

COMUNE DI ZOLA PREDOSA

(città metropolitana di Bologna)

PARCO DEI GESSAROLI -RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE E PAESAGGISTICA DELL'EX CAVA GESSI -COMPARTO C13-

Committente:

COMUNE DI ZOLA PREDOSA

Piazza della Repubblica 1
40069 Zola Predosa (BO)
P.Iva 00529991200
CF 01041340371

Progettista:

Dott. Ing. CARLO BAIETTI
Via G.Pilati 13
40068 S. Lazzaro di Savena (Bo)



Consulenza geologico geotecnica:
Dott. CLAUDIO CINTI

Progetto del verde:
BSCAPE STUDIO

Redatto :
Ing. R. Casatello

Controllato :
Ing. C. Baietti

Approvato :
Ing. C. Baietti

Revisione :
03

Data emissione:
Febbraio 2024

Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

Elaborato :

B

Scala :

L272

PROGETTO ESECUTIVO

REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Zola Predosa

**PARCO DEI GESSAROLI
RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE E PAESAGGISTICA
DELL'EX CAVA GESSI – COMPARTO C13**

Relazione Geologica e Sismica

Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Settembre 2023	Claudio Cinti	Stefano Maggi	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente:

**COMUNE DI
ZOLA PREDOSA**

Redatto da:



GEOTE s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente

CERTIFIED QUALITY
MANAGEMENT SYSTEM
CQY
CERTIFICABILITY
UNI EN ISO 9001:2015

Fornitori:




MOD PROD14 REV00


Codice Cliente:

Codice interno: 23.1063

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it


<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	---	---

SOMMARIO		
1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3.	PREMESSE	6
3.1.	Riferimenti cartografici	7
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
4.1.	Caratteri morfologici, litologici	8
4.2.	Assetto geomorfologico	14
4.3.	Assetto idrografico dell'area	15
4.4.	Vincoli e tutele del sito	16
4.4.1.	Stabilità dei versanti	16
4.4.2.	Risorse idriche e assetto idrogeologico	17
4.4.3.	Rischio sismico	18
5.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO	21
5.1.	Pericolosità sismica di base	21
5.2.	Risposta sismica locale (effetti di sito)	22
5.2.1.	Misura a stazione singola HVSR (H/V): procedura e strumentazione utilizzata	23
5.2.2.	Modello di sottosuolo proposto per il sito	23
6.	INDAGINI GEOGNOSTICHE	26
6.1.	Sondaggi a carotaggio continuo (2003)	26
6.2.	Prove penetrometriche statiche (2003)	26
6.3.	Prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH)	27
6.4.	Saggi esplorativi e prelievo di campioni	29
6.5.	Analisi di laboratorio geotecnico	30
6.6.	Rilievo geologico-meccanico	31
7.	ANALISI DEI DATI	32
7.1.	Modello geologico stratigrafico	32
7.2.	Terreno di riporto per reinterri e risagomature	34
8.	PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO	35
8.1.	Opere di sostegno	35
8.2.	Verifiche di stabilità	35
9.	CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI	36
9.1.	Posa dei terreni di riporto	36
9.2.	Approfondimenti e verifiche in fase esecutiva	36

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	--	---

ALLEGATI

- TAV.1 – Inquadramento CTR
- TAV.2 – Ubicazione Indagini
- TAV.3 – Sezioni Stratigrafiche
- ALL1_ Stratigrafie sondaggi (2003)
- ALL2_Report Prove CPT (2003)-DPSH
- ALL3_Report Indagini geofisiche MASW-HVSR
- ALL4_Report Laboratorio geotecnico
- ALL5_Rilievo geologico-meccanico

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	---	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 23.1063 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Claudio Cinti.

Redazione del documento.


Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Claudio Cinti in data 25/07/2023.

Collaboratori.

Dott.ssa Lara Capitanio

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 37 fogli di testo e 64 pagine di allegati.

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	---	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019

Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni " di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.01.2018

Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni " di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

Decreto Ministeriale 11 Marzo 1988

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazioni".

3. PREMESSE

L'area di cava sotto il Monte Castello e il Monte Rocca, della cui attività di estrazione del gesso si ha testimonianza sin dal 1269, è stata nel tempo soggetta a continue trasformazioni e modifiche morfologiche. Al termine della fase estrattiva, avvenuta nel 1991, è proseguita l'attività di trasformazione fino al 1998, anno in cui venne abbattuto lo stabilimento costruito sull'area in oggetto. Il comparto, attualmente dismesso da oltre venti anni, è stato oggetto di indagini geognostiche nel 2003. Recentemente è stato commissionato alla scrivente società un approfondimento di indagini e relativo studio geologico e verifiche, finalizzate alla redazione del progetto di riqualificazione ambientale e paesaggistica dell'area ex Cava Gessi – Comparto C13, dove troverà sede il Nuovo Parco dei Gessaroli.




Fig. 1 – Foto aerea dell'area di intervento – in rosso la zona di interesse specifico (tratta da Google Earth).

Il modello geologico dell'area in cui si inserisce l'opera di progetto, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito, è stato definito sulla base di conoscenze dirette dello scrivente, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata, e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale quali il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, il PTM della Città Metropolitana di Bologna e il Piano Strutturale Comunale di Zola Predosa.

Per lo studio ci si è avvalsi dei dati di una campagna di indagini geognostiche svolta nel 2003 dalla società Geoprobe, e della relazione geologica a firma del dott. G. Grimandi, redatta per il comparto, nel 2008.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico di dettaglio e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente, è stata programmata una campagna d'indagini consistita

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	---	---

nell'esecuzione di:

- Una prospezione geofisica con misure a stazione singola con tecnica HVSR per la determinazione della categoria sismica (parametro V_{seq}) e delle principali frequenze di risonanza del sito in esame.
- Prelievi di campioni di terreno indisturbato
- Prove di laboratorio geotecnico
- Prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH)
- Rilievo geologico-meccanico di affioramenti

I risultati ottenuti mediante l'elaborazione dei dati acquisiti nel corso delle indagini sono stati utilizzati per la costruzione del modello geologico e geotecnico del sito e per le successive verifiche di stabilità dei versanti.

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della Regione Emilia Romagna, scala 1:50.000 Foglio n. 220
- C.T.R. della Regione Emilia Romagna, scala 1:25.000 Tavola n. 220SE
- C.T.R. della Regione Emilia Romagna, scala 1:10.000 Sezione n. 220110
- C.T.R. della Regione Emilia Romagna, scala 1:5.000 Elemento n. 220112 (Tav. 1 in allegato).

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	<p>GEO TEA GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente</p>
--	---	---

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1. Caratteri morfologici, litologici

L'area in esame si colloca nei primi rilievi della collina bolognese, nel territorio del Comune di Zola Predosa, ad una quota di circa 120 m s.l.m., in località Gessi, nella fascia di alta pianura situata al margine appenninico. L'Appennino settentrionale è una catena a falde sviluppatesi principalmente nel Terziario in seguito alla collisione tra due blocchi continentali rappresentati dalla placca europea ("Blocco Sardo-Corso") e dalla microplacca Adria, inizialmente connessa alla placca africana. Il processo di collisione continentale è stato preceduto dalla chiusura di un'area oceanica: il paleoceanico ligure-piemontese, parte della Tetide e precedentemente interposto tra esse. La catena deriva quindi dalla deformazione di differenti domini paleogeografici meso-cenozoici: il Dominio ligure, corrispondente in larga misura all'area oceanica, il subligure, sviluppato sulla crosta assottigliata africana adiacente alla zona oceanica, e il Dominio tosco-umbro di pertinenza della placca Adria. Oltre a questi domini entra a far parte dell'Appennino settentrionale anche il Dominio epiligure formato da sedimenti depositi a partire dall'Eocene medio al di sopra delle unità liguri già tettonizzate. Rocce che inizialmente occupavano aree paleogeografiche tra loro affiancate vengono a sovrapporsi, con i terreni del Dominio ligure accavallati su quelli del subligure e di ambedue sul Dominio tosco-umbro-marchigiano costituito a sua volta da elementi strutturali sovrapposti.

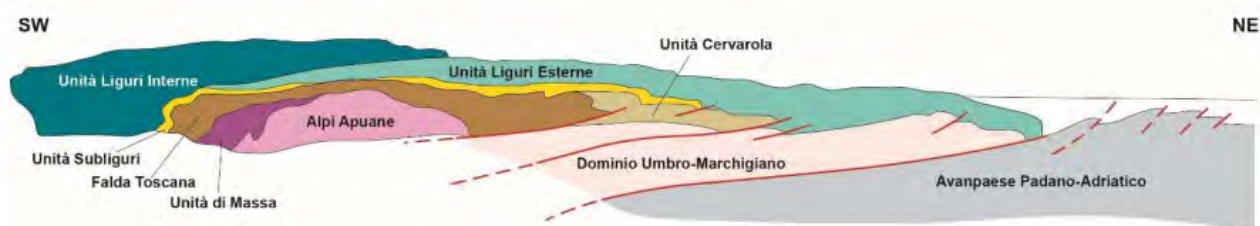



Fig. 2 – Sezione geologica dell'edificio a falde dell'Appennino Settentrionale (ridisegnato da Elter, 1994).

