il comportamento tecnico in sede, i litotipi che costituiscono tale formazione sono da considerare affidabili sia per stabilità che per portanza; fanno eccezione, comunque, particolari situazioni di bordo e le coltri superficiali degradate ed allentate a dominante limoso-sabbiosa e/o limo-argillosa che costituiscono il tetto alterato del locale substrato.

Per completare il quadro conoscitivo dell’assetto geologico dell’area vasta, si è inoltre tenuto conto delle pregresse indagini geognostiche a corredo della MZS, reperibili sul sito della Regione Molise e la cui ubicazione è segnalata nella pagina precedente. Le indagini di cui si è tenuto conto sono i vicini sondaggi geognostici S2+DH, di cui si riporta la stratigrafia sintetizzata per elaborazione della prospezione sismica Down-Hole.

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
--	---

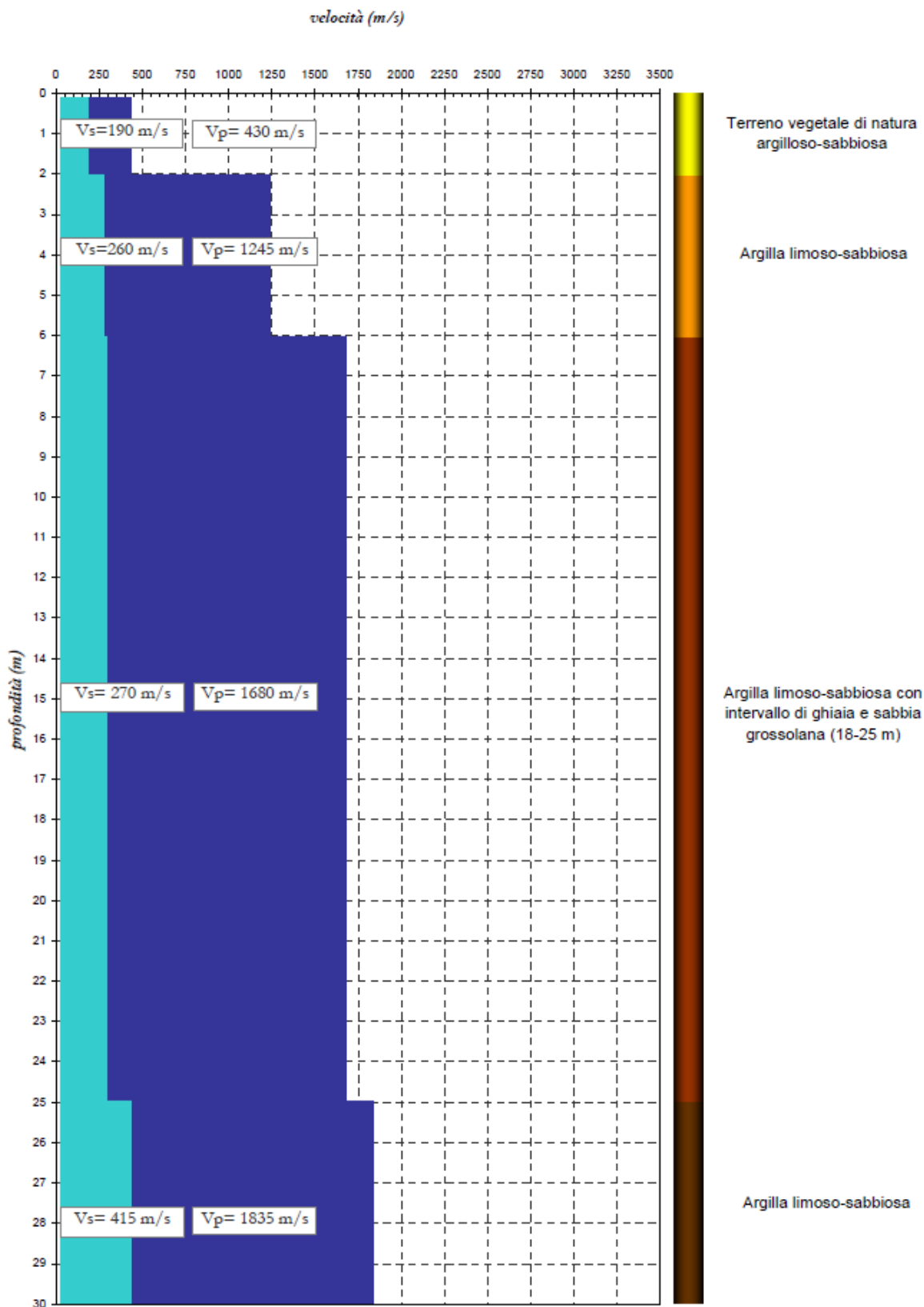


‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale
e frazionamento unità immobiliare’

- Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 -

C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)

Velocità Intervallari



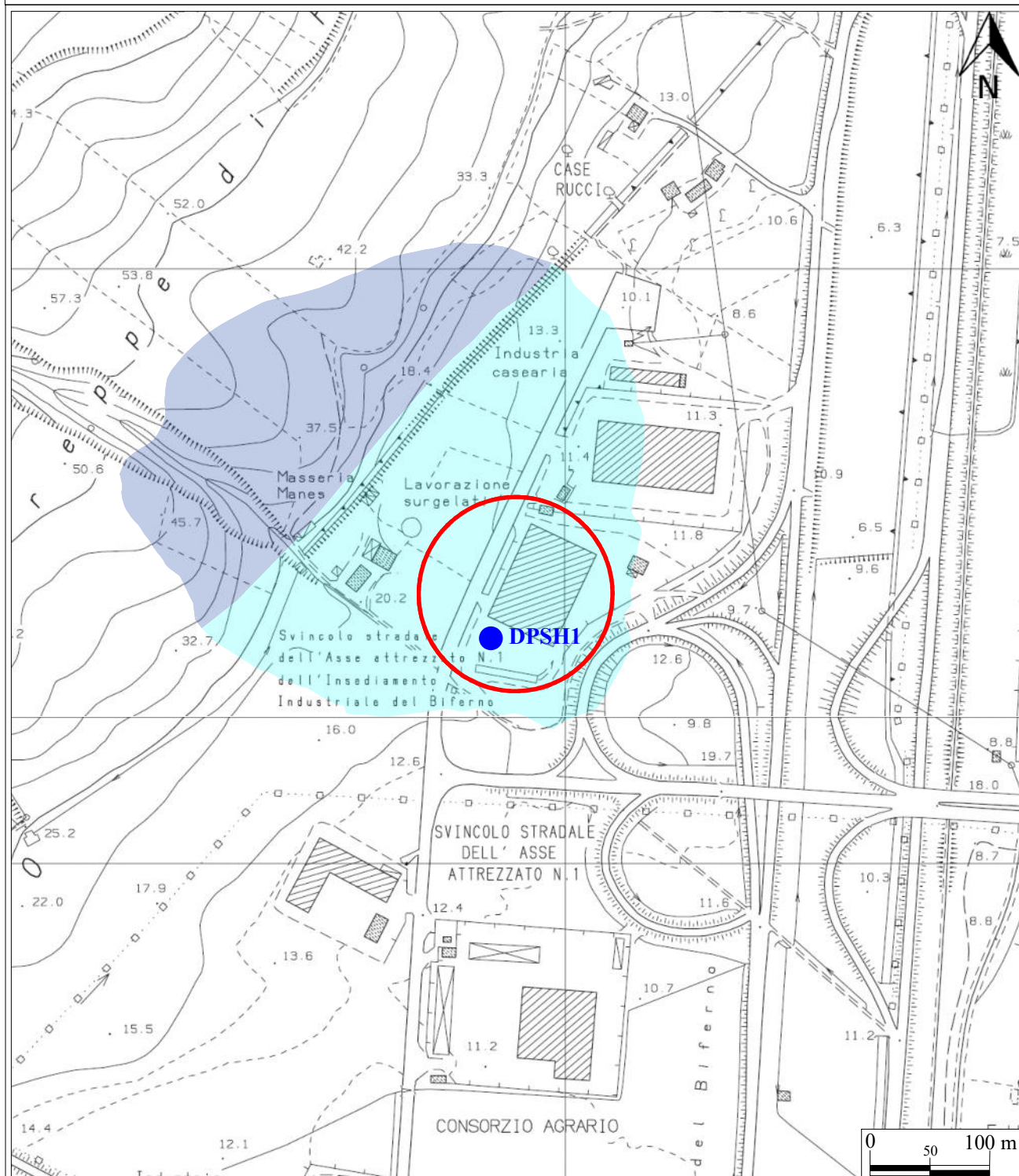
Log stratigrafico sintetizzato S2+DH

RELAZIONE GEOLOGICA

Carta del Rilievo Geologico

con ubicazione indagine geognostica effettuata

- Scala 1:5.000 -



Depositi eluvio-colluviali.

Terreni essenzialmente fini talora detritici derivanti dal disfacimento del locale substrato o dall'accumulo di suolo, di depositi detritici che hanno subito un trasporto lungo in versante, con spessori compresi tra 0.5-2 m. (**Attuale**)



Depositi alluvionali terrazzati.