La strutturazione dell'Appennino è strettamente connessa da un lato all'evoluzione estensionale del Mediterraneo occidentale e dall'altro al contemporaneo sottoscorrimento del basamento padano-emiliano e delle coperture meso-cenozoiche al di sotto di quello ligure-toscano e della catena neoformata. Tale strutturazione ha portato le Unità tettoniche liguri e subliguri con sovrapposte stratigraficamente le formazioni epiliguri a costruire una estesa coltre alloctona che a partire dal Miocene inferiore si accavalla via via sugli altri domini (toscano e umbro-marchigiano) sino al margine padano dell'Appennino; il fronte della catena, sepolto dai sedimenti quaternari padano-adriatici e deformato da sistemi di pieghe e *thrusts* strutturati in una serie di falde, si sviluppa nel Pliocene e nel Pleistocene. Tali falde sepolte costituiscono un "Appennino embrionale" che segue l'Appennino morfologico. Dalle indagini sismiche in letteratura si nota la presenza di una linea tettonica che scorre in profondità in direzione sub parallela al margine morfologico della collina. Si tratta di una faglia inversa (sovrascorrimento) che disloca la catena e solleva il margine attuale. Questa dislocazione, che costituisce la più interna delle "Pieghe Romagnole", è suturata già nel Pliocene medio superiore a Faenza, mentre nella zona del Comune di Ozzano dell'Emilia solamente nel Quaternario.

Nel Quaternario medio-inferiore (Villafranchiano p.p.), i primi depositi paralicci di margine suturano

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	--	---

definitivamente ogni struttura disgiuntiva in questo quadrante. Gli spessori delle facies quaternarie possono superare i 200 metri di profondità, al passaggio verso la pianura.

La pianura, come già introdotto sopra, cela le strutture geologiche della futura catena appenninica; dunque non vi è discontinuità strutturale tra pianura e Appennino. Per la pianura però le unità geologiche marine fortemente sovraconsolidate sono sepolte sotto i depositi continentali alluvionali, tra cui i più recenti sono quelli superficiali.


L'evoluzione della pianura olocenica è riconducibile ad un modello semplice, almeno nelle linee generali. I corsi d'acqua appenninici, a valle delle conoidi pedemontane, poco attive durante l'Olocene (ultimi 15.000 anni) e oggi prevalentemente in erosione, tendono a proseguire verso il collettore principale su alvei pensili, formati da sedimenti che il corso d'acqua non è più in grado di portare in carico.

La pianura viene costruita attraverso il continuo susseguirsi di rotte e tracimazioni, eventi frequenti per corsi d'acqua non arginati artificialmente, che creano le condizioni per modificazioni e divagazioni dell'alveo. Questo processo genera spostamenti orizzontali; gli spostamenti verticali sono invece legati sia ad oscillazioni del livello del mare che a effetti tettonici locali, che insieme comportano una variazione nella quota del livello di base deposizionale. La progradazione della pianura alluvionale avviene quindi sia orizzontalmente, con il giustapporsi di successivi corpi d'alveo, che verticalmente per effetto delle variazioni di quota del livello di base. Un immaginario profilo verticale della pianura risulterebbe dunque costituito da un intrecciarsi di lenti sabbiose - corrispondenti a corpi d'alveo sepolti (argini naturali) - e da sedimenti a tessitura fine, determinati dai riempimenti dei bacini interfluviali di esondazione.

La distribuzione delle litologie di superficie e del primo sottosuolo, così come l'assetto morfologico della pianura, sono quindi strettamente condizionati dai processi geo-strutturali profondi (attività delle pieghe romagnole) e di sedimentazione ed alla loro disposizione nel tempo. Nell'alta e media pianura, da Bologna fino al modenese, la divagazione degli alvei dei principali corsi d'acqua Reno e Panaro verso oriente ed in parte verso nord è dovuta all'evoluzione geostrutturale profonda del margine appenninico sepolto e alla presenza dei rilievi costituiti dai depositi granulari (conoidi ed argini naturali) del Fiume Po. Nell'area studiata, la disposizione più recente è direttamente correlata con l'evoluzione dei processi fluviali del Fiume Reno, dalla presenza di almeno tre corsi d'acqua a carattere torrentizio che hanno costruito una conoide alluvionale composita di modeste dimensioni e dalla vicinanza con la confluenza del Reno con il torrente Setta.

Per quanto riguarda il settore catena appenninica, del territorio in esame è invece caratterizzato da un generale assetto strutturale a falde sovrapposte che si sono dislocate a partire dal Miocene inferiore fino al Plio-Pleistocene.

Le variazioni del livello di base deposizionale mostrano i loro effetti anche nei tratti montani, con la formazione di diversi ordini di terrazzi alluvionali che vengono incisi in risposta a scatti tettonici e a oscillazioni del livello del mare. Un terrazzo alluvionale si crea quando un corso d'acqua incide le sue stesse alluvioni, portando alla formazione di una morfologia pianeggiante rilevata rispetto alla quota relativa dell'alveo. I terrazzi sono caratterizzati dalla presenza di una base erosiva, con sedimenti grossolani che rappresentano i depositi di canale, e di un paleosuolo al tetto. Il numero assegnato ad ogni ordine di terrazzi aumenta all'aumentare dell'età del deposito, quindi il terrazzo con ordine minore (1) sarà quello identificato in prossimità del fondovalle

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	--	---

mentre quelli di ordine maggiore si troveranno a quote maggiori.

Si riporta in Fig. 3 uno stralcio della carta geologica della Regione Emilia-Romagna, a scala 1:10'000, Elemento n. 220112 "Monte Capra", senza le coperture quaternarie e con le coperture quaternarie.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione delle formazioni presenti, a partire dalle più antiche, desunta dalla suddetta cartografia geologica:

Successione neogenico – quaternaria del margine appenninico padano

AES7 – Subsintema di Villa Verucchio

Ghiaie sovrastate da limi più o meno sabbiosi, organizzate in alcuni ordini di terrazzi intravallivi. Al tetto suoli non calcarei di colore bruno scuro, sovrastanti altri suoli non calcarei. Il fronte di alterazione è spesso complessivamente fino a 2 m circa. Allo sbocco vallivo del Torrente Sillaro ghiaie prevalenti spesse sino ad una decina di metri, al tetto è presente un suolo non calcareo di colore bruno scuro rossastro spesso fino a 2 m. Limite inferiore erosivo e discordante sui sottostanti depositi marini. Spessore massimo di 70 m circa nel sottosuolo della pianura.

(Pleistocene sup. (per posizione stratigrafica).)

FAA - Argille Azzurre

Argille, argille marnose, marne argillose e siltose grigie e grigio-azzurre, talora grigio plumbeo, in strati medi e subordinatamente sottili, a giunti poco o non visibili per bioturbazione, con subordinati strati arenacei sottili risedimentati. Localmente sono presenti sottili livelli discontinui di biocalcareni fini e siltiti giallo, o ocra se alterate, sottilmente laminate. Alla base, possono essere localmente presenti marne biancastre ricchissime in Foraminiferi planctonici per uno spessore massimo di 10 m. Sono sempre presenti i microfossili, mentre i macrofossili si concentrano in panchine o nidi. Nella parte alta possono essere presenti slumps, o localmente olistoliti (o1) plurimetrici di provenienza ligure. Ambiente variabile da scarpata a piattaforma. Limite inferiore netto discordante su unità più antiche, in alcune zone rapporti di eteropia con ADO e RUM. Potenza fino a 250 m circa.

(Pliocene inf. - Pleistocene inf.)

ADO2 - Formazione di Monte Adone - membro delle Ganzole

Areniti fini e subordinate peliti sabbiose bioturbate in strati da medi a molto spessi; geometria tabulare, cuneiforme e concava. La comparsa di livelli pelitici oltre a rendere più marcata ed evidente la stratificazione, permette di cartografare una litofacies pelitico-arenacea (ADO2a) di transizione verso le sovrastanti FAA. Localmente distinta una litofacies arenaceo-conglomeratica (ADO2c). Talora presenti livelli di peliti grigio scure. Macrofossili concentrati in letti. Potenza massima di circa 650m.

(Pliocene medio e sup. - Pleistocene inf.?)

GES - Formazione Gessoso Solifera


Banchi di gesso selenitico con cristalli traslucidi geminati a "coda di rondine", di dimensioni anche decimetriche, gessoareniti e gessoruditi con intercalazioni di argille siltose bituminose grigio scure o nerastre con bioclasti, scaglie di Pesci ed abbondanti frustoli carboniosi, che evidenziano una sottile laminazione piano-parallela e conferiscono una certa fissilità; sono presenti sottili livelli di siltiti fini grigio chiaro gradate, con sabbia fine organogena alla base, che passano a marne siltose grigie compatte a laminazione ondulata. Nella parte bassa della formazione compaiono sottili strati di calcari dolomitici. Il limite inferiore è graduale rapido su GHL oppure non affiora, ma verosimilmente è discordante e tettonizzato con TER, CIG e PAT. La potenza è variabile da pochi metri ad oltre 200 metri.

(Messiniano inf.)

Successione epiligure

TER – Formazione del Termina

Marne argillose, siltose, talora debolmente sabbiose, grigio-scure, fossilifere (Lamellibranchi, Gasteropodi, Echinidi piritizzati) con rari strati medi di areniti carbonatiche giallastre e sporadici strati medi e sottili di arenarie gradate, marroni o grigie, con granulometria media e grossolana, ricche in bioclasti e glauconite. Talora presenti concerzioni diagenetiche di Barite (ba). Stratificazione poco marcata sia per scarsa classazione

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	--	---

granulometrica che per bioturbazione. Localmente frequenti depositi caotici per risedimentazione in massa. Possono essere presenti rari livelli di peliti nerastre con lamine piano-parallele, bituminose, alternate a biosiltiti grigio chiaro o biancastre. Nella parte alta della formazione è presente localmente una litofacies pelitica (TERp) costituita da marne argillose grigio nerastre, mentre alla base della formazione è presente una litofacies arenaceo-pelitica (TERap) costituita da arenarie risedimentate passanti a peliti marnose in strati da sottili a medi. Ambiente di scarpata e margine bacino con apporti torbiditici e frane sottomarine. Il limite inferiore è stratigrafico con CIG, tettonico con AVS e PAT. La potenza totale della formazione può raggiungere alcune centinaia di metri.

(Serravalliano terminale - Messiniano inf.)

PAT – Formazione di Pantano

Areniti siltose fini e finissime, grigie (beige se alterate), alternate a peliti marnose e siltose grigio-chiare; stratificazione generalmente poco marcata o addirittura impercettibile a causa dell'intensa bioturbazione, quando visibile di spessore medio; sono presenti resti di Echinidi, Gasteropodi e Lamellibranchi. Alla base talora affiorano delle areniti glauconitiche. Talora la parte alta degli strati arenacei è gradata e con laminazione ondulata. Localmente si intercalano strati arenacei risedimentati medi, mal strutturati, di colore nocciola. Verso l'alto affiorano livelli di marne siltose grigio-azzurre laminate. Il limite inferiore è netto, discordante, su CTG; talora la base è elisa tettonicamente. Sedimentazione in ambiente da litorale a piattaforma esterna. La potenza è fino a circa 500 m.

(Burdigaliano sup. - Langhiano inf.)

Depositi quaternari continentali

I rilievi collinari sono localmente ricoperti da una copertura quaternaria la cui genesi è sovente riconducibile a movimenti gravitativi attivi e pregressi tra cui riconosciamo i seguenti:

a1 – Deposito di frana attiva


Deposito gravitativo con evidenze di movimenti in atto (indipendentemente dalla entità e dalla velocità degli stessi). L'attività può essere continua o, più spesso, intermittente ad andamento stagionale o pluriennale. Vengono inclusi in questa categoria anche depositi di frane che al momento del rilevamento non presentano sicuri segni di movimento ma che denotano comunque una recente attività segnalata da indizi evidenti (lesioni a manufatti, assente o scarsa vegetazione, terreno rimobilizzato) all'occhio del tecnico rilevatore. Sono altresì incluse anche frane con velocità recepibile solo attraverso strumenti di precisione (inclinometri, estensimetri, ecc.), qualora esistenti.

a2 – Deposito di frana quiescente

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni. Rientrano in questa categoria anche i corpi franosi oggetto di interventi di consolidamento, se non supportati da adeguate campagne di monitoraggio o da evidenze di drastiche modifiche all'assetto dei luoghi.

a3 – Detrito di versante s.l.

Accumulo di detrito su versante sulla cui attribuzione genetica permane un grado di incertezza, non escludendo che sia dovuto a fenomeni franosi, mancando spesso i caratteri di forma tipici delle frane stesse. Solo una indagine più approfondita del semplice rilevamento sul terreno potrebbe chiarire la natura dei processi che hanno generato il deposito. Generalmente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), solo localmente stratificato e/o cementato. Come indicato sopra la genesi può essere gravitativa, da ruscellamento superficiale, da soliflusso.

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	--	---

a4 – Deposito eluvio-colluviale

Coltre di materiale detritico, generalmente fine (frammenti di roccia, sabbie, limi e peliti) prodotto da alterazione "in situ" o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità (subordinata), con a luoghi clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati.

Da quanto riportato nella cartografia tecnica risulta che l'area di studio insiste principalmente su depositi quaternari costituiti da depositi di frana quiescente (a2), depositi di versante (a3) e depositi eluvio-colluviali (a4). Nello specifico, i depositi eluvio-colluviali sono presenti in tutta la porzione nord dell'area investigata, mentre la porzione sud è interessata dalla presenza di depositi di frana quiescente per scivolamento (a2b). La coltre di depositi quaternari continentali ricopre il contatto tra due formazioni che affiorano diffusamente nelle vicinanze dell'area di studio: la Formazione delle Argille Azzurre (FAA) a nord e la Formazione Gessoso-Solfifera (GES) a sud.

Nelle vicinanze dell'area di studio affiorano altri depositi appartenenti alla successione neogenico-quaternaria del margine appenninico padano, rappresentati dalla Formazione di Monte Adone – membro delle Ganzole (ADO2). A sud est dell'area affiorano diffusamente la Formazione del Termina (TER) e la Formazione di Pantano (PAT), più antiche e appartenenti alla successione epiligure, costituite rispettivamente da depositi marnosi fossiliferi e da argilliti intensamente bioturbate.