Depositi ghiaioso-sabbiosi con intercalazioni sabbiose e sabbioo-argillose. In genere da sciolti a scarsamente cementati. (**Pleistocene**)



DPSH1 Prova Penetrometrica Dinamica Continua Super Pesante



Area d'interesse.



‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’

- Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 -

C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE: DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO DEL SOTTOSUOLO

Allo scopo di giungere alla definizione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche dei terreni componenti il sottosuolo di interesse, visto l’assetto geomorfologico locale (fondovalle di piana alluvionale con assenza di criticità geomorfologiche) e l’entità dell’opera di progetto manutenzione straordinaria per adeguamento di opificio industriale già esistente), è stata programmata ed eseguita una campagna di indagini geognostiche in sito consistita nell’esecuzione di n. 1 Prova Penetrometrica Dinamica Super Pesante (**DPSH**) al fine di avere un quadro sufficientemente chiaro della natura litologica ed una valutazione dei principali parametri geotecnici dei litotipi presenti. Inoltre si è tenuto conto della pregressa e vicina campagna indagini geognostica a corredo del Progetto di Microzonazione Sismica di Termoli Nucleo Ovest che ha consentito, tra l’altro, di giungere alla definizione delle caratteristiche sismiche dei terreni e alla classificazione del sottosuolo di fondazione ai sensi del D.M. Infrastrutture del 17 Gennaio 2018. In tal modo è stato possibile ricostruire il modello geologico, geotecnico e sismico del sottosuolo di interesse, così come prescritto dalle vigenti normative NTC 2018.


3.1 Prova Penetrometrica Dinamica Continua Super Pesante DPSH1



Area di interesse (opificio e piazzale)



Prova Penetrometrica Dinamica Continua Super Pesante DPSH1

	<p>‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.IIa n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	---

È stata effettuata n. 1 Prova Penetrometrica Dinamica Continua Super Pesante del tipo DPSH, ubicata sul lato meridionale del fabbricato esistente oggetto di intervento (Coordinate WGS84: Lat. 41.949550°N e 14.987200°E), come da precedente planimetria e come da *Carta del Rilievo Geologico con ubicazione indagine geognostica effettuata - Scala 1:5.000*; la stessa è stata eseguita utilizzando come attrezzatura un penetrometro semovente auto-ancorante super pesante della PAGANI (mod. TG 63-100) le cui caratteristiche meccaniche sono menzionate in appositi moduli allegati in calce alla presente.

Vista la presenza di un piazzale industriale asfaltato, si è reso necessario effettuare un pre-foro, profondo 1.20m, al fine di consentire l’infissione efficace delle aste penetrometriche.

I risultati che scaturiscono da tali tipi di prove vengono generalmente diagrammati prendendo in considerazione come parametri il numero di colpi (N_{20}) per infissioni successive di 20 cm, in grado di fornire indicazioni quantitative sulla resistenza dei terreni investigati correlandolo successivamente con quello dello Standard Penetration Test (N_{SPT}), e la resistenza dinamica alla punta (R_d) valutata, tramite la cosiddetta “formula degli Olandesi”, sulla base delle caratteristiche meccaniche dell’attrezzatura e valida in assenza di attrito laterale.

I dati penetrometrici emersi da ognuna delle prove effettuate sono stati riportati in due diagrammi i cui grafici relativi correlano la profondità di rilevazione rispettivamente con il fattore N_{20} e con la resistenza alla punta R_d .

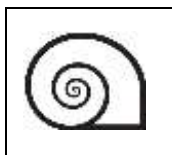


Postazione della Prova DPSH1.

L’analisi speditiva dei grafici ottenuti ha permesso di caratterizzare l’immediato sottosuolo attraverso le seguenti “stratigrafie penetrometriche”:

- *Settore investigato con la prova **DPSH1***

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
--	---



‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’

- Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 -

C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)

a) terreno di bassa resistenza con valori medi pari a:

$$N_{20} = 3 \div 5, R_d = 24 \div 36 \text{ Kg/cm}^2 \text{ e } N_{SPT} = 6$$

di spessore compreso tra i 1.20(fondo preforo)÷1.80 m

b) terreno di bassa resistenza con valori medi pari a:

$$N_{20} = 2 \div 4, R_d = 11 \div 26 \text{ Kg/cm}^2 \text{ e } N_{SPT} = 4$$

di spessore compreso tra i 1.80÷6.00 m

c) terreno di medio-bassa resistenza con valori medi pari a:

$$N_{20} = 4 \div 6, R_d = 19 \div 26 \text{ Kg/cm}^2 \text{ e } N_{SPT} = 8$$

di spessore compreso tra i 6.00÷9.00 m

d) terreno di buona resistenza con valori medi pari a:


$$N_{20} = 7 \div 10, R_d = 30 \div 41 \text{ Kg/cm}^2 \text{ e } N_{SPT} = 12$$

intercettato a partire dalla profondità di 9.00 m fino al termine della prova conclusasi alla profondità di 10.20 metri.



Particolare dello scavo di preforo: rilevabile la natura sabbio-limo-argillosa del sottosuolo.

La correlazione tra i suddetti orizzonti penetrometrici e le corrispettive fasce litologiche, desunta anche dalle risultanze stratigrafiche a disposizione, può essere stilata nel modo se-

	<p align="center">‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	--

guente:

- a) limo argilloso;
- b) limo sabbioso-argilloso;
- c) sabbia e limo;
- d) limo argilloso;

La prova DPSH conferma il rilievo geologico di superficie effettuato, che ha cartografato il sito di interesse nei ‘*Depositi Alluvionali Terrazzati*’, prettamente di natura sedimentaria e genesi continentale, sormontata da uno strato di riporto antropico del piazzale industriale.

Al termine della fase di estrazione delle aste, è stata rilevata presenza di acqua nel sottosuolo in corrispondenza di DPSH1 alla profondità di circa 5.00m dal p.c.. Tuttavia non è possibile escludere che accumuli idrici e/o falde possano registrarsi anche negli strati più superficiali e durante i periodi a maggior piovosità (la DPSH e la relativa misura della falda sono state effettuate nella stagione secca di Agosto 2020).

3.2 Determinazione della categoria sismica di suolo di fondazione

Come prescritto dalla vigente normativa in ambito delle costruzioni (D.M. Infrastrutture del 17 gennaio 2018), è necessario classificare il sottosuolo di fondazione del sito di interesse sotto il profilo della risposta sismica locale.

A tal fine, visto il contesto geomorfologico, la tipologia di opera e la disponibilità di prossime prospezioni sismiche pregresse ubicate nella medesima formazione geologica e simile contesto geomorfologico, è stato fatto riferimento alla prospezione sismica in foro Down-Hole S2+DH (a corredo del Progetto di Microzonazione Sismica, cfr. *Carta di Microzonazione Sismica- scala 1:5.000* - allegata), di seguito riportata, che ha permesso di valutare quantitativamente le velocità di propagazione delle onde di taglio nei diversi sismostrati e quindi giungere alla determinazione della classe di suolo.

Da tale stendimento di superficie, è risultato un valore della velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

<p align="center">GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p align="center">Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
---	--



‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’

- Fg.49, P.IIa n. 29 Sub. 10-11 -

C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)

dove

h_i spessore dell’i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell’i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

In questo caso, la suddetta $V_{s,Eq}$ è da assumere coincidente con la V_{s30} , dato che non è stato intercettato un substrato con $V_s > 800$ m/s nei primi 30 metri di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC 2018). Ricordando che la V_{s30} è data dall’espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove: h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = Velocità dell’onda di taglio e-esima

N = Numero di strati

Specificatamente, dalla prospezione in foro è risultata la seguente successione di misurazioni per ogni sismo-strato:

Litologia	Profondità (m)	V_s (m/s)	ν	G (KN/m ²)	E (KN/m ²)
Sismostrato n. 1 Terreno vegetale di natura argilloso-sabbiosa	0.0-2.0	190	0,38	$6,68 \cdot 10^2$	$1,84 \cdot 10^3$
Sismostrato n. 2 Argilla limoso-sabbiosa	2.0-6.0	260	0,48	$1,28 \cdot 10^3$	$3,79 \cdot 10^3$
Sismostrato n. 3 Argilla limoso-sabbiosa con intervallo di ghiaia e sabbia grossolana (18-25 m)	6.0-25.0	270	0,49	$1,41 \cdot 10^3$	$4,21 \cdot 10^3$
Sismostrato n. 4 Argilla limoso-sabbiosa	25.0-30.0	415	0,47	$3,60 \cdot 10^3$	$1,06 \cdot 10^4$

V_s - velocità onde sismiche di taglio

G - Modulo di taglio dinamico

ν - Coefficiente di Poisson

E - Modulo di Young

Da cui è possibile calcolare un valore di:

$$V_{s30} = \sim 280 \text{ m/s}$$

In definitiva è possibile attribuire al sottosuolo di interesse, assumendo V_{sEq} coincidente con V_{s30} , (§ 3.2.2 NTC 2018), una **Categoria del suolo di fondazione: “C”** (Tab. 3.2.II NTC

GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale	Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884
---	--

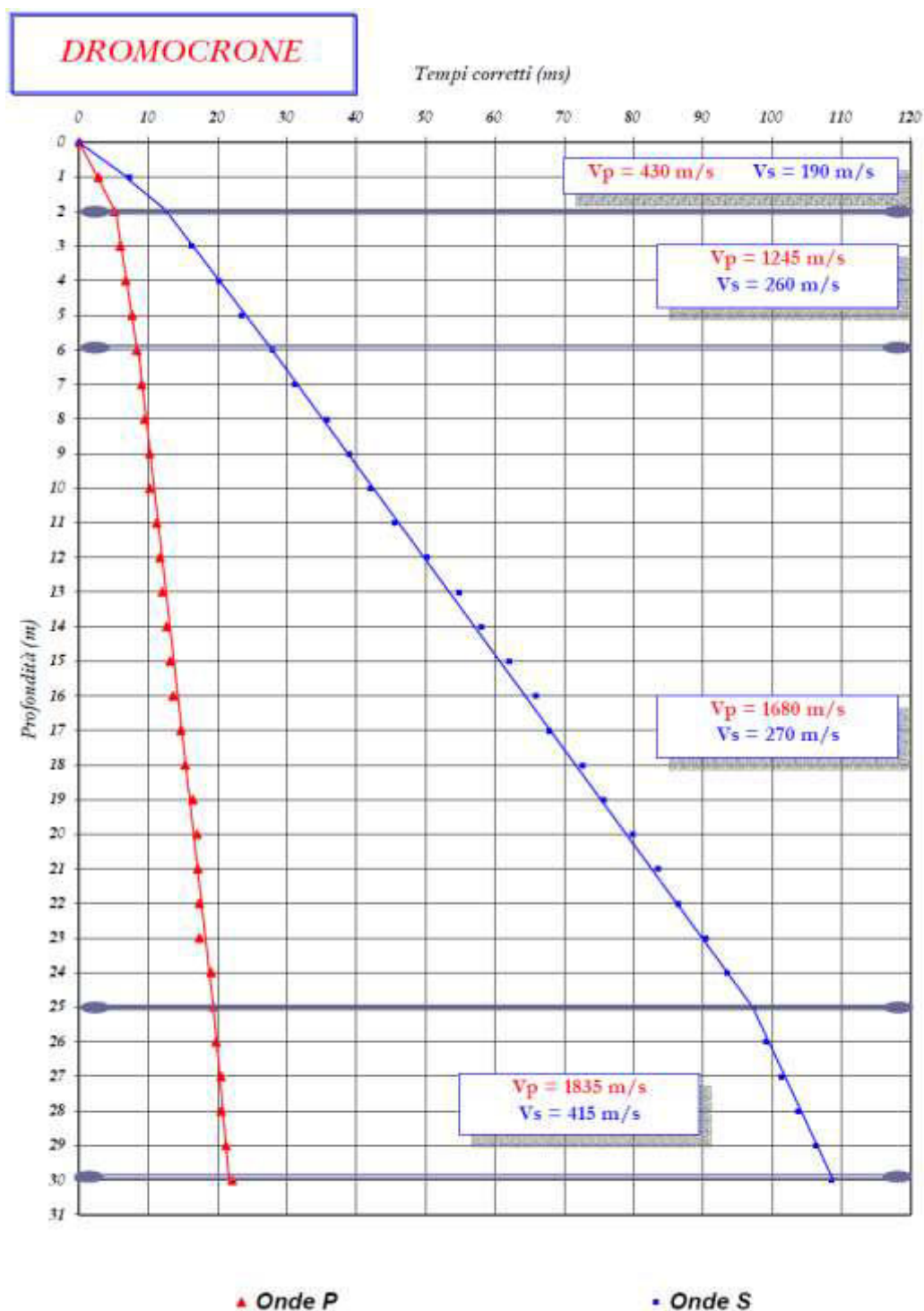


‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’

- Fg.49, P.IIa n. 29 Sub. 10-11 -

C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)

2018): Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.



Domocrome della Prospezione Down-Hole S2+DH (dalla MZS Termoli Nucleo Ovest)

RELAZIONE GEOLOGICA



‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’

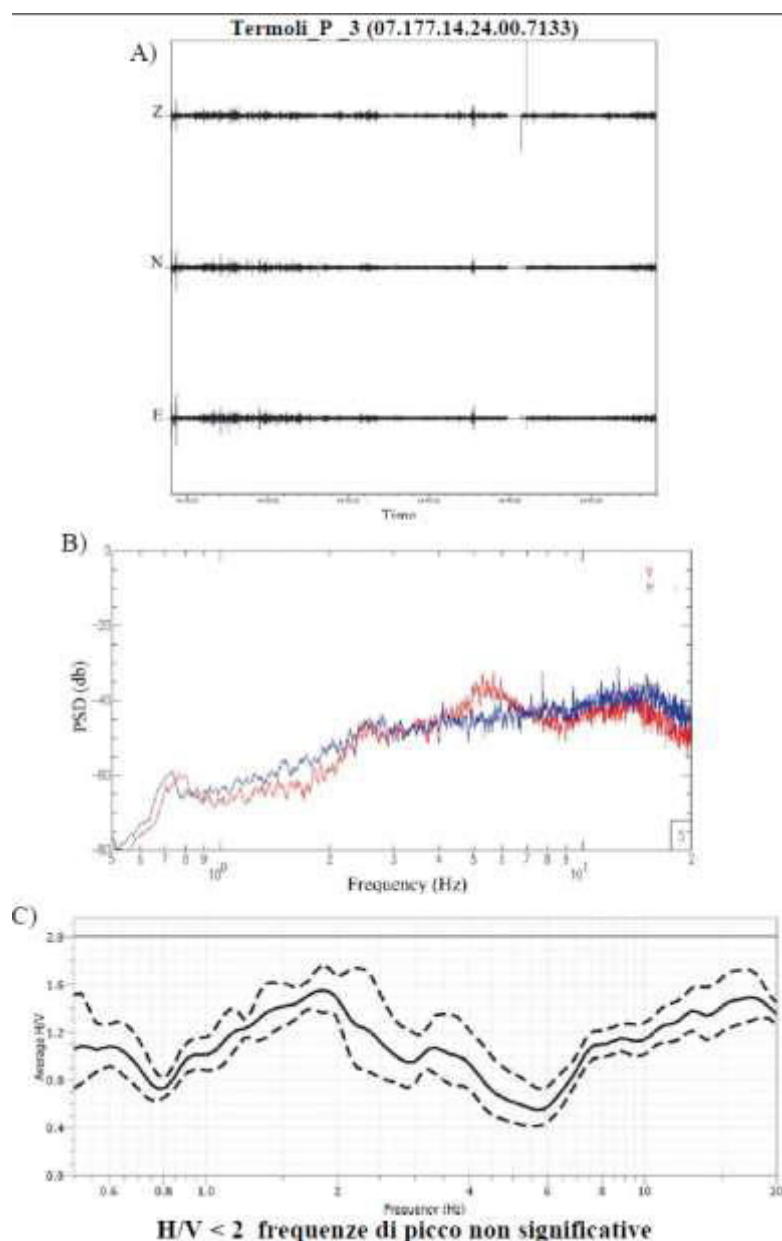
- Fg.49, P.IIa n. 29 Sub. 10-11 -

C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)


3.3 Misura dei microtremori (NK3) HVSR con metodo NAKAMURA

A corredo del lavoro di MZS, al fine di caratterizzare gli effetti di sito delle onde sismiche (in particolare quelle di taglio), sono stati misurati (cfr. *Carta di Microzonazione Sismica- scala 1:5.000* - allegata), i microtremori (segnali sismici spontanei) al fine di stimare quali componenti del moto sono state amplificate, quali smorzate ed in che rapporto.

Pertanto sono stati misurati i microtremori del sottosuolo tramite un sensore tridimensionale, il cui risultato è che (come si legge dagli allegati alla MZS) la prova Nk3 non mostra frequenze di picco significative.



Misura di Microtremori NK3 (dalla MZS Termoli Nucleo Est)

	<p>‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’</p> <p>- Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 -</p> <p>C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	---

3.4 Caratterizzazione del locale sottosuolo: Modellizzazione Geologica, Geotecnica e Sismica

L’elaborazione dei dati scaturiti dalla prova penetrometrica e dalle analisi di laboratorio a corredo della MZS, hanno consentito la caratterizzazione geotecnica dei terreni impegnati nell’area d’interesse.

Di seguito viene schematizzata la parametrizzazione fisico-meccanica relativa alle unità litotecniche distinte nei settori investigati, rappresentate da termini attritivi/coesivi di natura prevalentemente limo-sabbio-argillosa.


Si è trascurata la caratterizzazione dell’orizzonte ‘0’, interpretabile come massicciata di sottofondo del piazzale industriale.