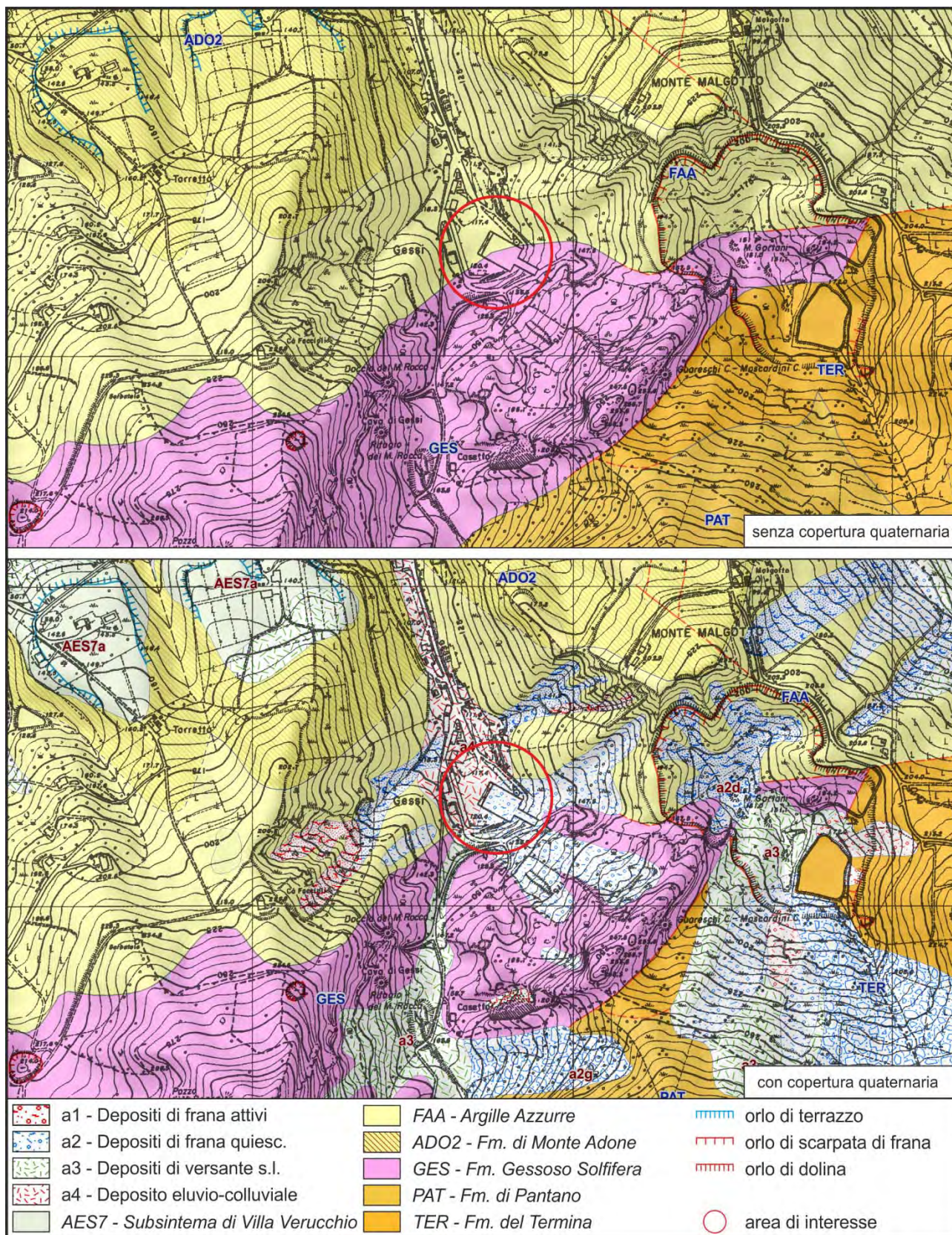


Fig. 3 – Carta geologica scala 1:10'000 tratta dal sito del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

4.2. Assetto geomorfologico

La carta geomorfologica del PSC dei Comuni dell'Area Bazzanese, di cui uno stralcio è riportato in Fig. 4, mostra la presenza di depositi attribuibili a depositi eluvio-colluviali di fondovalle in corrispondenza dell'intera area di studio. Tali depositi, riportati anche nella Carta geologica del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, sono coperture derivate dalla degradazione del substrato geologico che costituisce il versante a monte.

L'area si trova in corrispondenza del fondovalle del Rio dei Gessi, affluente destro del Torrente Lavino, che scorre in direzione N-S e nasce come risorgente ai piedi del Monte Rocca.

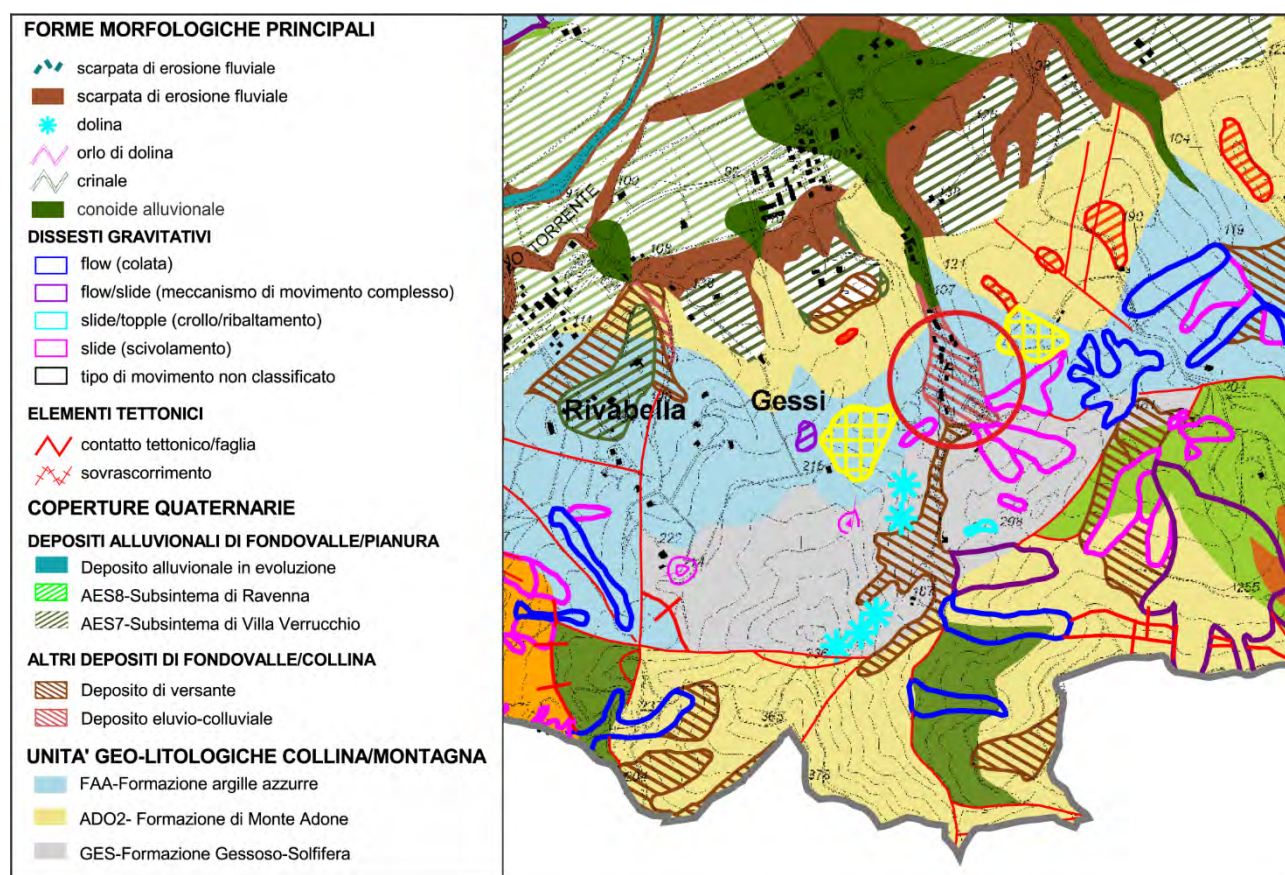



Fig. 4 – Stralcio della Carta geomorfologica e geolitologica del PSC dei Comuni dell'Area Bazzanese. In rosso, l'area di studio.

A monte dell'area di studio sono presenti alcuni dissesti gravitativi identificati come “da scivolamento” mentre nel tratto di fondovalle a minore pendenza della valle del Rio dei Gessi sono presenti depositi di versante. Il fondovalle del Torrente Lavino è invece caratterizzato dalla presenza di numerosi corpi di conoidi montane costruite dai rii montani allo sbocco in valle.

Nella zona si rileva la presenza di uno dei più importanti e sviluppati complessi carsici della regione, rappresentato dalla Grotta Gortani, che presenta circa 2km di sviluppo complessivo. I gessi appartenenti alla Formazione Gessoso-Solfifera presentano inoltre la serie pressoché completa di morfologie carsiche tipiche con rupi, doline, inghiottitoi e grotte.

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	---	---

4.3. Assetto idrografico dell'area

La falda superficiale del bolognese è insediata in più acquiferi tra loro comunicanti, in genere dotati di modesta conducibilità e bassa trasmissività. La porzione più settentrionale della pianura bolognese è caratterizzata dalla presenza di una fascia a falda libera che delimita un vasto *plateau* a falda in prevalenza saliente.

I rapporti idrogeologici tra sedimenti alluvionali della pianura e formazioni geologiche della catena sono regolati sia dalle proprietà intrinseche degli ammassi rocciosi del margine appenninico, sia dalle strutture tettoniche. Il margine della catena appenninica al suo immergersi sotto la pianura costituisce il più evidente limite naturale al complesso di sedimenti porosi che formano gli acquiferi in cui si insediano le falde più significative della Regione. Si tratta di un complesso di Formazioni geologiche marine o paraliche, caratterizzate da conducibilità idraulica in genere bassa, la cui struttura visibile è monoclinale, immergente verso la pianura. Nel sottosuolo queste unità plio – pleistoceniche sono variamente deformate e tettonizzate.

L'area in studio appartiene al cosiddetto *Sistema Idrogeologico delle Alluvioni Recenti*, formato dai sedimenti alluvionali del Wurm e al successivo post glaciale fino all'attualità, cioè a circa 70.000 anni. Si tratta degli acquiferi dei primi circa 100 metri di sottosuolo della pianura bolognese. L'approvvigionamento idrico avviene dal fronte di ricarica del margine appenninico, dai fondovalle e conoidi appenninici, dai corsi d'acqua di superficie in tutta la porzione di alta pianura, ed infine anche dall'infiltrazione superficiale. È noto che il contributo dell'infiltrazione dalla superficie, anche nell'alta pianura, raramente supera il 5% dell'ammontare complessivo della ricarica annua. La principale fonte di ricarica è rappresentata dai corsi d'acqua superficiali, attraverso l'infiltrazione subalveo, dai fondovalle e dagli apici delle grandi conoidi.

La circolazione idrica avviene generalmente per falde sovrapposte, ma può essere ragionevolmente considerata unica per la presenza di numerose soluzioni di continuità tra depositi permeabili e relativamente meno permeabili, oltre agli interscambi in senso verticale dovuti a locali fenomeni di drenanza.

La struttura idrogeologica complessa dell'apparato di conoide Reno-Lavino è un sistema acquifero multistrato e monofalda e la falda idrica sotterranea è fortemente condizionata dai pompaggi intensivi della centrale Hera di Fossolo che avvengono negli strati acquiferi con falda in pressione al di sotto dei 100 m di profondità.

Le principali falde acquifere sono comprese nei depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi ubicati a profondità tra 50-80 m e 300-400 m. Il decorso temporale ha permesso di osservare un continuo e progressivo abbassamento delle falde lungo le conoidi del fiume Reno e del torrente Savena, concentrato negli anni di maggiore pompaggio (anni '70 – metà '80), con medie di 1-2 m/anno e punte di 3-4 m/anno; è seguito un generalizzato rallentamento a partire dalla seconda metà degli anni '80 e solo negli ultimi anni si è avuta una parziale inversione di tendenza, in relazione alla diminuzione dei prelievi privati e alle politiche di controllo dei prelievi pubblici. Nel centro storico, invece, si può sostenere che negli ultimi 100 anni non si sono registrate variazioni significative nel livello e nella geometria della falda freatica.

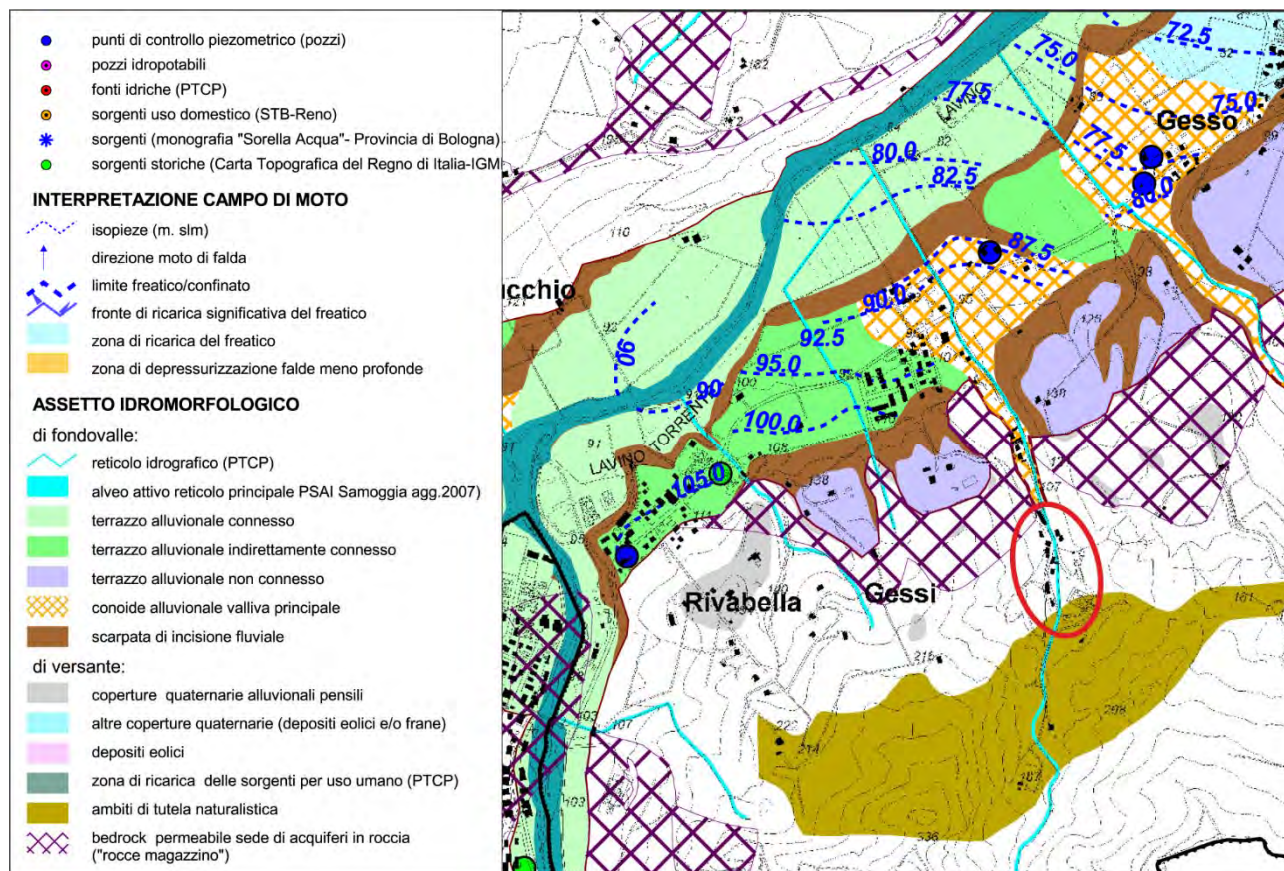


Fig. 5 – Estratto della Carta Idrogeologica – Quadro Conoscitivo del PSC Comuni Area Bazzanese (Tav. AB.B2.03a).

L'area di studio ricade parzialmente all'interno dell'area definita "ambiti di tutela naturalistica" in settore di versante (Fig. 5). A valle dell'area di studio sono presenti depositi di conoide alluvionale, nel tratto di fondovalle del Rio dei Gessi e allo sbocco nella valle del Lavino, mentre a N dell'area è presente una fascia costituita da bedrock impermeabile sede di acquiferi in roccia, appartenente alla Formazione di Monte Adone (ADO2). Il Rio dei Gessi scorre tombato al di sotto dell'area di studio, lungo la porzione ovest, ad eccezione di un breve tratto a cielo aperto che costeggia il muro di confine dell'ex cava.

4.4. Vincoli e tutele del sito

Il Quadro Conoscitivo Diagnostico (QCD) del PTM della Città Metropolitana di Bologna contiene la descrizione e interpretazione dell'assetto e delle dinamiche dei sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, degli aspetti fisici e morfologici del territorio, dell'utilizzazione del suolo e dello stato della pianificazione. In particolare, il Quadro riunisce tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai Piani subordinati e le previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio. Le principali tutele e vincoli che caratterizzano l'area di interesse vengono riportati in seguito.

4.4.1. Stabilità dei versanti

Il vincolo idrogeologico, che insiste su parte del territorio comunale, è lo strumento che consente la tutela di quelle aree che, a fronte di interventi di trasformazione comportanti movimentazione di terreno, sono passibili

Il sito oggetto di studio **ricade su terreni sottoposti a Vincolo Idrogeologico** ai sensi del R.D. 3267/1923 (Fig. 6) e non ricade nelle altre aree tutelate ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004 smi.