Si precisa che lo sviluppo ed elaborazione dei risultati delle Prove Penetrometriche hanno un valore puramente indicativo. I valori certi sono quelli del numero dei colpi registrati ed allegati; i Progettisti potrebbero, a loro discrezione, partire da questi ultimi per fare altre considerazioni e/o interpretazioni con altri autori.

Modello Geologico e Geotecnico di riferimento del sottosuolo di interesse

Prof. (m dal p.c.)	Stratigrafia sintetizzata speditiva	Caratterizzazione Geotecnica
0.00 ÷ 1.20	<u>‘Strato zero’</u> Pre-foro e Massicciata del piazzale (riporto antropico di stabilizzato ciottoloso in matrice sabbiosa).	Geotecnicamente non significativo.
1.20 ÷ 1.80	<u>‘Strato A’</u> Limo argilloso.	$\gamma = 1.75 \div 1.80 \text{ t/mc}$ $\phi' = 23^\circ \div 24^\circ$ $E_d = 58 \div 62 \text{ kg/cmq}$ $C_u = 0.50 \div 0.55 \text{ kg/cmq}$
1.80 ÷ 6.00	<u>‘Strato B’</u> Limo sabbioso-argilloso.	$\gamma = 1.65 \div 1.70 \text{ t/mc}$ $\phi' = 21^\circ \div 22^\circ$ $E_d = 40 \div 42 \text{ kg/cmq}$ $C_u = 0.30 \div 0.35 \text{ kg/cmq}$
6.00 ÷ 9.00	<u>‘Strato C’</u> Sabbia e limo.	$\gamma = 1.85 \div 1.90 \text{ t/mc}$ $\phi' = 24^\circ \div 25^\circ$ $E_d = 80 \div 83 \text{ kg/cmq}$ $C_u = 0.75 \div 0.77 \text{ kg/cmq}$

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
--	---

	<p>‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’</p> <p>- Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 -</p> <p>C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	---

<p>9.00 ÷ 10.20 (*)</p>	<p>‘Strato D’ Limo argilloso.</p>	<p>$\gamma = 1.95 \div 2.00 \text{ t/mc}$ $\phi' = 27^\circ \div 28^\circ$ $E_d = 120 \div 124 \text{ kg/cmq}$ $C_u = 1.10 \div 1.15 \text{ kg/cmq}$</p>
-----------------------------	--	---


(*) fondo prova DPSH1

I litotipi costituenti il sottosuolo di interesse sono considerabili a comportamento geotecnico coesivo con mediocri qualità geotecniche, miglioranti con la profondità.

Il modello geofisico è stato ricostruito con il supporto della prospezione sismica in foro Down-Hole della MZS (trattata in precedenza) da cui è possibile dedurre che il locale sottosuolo, essendo stata calcolata una V_{s30} o $V_{s,Eq} = \sim 280 \text{ m/s}$, rientra nella **Categoria del suolo di fondazione: “C”** (Tab. 3.2.II NTC 2018): *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*. Il sottosuolo non presenta particolari frequenze di picco.

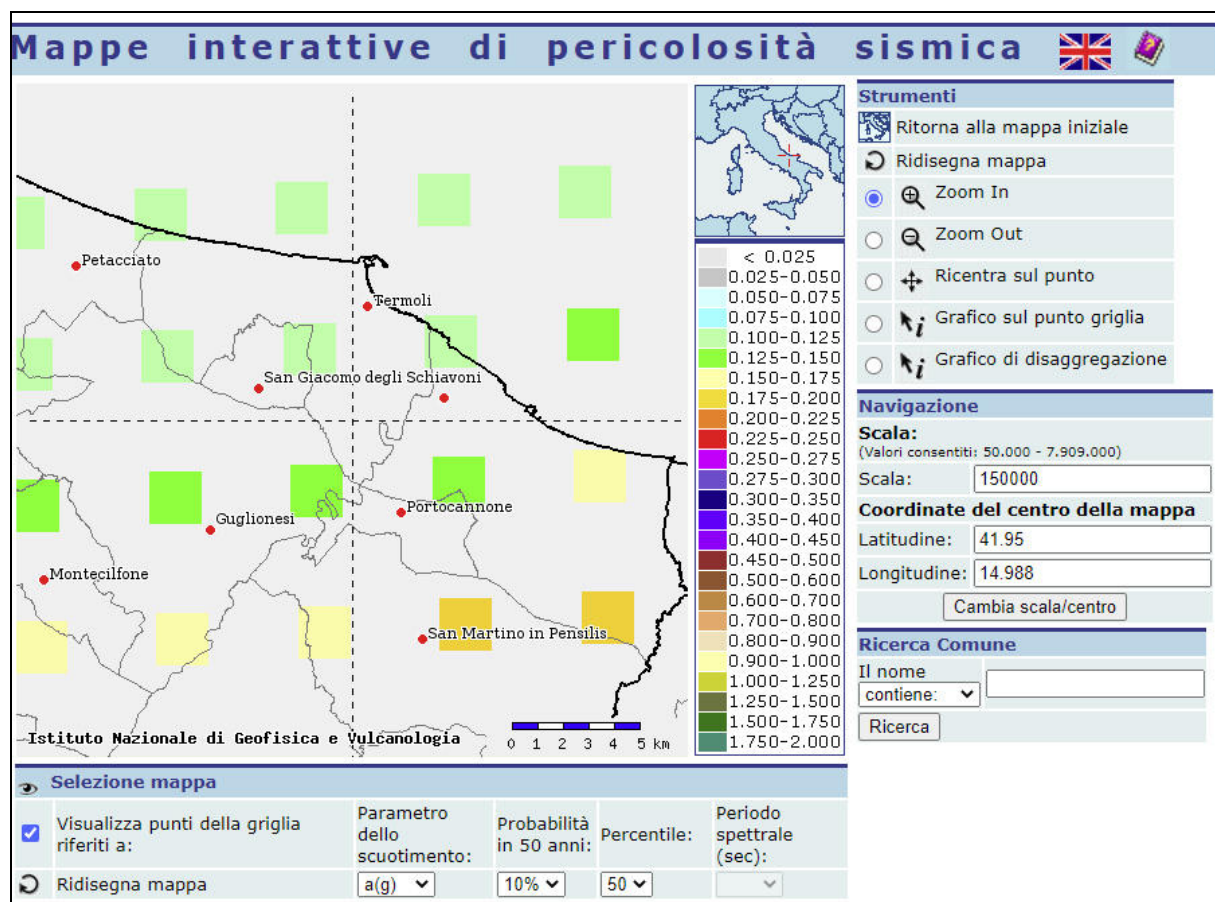
Per quanto concerne la Categoria Topografica, definita dalla Tab. 3.2.III NTC/2018, il sito di interesse rientra pienamente nella Categoria T1 presentando un’inclinazione media del pendio abbondantemente inferiore a 15° ($i < 15^\circ$).

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
--	---

	<p>‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’</p> <p>- Fg.49, P.IIa n. 29 Sub. 10-11 -</p> <p>C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	---

4. SISMICITA' DI SITO


Il territorio comunale di Termoli, con l'O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006, approvato con delibera n. 194/96 dal Consiglio Regionale della Regione Molise e che definisce il grado di sismicità con riferimento ai valori delle accelerazioni al suolo, viene dichiarato sismico ed inserito in **zona sismica 3**, a cui corrisponde un valore dell'accelerazione di riferimento a_g/g , con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ovvero con periodo di ritorno $T_r = 475$ anni), pari a **0.150**.



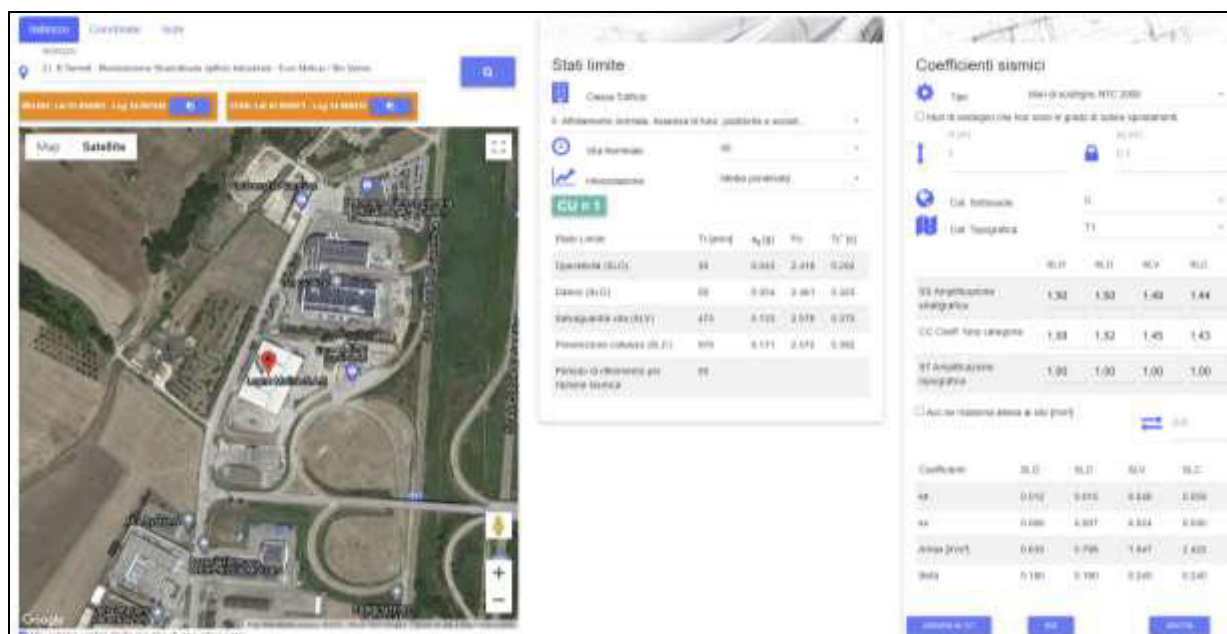
Mappa interattiva di pericolosità sismica del sito d'interesse tratta da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (con coordinate approssimate dal sistema).

Tale valore è da ritenersi cautelativo (oltre il valore massimo del *range*) rispetto a quello fornito dalla normativa nazionale, da cui il territorio italiano è suddiviso in una rete di maglie quadrate di 5 km di lato ed in cui i valori di pericolosità sismica dipendono dalle coordinate e la vita nominale dell'opera (per le costruzioni ordinarie, la vita nominale è considerata ≥ 50 anni - Tab. 2.4.I NTC 2018), che attribuisce valori di a_g/g compresi nell'intervallo **0.125÷0.150**.

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
--	--

	<p>‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.Ila n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	---

In riferimento alle Tabb. 3.2.II e 3.2.III delle NTC del D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018, per quanto riguarda l’attribuzione della specifica categoria di suolo di fondazione, si ritiene, in base ai rilievi geo-morfo-litotecnici effettuati ed ai risultati dell’indagine geofisica disponibile dalla MZS di Termoli Nucleo Est (dalla **Down-Hole** è possibile valutare una $V_{s,Eq}$ pari a circa **280 m/s**), di poter classificare il sito di categoria **C** ($180 \text{ m/sec} < V_{s,Eq} < 360 \text{ m/sec}$).



Parametri sismici del sito d’interesse calcolati online tramite il software Geostru, secondo le NTC 2018.


Inoltre, per valutare il *rischio sismico locale*, cioè l’aspetto legato ad un’eventuale amplificazione dell’azione sismica attesa (sismicità di riferimento), ci si è ricondotti alla *Carta di Microzonazione Sismica di Termoli Nucleo Ovest*, di recente realizzazione a cura della Regione Molise (allegata), da cui si evince che al sito oggetto di intervento può attribuirsi un coefficiente d’amplificazione locale pari a **S = 1.25**.

Per il sito oggetto del presente studio, sono da considerare i seguenti parametri di pericolosità sismica (riferiti allo Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV):

- ✓ Tempo di Ritorno $T_r = 475$ anni (Edificio di Classe II - Tab.2.4.II, NTC 2018);
- ✓ a_g/g pari a 0.133, F_0 pari a 2.576 e T_c pari a 0.375.

Per il sito di interesse, di coordinate geografiche WGS84 pari a Latitudine 41.950001° N e Longitudine 14.987546° E, (equivalenti, nel reticolo sismico di riferimento ED50, alle coordi-

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
--	---

	<p align="center">‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	--

nate Latitudine 41.950971° N e Longitudine 14.988416° E) sulla base della Tab. 3.2.IV delle N.T.C. 2018 relativa ad un terreno di tipo **C**, può attribuirsi un coefficiente d’amplificazione stratigrafica **$S_s = 1.49$** .

L’accelerazione sismica massima di progetto **$A_{max} = a_g \times S = a_g \times S_s \times S_T$** , pertanto, posto il coefficiente d’amplificazione topografica $S_T = 1.0$ (Categoria Topografica T1 della Tab. 3.2.III NTC/2018 - Pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$), è pari a: $0.133 \times 1.49 \times 1.0 = \mathbf{0.198\ g}$.

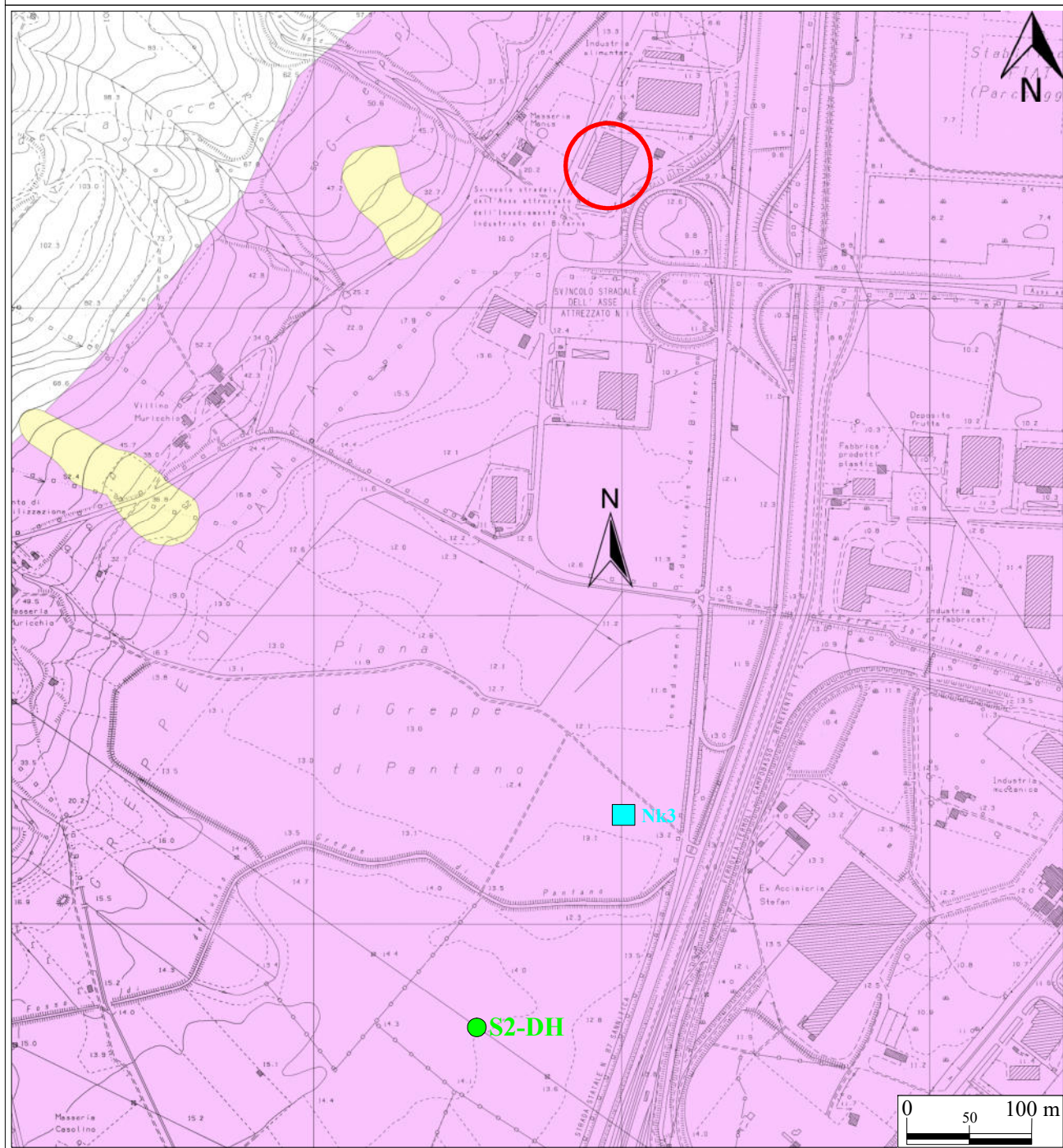
Tale valore è da considerarsi cautelativo rispetto a quello che risulterebbe considerando l’amplificazione stratigrafica attribuita dalla Microzonazione Sismica ($S=1.25$), da cui risulterebbe $A_{max}=0.166$.

<p align="center">GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p align="center">Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
---	--

Carta di Microzonazione Sismica

Regione Molise - Legge n.286 del 27.12.2002 -

- Scala 1:5.000 -



Area con presenza di fenomeni di dissesto inattivi e/o quiescenti. In essa sono necessarie indagini di approfondimento nonché opere di consolidamento del versante e/o strutture di fondazione. Sono sconsigliate nuove edificazioni nonché ampliamenti delle strutture edilizie esistenti.

$S = 1,35$



Area impostata sui depositi di spiaggia recenti ed attuali, sui depositi eluvio-colluviali e di riporto.

$S = 1,25$



S2-DH

Sondaggio di microzonazione con sismica in foro tipo down-hole (da MZS).



Nk3

Stazione di misura di microtremori (da MZS).