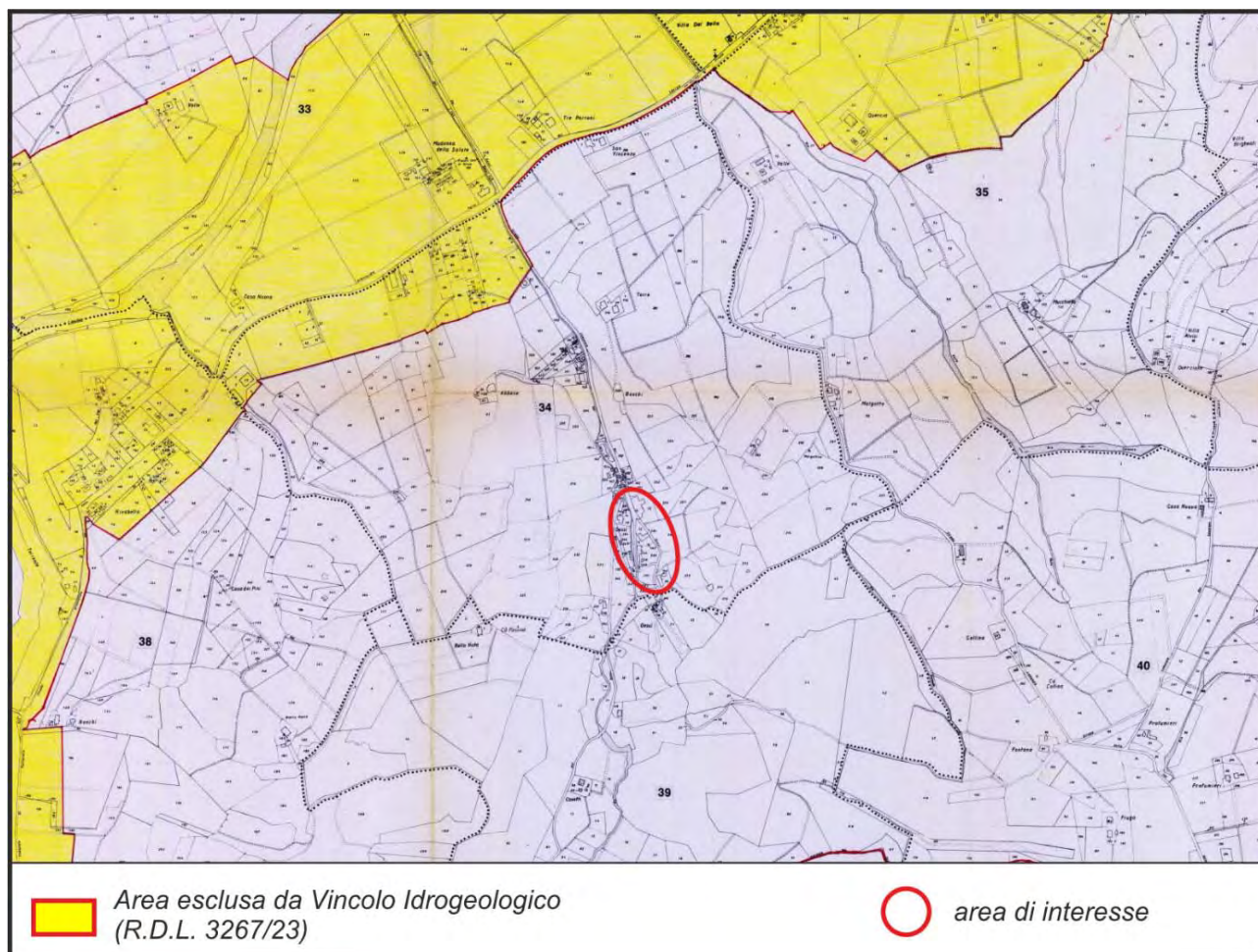



Fig. 6 – Stralcio perimetrazione aree soggette a Vincolo Idrogeologico ed Aree Boscate (estratto SITA: Cartoteca).

Il settore di studio è collocato in zona collinare, all'interno di quelle che il PTM definisce come "Aree agricole nelle aree montano-collinari intravallive" (PTM artt. 16 e 17), così come rappresentate nella Carta degli ecosistemi (PTM Tavola 2). Inoltre, l'area ricade all'interno delle "Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio collinare e montano", definite dal PTCP, delimitate inizialmente a partire dai perimetri di unità geologiche sede dei principali acquiferi ad uso acquedottistico. Nella Tavola dei vincoli sono riportate distinte in quattro diverse tipologie in funzione della diversa caratterizzazione idrogeologica, mostrate nella tabella seguente:

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	---	---

Zone di protezione delle acque sotterranee (art. 5.3 punto 6 del PTCP, Allegato A al PTM Bologna)	
Aree di ricarica	aree con significativi movimenti verticali di massa idrica di falda; queste si delimitano a partire dall'individuazione dei complessi idrogeologici permeabili, costituiti da formazioni litoidi e/o accumuli detritici, eventualmente interconnessi per quanto riguarda la circolazione idrica nel sottosuolo
Sorgenti	di cui all'allegato 9 della "Relazione – Variante in recepimento del PTA regionale", suddivise in captate e non captate ad uso acquedottistico
Aree di alimentazione delle sorgenti	certe – aree di ricarica delle sorgenti captate ad uso acquedottistico intese come i bacini idrogeologici delle sorgenti stesse; incerte – aree di ricarica delle sorgenti captate ad uso acquedottistico intese come i bacini idrogeologici delle sorgenti stesse meritevoli di approfondimenti
Zone di riserva	comprese nelle aree di ricarica, individuate come aree di alimentazione di sorgenti interessanti per il consumo umano o semplicemente come settori delle idrostrutture su cui promuovere la ricerca di questo tipo di sorgenti
Terrazzi alluvionali	depositi alluvionali di forma tabulare e spessore variabile, la cui granulometria è quanto mai eterogenea, ghiaie, sabbie, limi, la cui messa in posto e organizzazione è condizionata
Aree con cavità ipogee	aree di ricarica con vie preferenziali di rapida infiltrazione diretta.

Sulla base di quanto riportato nella Tavola dell'Allegato A al PTM, l'area ricade all'interno del poligono definito "Aree di ricarica".

4.4.3.Rischio sismico

Il fattore in grado di influenzare la vulnerabilità sismica è rappresentato dai cosiddetti effetti di sito. L'effetto di amplificazione sismica di natura stratigrafica si risente in particolare quando il substrato è costituito da "terreni" (in senso geotecnico: terreni quaternari, depositi superficiali, detritici, ecc.) che per la loro stessa natura sono caratterizzati da valori di impedenza acustica sempre inferiori a quelli della roccia di riferimento (Siro, 1985). Altro dato, ormai universalmente accettato, è costituito dalle possibili amplificazioni dovute a riflessioni multiple all'interno di coperture a bassa impedenza, poggianti su substrato rigido (Siro, 1985).

La Città metropolitana è interessata da una sismicità non particolarmente elevata, con terremoti di magnitudo massima compresa tra 5.5 e 6. Tuttavia, data l'importante esposizione urbana e l'elevata vulnerabilità di gran parte dei centri abitati, il rischio sismico risulta comunque elevato.

L'effettiva pericolosità sismica di cui tenere conto per la pianificazione urbanistica e per la progettazione deve considerare i valori di amplificazione del moto dovuti alle condizioni morfologiche e geologiche locali. L'amplificazione può anche indurre fenomeni di instabilità quali frane, fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, con conseguenti cedimenti e spostamenti. La modificazione del moto sismico e i fenomeni sismoindotti per la presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali sono noti come "effetti locali". Tale verifica è effettuata mediante studi di microzonazione sismica, sulla base delle linee guida regionali (approvate con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 e aggiornate con DGR n. 2193/2015, DGR 630/2019, DGR 476/2021 e DGR 564/2021).

Gli elementi geologici che possono determinare effetti locali considerati nel Quadro Conoscitivo del PTM della Città Metropolitana di Bologna sono contenuti nella "Tavola 4 – Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" (Fig. 7), che identifica gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio metropolitano e fornisce quindi prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di

pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica.

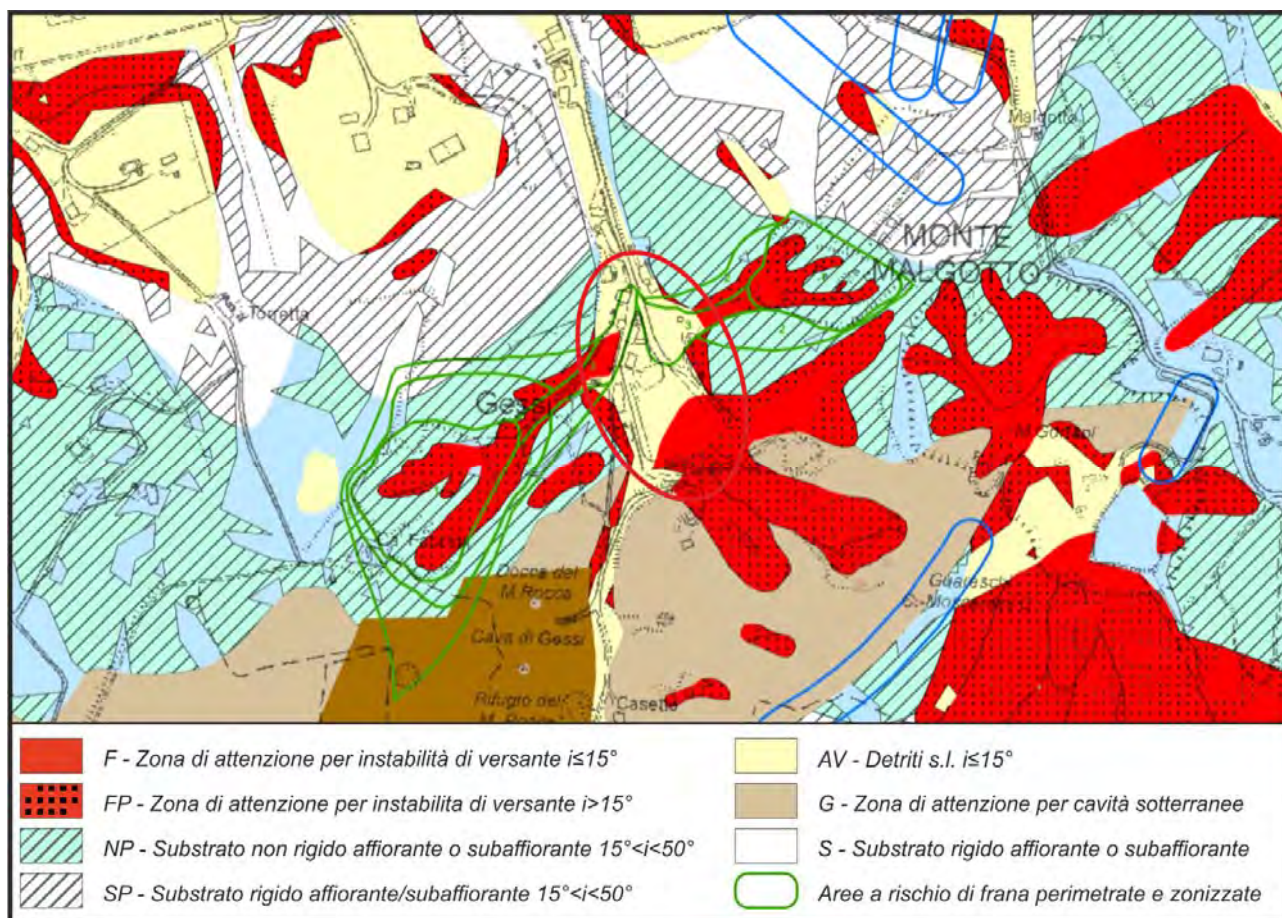




Fig. 7 – Estratto da “Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” del PTM della Città Metropolitana di Bologna.

L'area di interesse è caratterizzata dalla presenza di differenti aree, citate dall'Art. 28 – Riduzione del rischio sismico dell'Allegato 3a al PTM, così elencate:

- **Area AV – Detriti s.l. $i < 15^\circ$** , che comprende zone costituite da depositi alluvionali di fondovalle e terrazzati e depositi di conoide alluvionale affioranti; corpi detritici di varia origine (eluvio-colluviale, coltri di alterazione), generalmente a granulometria mista (da fine a grossolana). Spessore delle coltri $H \geq 3m$. Inclinazione del pendio $i \leq 15^\circ$;
- **Area F – Zona di attenzione per instabilità di versante $i \leq 15^\circ$** , che comprende zone costituite da corpi di frana o accumuli detritici di versante o alluvioni o riporti antropici o zone cataclastiche. Spessore della coltre $H \geq 3m$. Inclinazione del pendio $i \leq 15^\circ$;
- **Area FP – Zona di attenzione per instabilità di versante $i > 15^\circ$** , che comprende zone costituite da corpi di frana o accumuli detritici di versante o alluvioni o riporti antropici o zone cataclastiche. Spessore della coltre $H \geq 3m$. Inclinazione del pendio $i > 15^\circ$;
- **Area NP – Substrato non rigido affiorante/subaffiorante $15^\circ < i < 50^\circ$** , che comprende zone costituite da substrato prevalentemente pelitico o poco consolidato o alterato o fratturato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture $H < 3m$). Inclinazione del pendio $15^\circ < i < 50^\circ$;

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	---	---

- **Aree a rischio di frana perimetrate e zonizzate** di cui ai Piani Stralcio di Assetto Idrogeologico e Perimetrazioni degli abitati da consolidare (ai sensi della legge 9 luglio 1908, n. 445 e della legge regionale Emilia-Romagna 14 aprile 2004, n. 7).

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	---	---

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO

5.1. Pericolosità sismica di base

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 e con il più recente D.M. 17/01/2018, la stima della pericolosità sismica è definita mediante un approccio sito dipendente. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite previsti nelle NTC, si definiscono infatti a partire dalla "pericolosità sismica di base". Essa viene espressa in termini di accelerazione orizzontale massima a_g su suolo rigido orizzontale di riferimento e costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica di base per un qualsiasi sito considerato è la probabilità che in un certo intervallo di tempo chiamato periodo di riferimento V_R (espresso in anni) in detto sito si verifichi un evento sismico di intensità almeno pari ad una prefissata. La probabilità in questione è chiamata P_{VR} , probabilità di superamento o di eccedenza nel periodo di riferimento V_R .

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo (reticolo di riferimento) all'interno del quale ricade l'area in studio.

Di seguito si riportano le coordinate geografiche del sito in esame e quelle relative ai 4 nodi del reticolo all'interno dei quali ricade l'area in studio.

Parco dei Gessaroli – Zola Predosa (BO)	ID	LAT (°)	LON(°)	Distanza (m)
	-	44,468149	11,217593	-
NODO 1	16950	44,4624	11,1793	3108.35
NODO 2	16951	44,4637	11,2493	2564.10
NODO 3	16729	44,5137	11,2474	5589.71
NODO 4	16728	44,5123	11,1774	5857.94


Tabella 1 – Coordinate geografiche del sito in esame e dei nodi di riferimento espresse in ED50.

Nella sottostante tabella si riportano i dati relativi alla vita nominale (V_N), alla classe d'uso e relativo coefficiente (C_U), ed al periodo di riferimento per l'azione sismica ($V_R = V_N \times C_U$) considerati per l'opera di progetto. Lo scrivente ha ipotizzato la classe d'uso: III, la scelta finale della classe d'uso dell'opera oggetto di indagine spetterà al tecnico progettista.

Tipologia opera	Parco Pubblico	-
V_N	50	anni
Classe uso	II	-
C_U	1.0	-
V_R	50	anni

Tabella 2 – Vita nominale e carattere strategico dell'opera di progetto.

Di seguito vengono riportati i valori medi dei parametri sismici relativi al sito in esame (in riferimento ai 4 nodi di Tabella 1), ottenuti mediante l'utilizzo del software GeoStru PS, con riferimento al carattere strategico dell'opera. L'azione sismica per il sito in esame è definita sulla base della pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione orizzontale massima a_g per ciascun stato limite ultimo e di esercizio.

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	---	---

Stati limite		P _{VR} (%)	T _R (anni)	a _g (g)	F ₀ (adm)	T _c * (s)
SLE	SLO	81	30	0,054	2,487	0,257
	SLD	63	50	0,066	2,492	0,270
SLU	SLV	10	475	0,164	2,389	0,305
	SLC	5	975	0,207	2,413	0,315

Tabella 3 – Parametri sismici ottenuti considerando V_R = 50 anni (C_U = 1.0; Classe d'uso II)

P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F₀ = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

5.2. Risposta sismica locale (effetti di sito)

Per determinare gli effetti di sito e la risposta sismica locale mediante il parametro V_{S,eq} come da vigente normativa NTC 2018, sono state eseguite:

- N. 2 misure a stazione singola mediante tromografo digitale modello Tromino Engy con tecnica HVSR.

Per l'ubicazione si veda Tav. 2 e report sismico in Allegato 3.

Come riportato nel capitolo 3.2.2 delle NTC, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel paragrafo 7.11.3 delle NTC. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{S,eq} (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

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 o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

5.2.1. Misura a stazione singola HVSR (H/V): procedura e strumentazione utilizzata

Il metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) proposto da Nogoshi e Igarashi (1970) e successivamente modificato da Nakamura (1989), si basa sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) del rumore sismico registrato in un sito. Il rumore sismico è presente ovunque ed è generato sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività antropica. Il rumore sismico è indicato spesso come microtremore poiché è caratterizzato da oscillazioni molto deboli (dell'ordine dei $\mu\text{m/s}$). I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma soprattutto da onde superficiali, la cui velocità è comunque prossima a quella delle onde S (Mulargia et al., 2007). La tecnica di misura del rumore sismico richiede tempi di registrazione pari a 15-20 minuti e necessita di sensori tridirezionali da sismologia con messa in bolla, digitalizzatore 24 bit con elevata dinamica, elevato guadagno ed elevata frequenza di campionamento nativo, con minimizzazione del rumore elettro/meccanico.

L'acquisizione è stata eseguita utilizzando un tromografo digitale, "TROMINO ENGY" (Micromed S.p.A.) dotato di 3 canali velocimetrici (N-S, E-W, Up-Down) ad alto guadagno per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a ~ 1.5 mm/s); il sistema opera nell'intervallo di frequenze 0.1–1024 Hz. E' stata acquisita una misura di rumore sismico per un tempo di registrazione pari a 20 minuti. L'elaborazione dei dati di rumore sismico acquisiti è avvenuta mediante software *Grilla*. In allegato il Report dell'elaborazione.