Area d'interesse.

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2008

Sito in esame.

latitudine: 41,950971 [°]

longitudine: 14,988416 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	28105	41,975520	14,969910	3129,3
Sito 2	28106	41,974640	15,037170	4814,2
Sito 3	28328	41,924640	15,035950	4902,2
Sito 4	28327	41,925530	14,968730	3264,1

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,043	2,418	0,292
Danno (SLD)	63	50	0,054	2,461	0,325
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,133	2,578	0,375
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,171	2,572	0,392

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2008

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,580	1,000	0,012	0,006	0,635	0,180
SLD	1,500	1,520	1,000	0,015	0,007	0,798	0,180
SLV	1,490	1,450	1,000	0,048	0,024	1,947	0,240
SLC	1,440	1,430	1,000	0,059	0,030	2,422	0,240

Geostru

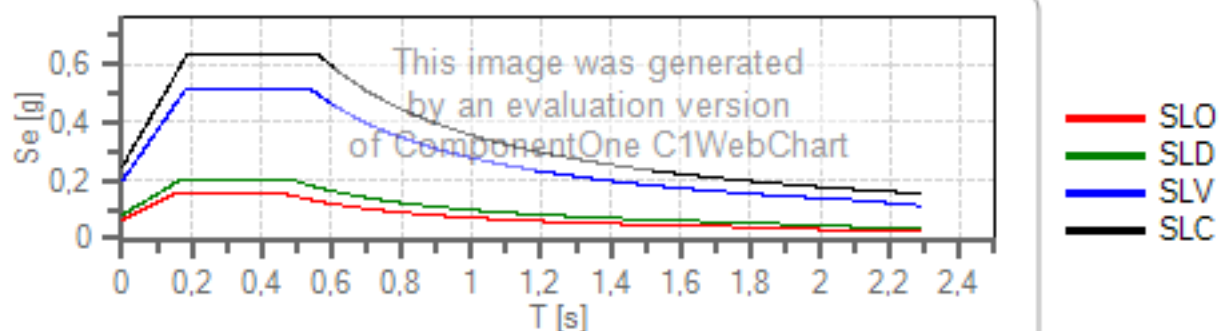
Spettri di risposta

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

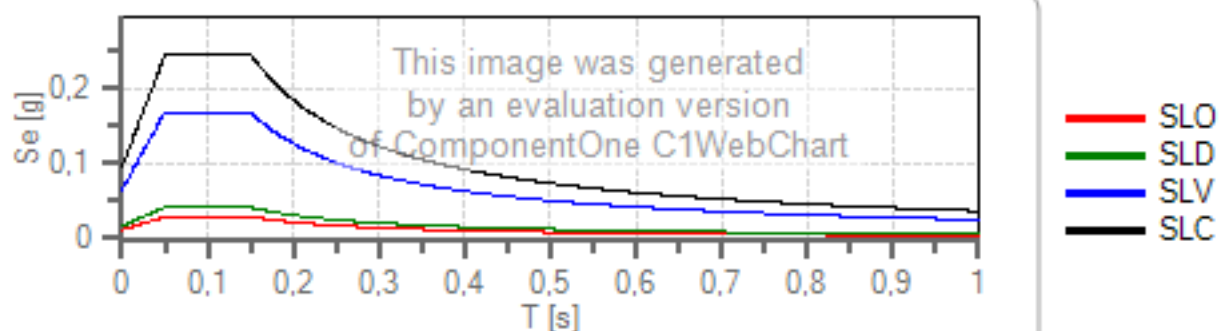
Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,043	2,418	0,292	1,500	1,580	1,000	1,500	1,000	0,154	0,461	1,773
SLD	1	0,054	2,461	0,325	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,494	1,817
SLV	1	0,133	2,578	0,375	1,490	1,450	1,000	1,490	1,000	0,181	0,544	2,133
SLC	1	0,171	2,572	0,392	1,440	1,430	1,000	1,440	1,000	0,187	0,561	2,286


Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,043	2,418	0,292	1,000	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,054	2,461	0,325	1,000	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,133	2,578	0,375	1,000	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,171	2,572	0,392	1,000	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5


	<p>‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.IIa n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	---

5. CONCLUSIONI DELLO STUDIO GEOLOGICO

Le risultanze geomorfologiche, idrogeologiche, litostratigrafico-tecniche e litodinamiche emerse al termine dello studio espletato nell’ambito del Progetto per le *“Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare”* in C.da Pantano Basso - Zona Industriale “B” - S.S. 87, nell’agro comunale di Termoli (CB), hanno evidenziato una condizione di apparente attuale stabilità geomorfologica del sito in s.s. oggetto di intervento, unitamente a delle mediocri caratteristiche geotecniche dei litotipi che compongono il sottosuolo, identificabile nella formazione Pleistocenica di facies continentale, a dominante sabbio-limosa-argillosa, ascrivibile ai *Depositi Alluvionali Terrazzati*.

Come evinto dalla Relazione Tecnica fornita dal Progettista Geom. POTALIVO Andrea, il progetto concerne *“un opificio produttivo di circa MQ.5.000, realizzato in struttura metallica, pilastri, travi e capriate con pannellatura del tipo sandwich a tamponatura perimetrale e tramezzatura interna, ubicato all’interno di un lotto di proprietà della stessa Euro Molicar, sito nel Comune di Termoli zona ind.le B e necessita di alcuni lavori di adeguamento funzionale atti ad ospitare nuove attività produttive. Si andrà quindi a frazionare l’unità immobiliare creando due locali distinti, uno di circa mq.2500 e l’altro di circa mq.400, posizionando una parete interna tra questi due locali e chiudendo portoni d’accesso ad altre zone che verranno destinate ad altri scopi. Vi sarà anche un ripristino con ammodernamento funzionale di strutture come pavimentazioni e spazi interni atti ad ospitare due nuove attività produttive, con piccole modifiche agli ingressi. Anche la parte esterna destinata a piazzale asfaltato, di manovra e di transito con carico/scarico merci, verrà adeguata mediante interventi che andranno a rendere utilizzabili gli stessi alle nuove esigenze. In particolare verranno adeguati gli scarichi delle acque meteoriche con nuove griglie di raccolta e convogliamento alla rete di scarico principale. Altresì verranno realizzati dei basamenti in C.A. a rinforzo della pavimentazione esistente in aree localizzate a, stoccaggio materiale per le lavorazioni, deposito cisterne e pesa autotreni. Per quanto riguarda la parte interna, verranno resi funzionali ed adeguati alle nuove lavorazioni e alle normative vigenti gli spazi per il personale, quindi spogliatoi, servizi igienici e refettorio, ed ammodernata la pavimentazione e gli impianti idrici e di scarico dei nuovi servizi igienici e di quelli esistenti e adeguato altresì l’impianto elettrico.”*

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
---	---

	<p>‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.IIa n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	---

Il sottoscritto *precisa che i risultati desunti dal presente studio sono finalizzati e conformati esclusivamente alle specifiche istanze edilizie di cui al progetto architettonico e sono riferiti allo stato d'essere attuale del sito in esame ed esclusivamente alle particelle catastali riportate in intestazione. Eventuali varianti progettuali attualmente non previste, quali sbanca-menti, drenaggi, sovraccarichi, ampliamenti ed altri interventi che possano variare il vigente equilibrio idraulico e geomorfologico, non sono contemplate nel presente studio. La loro ammissibilità e compatibilità geologica, pertanto, dovrà essere accuratamente esaminata attraverso ulteriori e mirati studi.*

Geomorfologicamente, l'opera è prevista su una piana alluvionale (posta alla quota di ~10÷12 m s.l.m.) con una bassa pendenza, blandamente degradante verso la sponda sinistra del Fiume Biferno, di vergenza adriatica.

L'analisi della dinamica geo-morfoevolutiva ha appurato che l'area di interesse, come atteso vista la conformazione pianeggiante, risulta stabile senza evidenza di elementi che ne potrebbero turbare l'equilibrio, almeno in tempi geologicamente brevi, come avvalorato dalla consultazione della cartografia IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) e dell'ex ‘Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore’.


Pertanto, è lecito valutare piena compatibilità idro-geo-morfologica tra l'intervento previsto ed il locale assetto idrogeologico di questa porzione di territorio. Anche la criticità della Pericolosità Idraulica appare bassa/nulla, come confermato dalla Cartografia aggiornata dell'Autorità di Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.

La ricostruzione del modello geologico-geotecnico-geofisico è stata condotta con l'ausilio di n.1 Prova Penetrometrica Dinamica Super Pesante DPSH1 effettuata nel sito di interesse.

Inoltre si è tenuto conto delle pregresse campagne indagini geognostiche a corredo del Progetto di Microzonazione Sismica di Termoli Nucleo Ovest (composte da *Sondaggi Geognostici a c.c., Campioni di Terreno analizzati in laboratorio geotecnico, Misure di Microtremori e Prospezione Sismica in foro Down-Hole*) che hanno supportato l'identificazione e caratterizzazione compiutamente del sottosuolo sotto il profilo geologico, geotecnico e sismico, così come prescritto dalle vigenti normative delle NTC 2018.

Il quadro completo delle indagini conferma il rilievo geologico di superficie che ha cartografato il sito di interesse nella formazione a dominante argillo-limo-sabbiosa ascrivibile ai *Depositi Alluvionali Terrazzati*, di facies continentale, rientranti nella facies di sedimentazione del

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
--	---

	<p align="center">‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.Ila n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	--

Fiume Biferno.

Il locale sottosuolo, escluso il manto superficiale di riporto antropico, si compone di litotipi, prettamente coesivi dalle mediocri caratteristiche geomeccaniche, a granulometria prevalentemente sabbiosa-argillosa-limosa, con categoria di sismica del sottosuolo “C” con modeste caratteristiche dei sismostrati ed una Categoria Topografica T1.

Relativamente alla tipologia e dimensionamento dell’impianto fondazionale, il Progettista Strutturista potrà approntare la miglior soluzione rispondente all’assetto geologico locale e la sua interazione con le previste strutture. In ogni caso, le fondazioni - sia se saranno dirette che indirette - dovranno essere continue e ben collegate, alla luce della potenziale eterogeneità latero-verticale dei litotipi presenti, così da scongiurando fenomenologie di cedimenti differenziali.

Relativamente alla pressione massima ammissibile sul terreno, la stessa potrà essere valutata considerando i parametri geotecnici riportati in precedenza, sulla base dei quali sarà possibile verificare i carichi esercitati dai previsti manufatti e i relativi cedimenti indotti.

Durante l’esecuzione della DPSH, è stata rilevata presenza di acqua nel sottosuolo alla profondità di circa 5.00m dal p.c..

Tuttavia, non è possibile escludere che il livello idrico, in seguito a periodo di precipitazioni particolarmente copiose, essa possa risalire, anche considerevolmente e per capillarità, più in superficie.


Da ciò emerge la necessità di predisporre opportuni accorgimenti di raccolta ed evacuazione delle acque di infiltrazione nel sottosuolo tenendo queste ultime al di fuori dell’area d’influenza del corpo fondazionale.

Sarà necessario anche provvedere alla corretta regimazione delle acque di corrivazione superficiale, da convogliare correttamente nell’impluvio naturale, onde evitare pericolosi fenomeni di erosione lineare concentrata, seppur poco probabili vista la pendenza esigua, o ristagni idrici che potrebbero provocare cedimenti e scoscendimenti del terreno nell’area di pertinenza dei manufatti e del piazzale/parcheggio.

A conclusione della presente consulenza si puntualizza che l’eventuale terreno di risulta dello scavo del piano fondazionale dovrà essere debitamente allontanato dal sito, nel rispetto delle vigenti normative sullo smaltimento di ‘terre e rocce da scavo’, anche per evitare pericolosi sovraccarichi del pendio.

Attenzione andrà posta alla salvaguardia dei fronti di scavo da pericoli di frane/cedimenti,

<p align="center">GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p align="center">Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
---	--

	<p>‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare’ - Fg.49, P.III n. 29 Sub. 10-11 - C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)</p>
---	---

attenendosi scrupolosamente alle normative vigenti, per la salvaguardia delle maestranze e co-se.

Tutto quanto esposto è stato eseguito in piena coscienza ad evasione dell’incarico ricevuto.

Termoli/Guglionesi, Giugno 2020

il Consulente
GEOLOGO SPECIALISTA
Dott. DE LISIO Giancarlo

Comm. : Società EURO MOLICAR 3 ZETA S.r.l. / BIO VALORE WORLD S.p.A.

Oggetto: Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale e frazionamento unità immobiliare

Sito : Fg.49, P.III n. 29 Sub. 10-11
C.da Pantano Basso - Z.I. - S.S. 87 - Termoli (CB)

<p>GEO.Ter.Moli.Se Studio di Geologia Tecnica, Ambientale & Sicurezza Territoriale</p>	<p>Dott. Geol. Giancarlo DE LISIO Via Frentana 32/A - 86039 Termoli -CB- giancarlodelisio@hotmail.com - Tel. 328.84.14.884</p>
--	---



‘Opere di manutenzione straordinaria per adeguamento opificio industriale
e frazionamento unità immobiliare’

- Fg.49, P.lla n. 29 Sub. 10-11 -

C.da Pantano Basso - Z.I. “B” - S.S. 87, Termoli (CB)

QUADERNO DI CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE



n.1 Prova Penetrometrica Dinamica Super Pesante DPSH1

RELAZIONE GEOLOGICA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: EURO MOLICAR 3 ZETA Srl
Descrizione: Adeguamento Opificio Industriale
Località: Z.I. "B" - Termoli (CB)

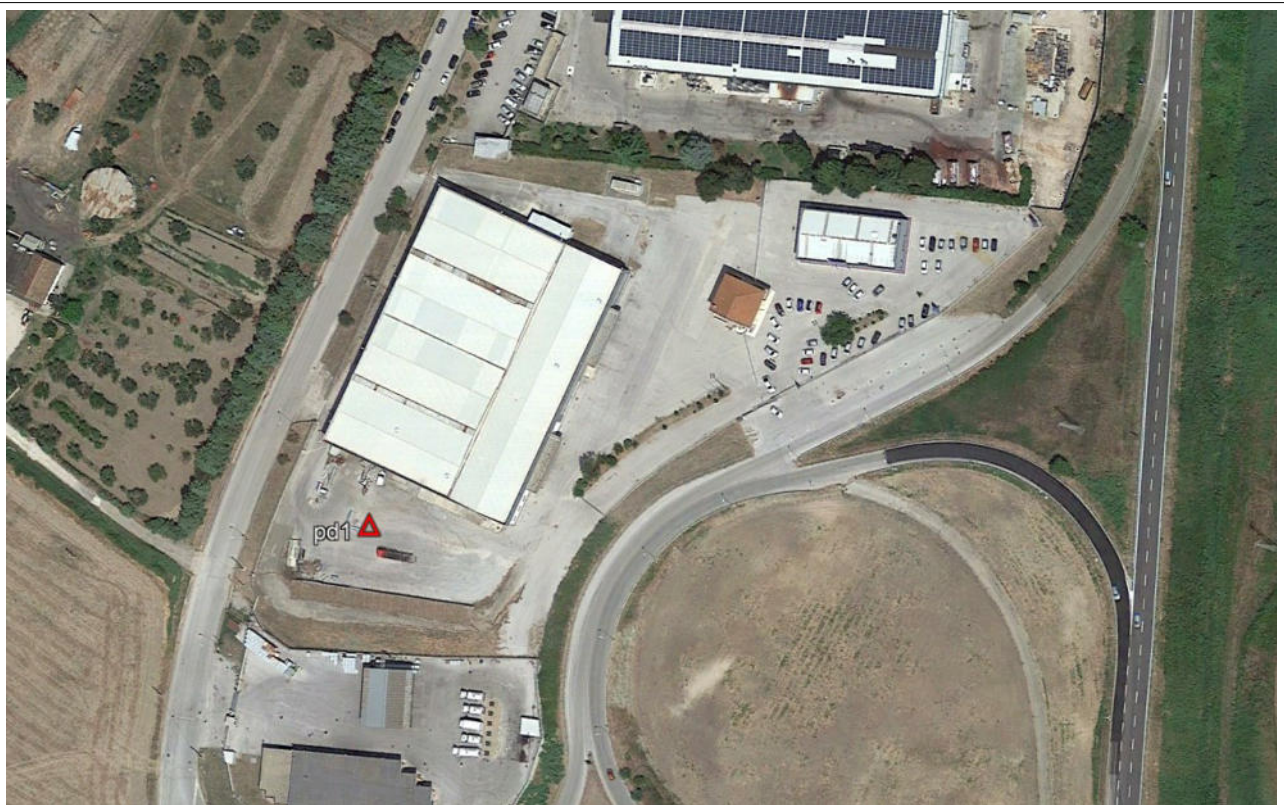
Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Il Geologo

Dott. Giancarlo De Lisio

UBICAZIONE INDAGINE



POSTAZIONE DI PROVA



Prova **DPSH 1**



Particolare del preforo

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE **(DYNAMIC PROBING)**

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
δ	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (δ/N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Pressione ammissibile

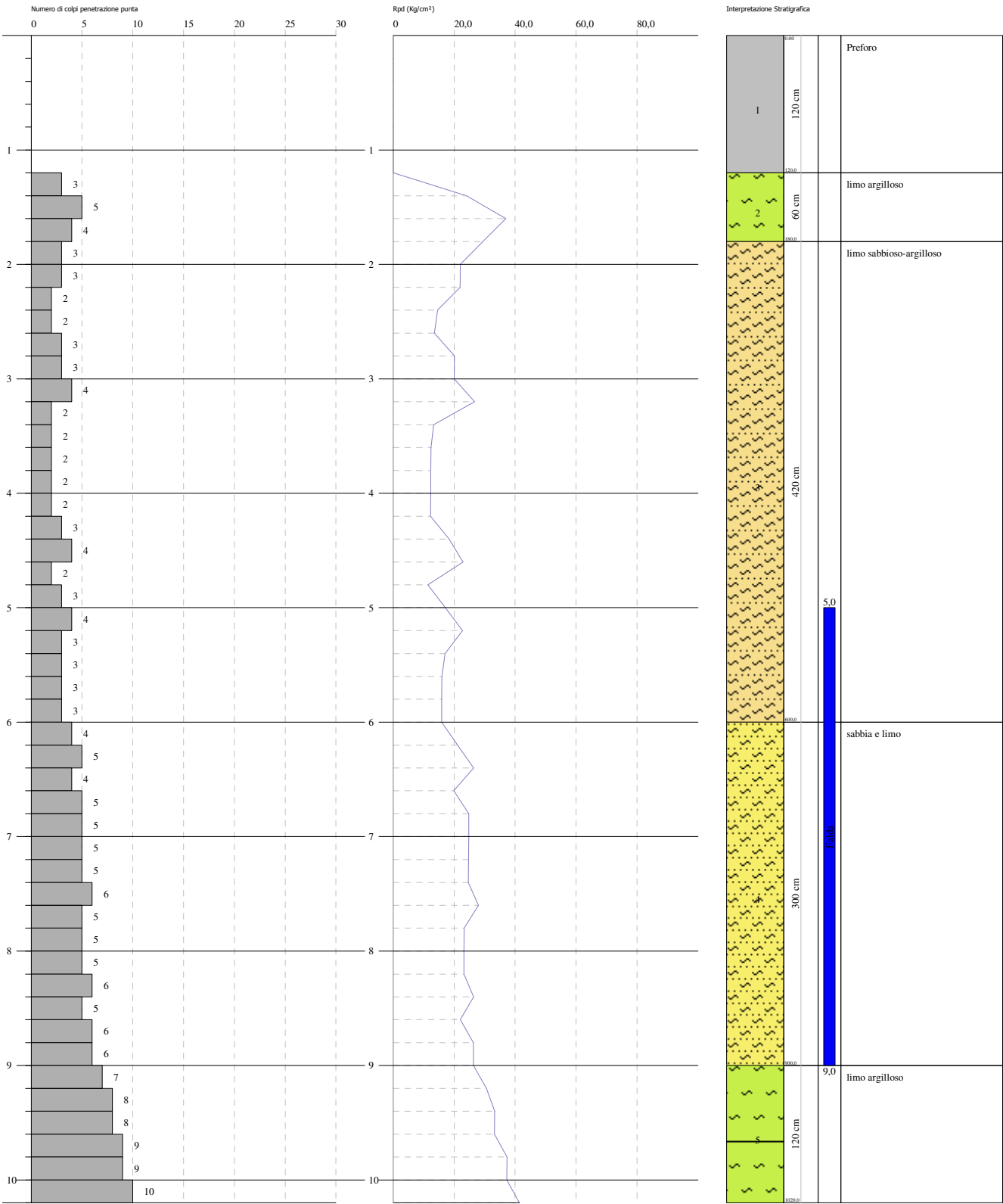
Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: EURO MOLICAR 3 ZETA Srl
Descrizione: Adeguamento Opificio Industriale
Località: Z.I. "B" - Termoli (CB)

Data: 24/07/2020

Scala 1:50



PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI
 24/07/2020
 10,20 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	0	0,851	0,00	0,00	0,00	0,00
0,60	0	0,847	0,00	0,00	0,00	0,00
0,80	0	0,843	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	0	0,840	0,00	0,00	0,00	0,00
1,20	0	0,836	0,00	0,00	0,00	0,00
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	5	0,830	36,96	44,55	1,85	2,23
1,80	4	0,826	29,45	35,64	1,47	1,78
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	3	0,820	21,92	26,73	1,10	1,34
2,40	2	0,817	14,56	17,82	0,73	0,89
2,60	2	0,814	13,49	16,56	0,67	0,83
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	3	0,809	20,09	24,85	1,00	1,24
3,20	4	0,806	26,70	33,13	1,34	1,66
3,40	2	0,803	13,31	16,56	0,67	0,83
3,60	2	0,801	12,39	15,47	0,62	0,77
3,80	2	0,798	12,35	15,47	0,62	0,77
4,00	2	0,796	12,32	15,47	0,62	0,77
4,20	2	0,794	12,28	15,47	0,61	0,77
4,40	3	0,791	18,37	23,21	0,92	1,16
4,60	4	0,789	22,91	29,03	1,15	1,45
4,80	2	0,787	11,42	14,51	0,57	0,73
5,00	3	0,785	17,09	21,77	0,85	1,09
5,20	4	0,783	22,73	29,03	1,14	1,45
5,40	3	0,781	17,00	21,77	0,85	1,09
5,60	3	0,779	15,97	20,50	0,80	1,03
5,80	3	0,777	15,94	20,50	0,80	1,03
6,00	3	0,775	15,90	20,50	0,79	1,03
6,20	4	0,774	21,15	27,34	1,06	1,37
6,40	5	0,772	26,38	34,17	1,32	1,71
6,60	4	0,770	19,90	25,83	0,99	1,29
6,80	5	0,769	24,82	32,29	1,24	1,61
7,00	5	0,767	24,77	32,29	1,24	1,61
7,20	5	0,766	24,72	32,29	1,24	1,61
7,40	5	0,764	24,67	32,29	1,23	1,61
7,60	6	0,763	28,01	36,73	1,40	1,84
7,80	5	0,761	23,30	30,60	1,16	1,53
8,00	5	0,760	23,26	30,60	1,16	1,53
8,20	5	0,759	23,22	30,60	1,16	1,53
8,40	6	0,757	27,81	36,73	1,39	1,84
8,60	5	0,756	21,99	29,09	1,10	1,45
8,80	6	0,755	26,34	34,90	1,32	1,75
9,00	6	0,753	26,30	34,90	1,31	1,75
9,20	7	0,752	30,63	40,72	1,53	2,04

9,40	8	0,751	34,96	46,54	1,75	2,33
9,60	8	0,750	33,25	44,34	1,66	2,22
9,80	9	0,749	37,35	49,88	1,87	2,49
10,00	9	0,748	37,30	49,88	1,86	2,49
10,20	10	0,747	41,38	55,42	2,07	2,77

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1,2	0	0	0,0	0,0	0,0	1,47	0	Preforo
1,8	4	36,37	1,81	1,89	0,05	1,47	6	limo argilloso
6	2,76	21,43	1,7	1,87	0,47	1,47	4	limo sabbioso-argilloso
9	5,13	32,04	1,9	1,91	0,88	1,47	8	sabbia e limo
10,2	8,5	47,8	2,02	2,22	1,55	1,47	12	limo argilloso

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso	6	1,20-1,80	Sanglerat	0,56
Strato (3) limo sabbioso-argilloso	4	1,80-6,00	Sanglerat	0,35
Strato (4) sabbia e limo	8	6,00-9,00	Sanglerat	0,77
Strato (5) limo argilloso	12	9,00-10,20	Sanglerat	1,18

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso	6	1,20-1,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	62,99
Strato (3) limo sabbioso-argilloso	4	1,80-6,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	42,59
Strato (4) sabbia e limo	8	6,00-9,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	83,39
Strato (5) limo argilloso	12	9,00-10,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	124,19

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (2) limo argilloso	6	1,20-1,80	Apollonia	60,00
Strato (3) limo sabbioso-argilloso	4	1,80-6,00	Apollonia	40,00
Strato (4) sabbia e limo	8	6,00-9,00	Apollonia	80,00
Strato (5) limo argilloso	12	9,00-10,20	Apollonia	120,00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) limo argilloso	6	1,20-1,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) limo sabbioso-argilloso	4	1,80-6,00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (4) sabbia e limo	8	6,00-9,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (5) limo argilloso	12	9,00-10,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato (2) limo argilloso	6	1,20-1,80	Meyerhof	1,81
Strato (3) limo sabbioso-argilloso	4	1,80-6,00	Meyerhof	1,70
Strato (4) sabbia e limo	8	6,00-9,00	Meyerhof	1,90
Strato (5) limo argilloso	12	9,00-10,20	Meyerhof	2,02

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato (2) limo argilloso	6	1,20-1,80	Meyerhof	1,89
Strato (3) limo sabbioso-argilloso	4	1,80-6,00	Meyerhof	1,87
Strato (4) sabbia e limo	8	6,00-9,00	Meyerhof	1,91
Strato (5) limo argilloso	12	9,00-10,20	Meyerhof	2,22

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) limo argilloso	6	1,20-1,80	Shioi-Fukuni (1982)	24,49
Strato (3) limo sabbioso-argilloso	4	1,80-6,00	Shioi-Fukuni (1982)	22,75
Strato (4) sabbia e limo	8	6,00-9,00	Shioi-Fukuni (1982)	25,95
Strato (5) limo argilloso	12	9,00-10,20	Shioi-Fukuni (1982)	28,42