5.2.2. Modello di sottosuolo proposto per il sito

Sulla base dei risultati ottenuti e dell'interpretazione dei dati acquisiti il modello di sottosuolo proposto per il sito in studio, in termini di profilo verticale di V_s , è il seguente:

Profondità base strato (m)	Spessore (m)	V_s (m/s)
3.50	3.50	170
8.00	4.50	200
30.00	22.00	415
80.00	50.00	560
170.00	90.00	630
inf.	inf.	820

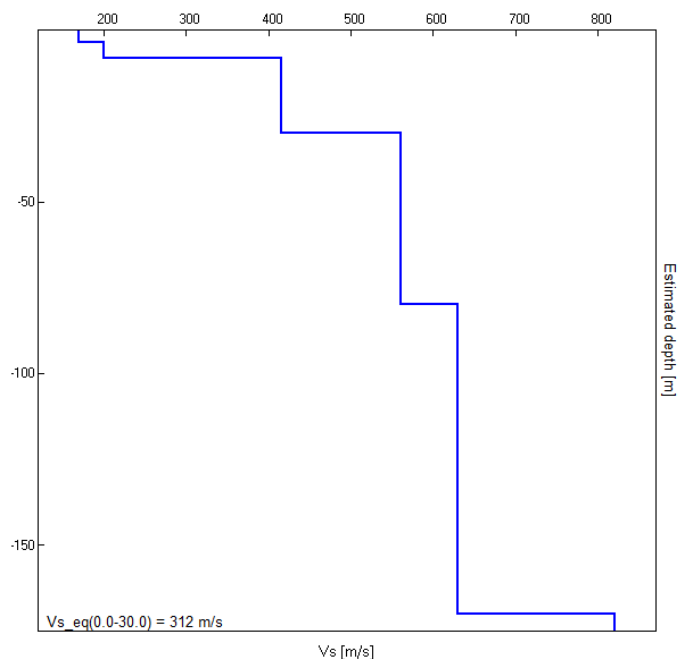



Fig. 8 – Modello di velocità delle onde di taglio S

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	--	---

L'analisi congiunta HVSR permette sia di ricostruire il profilo verticale di velocità delle onde S nel sito in esame, sia di individuare la presenza di contrasti d'impedenza-rigidità nel sottosuolo medesimo.

Poiché le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2. II delle NTC, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

Considerato che nei primi 30 m di sottosuolo non è stato riconosciuto un substrato costituito da roccia o terreno molto rigido caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s., la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$.

$V_{s,eq} = V_{s,30}$ [m/s] da quota piano campagna su cui è stato eseguito il profilo.....312

La curva HVSR, registrata in sito e analizzata nel *range* di maggiore interesse ingegneristico compreso tra 0.1 – 30 Hz. mostra una forte amplificazione del moto del suolo per risonanza stratigrafica a medio-alto contrasto d'impedenza ($2.5 < H/V < 3.5$). Il picco spettrale caratteristico per il sito è a circa 6.5 Hz.

Alla luce dei risultati ottenuti la categoria sismica di sottosuolo risulta essere la **C**.


A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 4 – Categorie di suolo di fondazione sulla base del valore V_{s30} (tabella 3.2. II - NTC 2018)

Per le verifiche delle opere di sostegno può essere considerata una categoria topografica T1 ($S_T = 1,0$).

Per le verifiche di stabilità dei pendii, si considera, cautelativamente, una superficie topografica appartenente alla categoria T2 e pertanto il coefficiente di amplificazione topografico (S_T) è posto pari a 1,2.

A questo punto, sulla base dei dati riportati nelle precedenti pagine è possibile definire l'azione sismica per il sito in esame (Tab. 8), con riferimento alla tipologia di opera che si intende realizzare (carattere strategico dell'opera), sulla base della pericolosità sismica di base (espressa in termini di accelerazione orizzontale massima a_g per ciascun stato limite ultimo e di esercizio) e delle amplificazioni stratigrafiche e topografiche dipendenti rispettivamente dalla categoria di suolo ottenuta e dalle caratteristiche della superficie topografica sulla quale si colloca l'area di studio.

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	--	---

Parametri sismici relativi alle verifiche di **Opere di Sostegno**

Stati limite		Ss (-)	Cc (-)	S _T (-)	Kh (-)	Kv (-)	Amax (m/s ²)	Beta (-)
SLE	SLO	1.50	1.64	1.00	-	-	0.787	-
	SLD	1.50	1.62	1.00	0.047	0.023	0.975	0.470
SLU	SLV	1.47	1.55	1.00	0.091	0.046	2.375	0.380
	SLC	1.40	1.54	1.00	-	-	2.841	-

Parametri sismici relativi alle verifiche di **Pendii e Fondazioni**

Stati limite		Ss (-)	Cc (-)	S _T (-)	Kh (-)	Kv (-)	Amax (m/s ²)	Beta (-)
SLE	SLO	1.50	1.64	1.20	0.019	0.010	0.945	0.20
	SLD	1.50	1.62	1.20	0.024	0.012	1.170	0.20
SLU	SLV	1.47	1.55	1.20	0.069	0.035	2.829	0.24
	SLC	1.40	1.54	1.20	0.097	0.049	3.409	0.28

Dove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Cc = coefficiente funzione della categoria di suolo

S_T = coefficiente di amplificazione topografico


Amax = accelerazione massima attesa nel sito

Beta = coefficiente di riduzione

Kh = coefficiente sismico orizzontale

Kv = coefficiente sismico verticale

I coefficienti Kh e Kv sono riportati già ridotti del coefficiente Beta.

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	---	---

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per le analisi svolte ci si è avvalsi dei dati provenienti da una precedente campagna di indagini eseguita sull'area nel 2003.

In particolare ci è riferiti alle stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo e alle prove penetrometriche statiche, che sono state rielaborate dallo scrivente sulla base dei dati di campagna riportati.

Ad integrazione dei dati disponibili e al fine di ottenere parametri efficaci da utilizzare per le verifiche di stabilità, sono state eseguite n.2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH) e il prelievo di n°2 campioni indisturbati di terreno, sui quali sono state eseguite analisi e prove di laboratorio geotecnico.

6.1. Sondaggi a carotaggio continuo (2003)

In Allegato1 sono riportate le stratigrafie dei sondaggi eseguiti nel giugno 2003, dalle quali si rileva una discreta variabilità stratigrafica sull'area, dovuta, oltre al contesto geologico-strutturale, anche alla forte antropizzazione connessa alle attività di trasformazione dei gessi.

6.2. Prove penetrometriche statiche (2003)

Si è proceduto all'elaborazione dei dati delle prove eseguite nel lotto, impiegando le più comuni metodologie di valutazione riportate nella letteratura geotecnica, mediante l'utilizzo del software *Static Probing ver. 2022.21.2.1016* di *Geostru Software*. Nel presente lavoro è stata utilizzata l'interpretazione litologica di Searle (1979). Di seguito sono riportate le interpretazioni delle prove penetrometriche eseguite suddivise per caratteristiche litologiche e geomeccaniche omogenee. Le sottostanti tabelle sono pertanto una sintesi proposta dallo scrivente della stratigrafia del sottosuolo investigato.

Nelle tabelle, per gli strati francamente coesivi (C) viene indicato il solo valore della coesione non drenata (C_u), per quelli incoerenti (I) il solo valore dell'angolo di attrito interno di picco (F_i), mentre per quelli con caratteristiche intermedie (CI) o con sottili e ripetute intercalazioni di materiali coerenti ed incoerenti vengono calcolati i valori sia dell'angolo che della coesione non drenata.


Nell'**Allegato2** è riportato il dettaglio delle prove, con letture, resistenze e parametri geotecnici, riportati con passo strumentale.

PARAMETRI GEOTECNICI CPT1

Prof.	Tipo	C_u	E_u	Mo	G	OCR	P_{uv}	P_{uvS}	Dr	F_i	E_y
0,40											
0,60	I	--	--	79,9	185,1	<0,5	1,8	2,1	78,5	45,0	55,0
1,40	C	3,7	1946,3	156,1	313,1	>9	2,1	2,2	--	--	--
2,00	I	--	--	85,7	523,5	<0,5	1,8	2,1	90,4	43,5	301,6
2,40	C	8,4	4399,1	353,0	515,6	>9	2,3	2,4	--	--	--
2,60	C	>10	6846,7	549,0	675,3	>9	2,3	2,4	--	--	--
2,80	I	--	--	90,7	732,4	<0,5	1,8	2,1	97,9	43,5	522,5

PARAMETRI GEOTECNICI CPT2

Prof.	Tipo	C_u	E_u	Mo	G	OCR	P_{uv}	P_{uvS}	Dr	F_i	E_y
0,60											
1,80	C	0,8	417,1	45,9	123,3	>9	1,9	2,0	--	--	--
3,60	I	--	--	210,8	482,1	0,8	1,9	2,2	77,7	45,0	263,6
7,40	CI	1,6	--	45,5	188,9	<0,5	1,8	2,1	23,6	27,2	56,9
7,60	I	--	--	104,6	931,9	0,8	1,9	2,2	93,3	45,0	775,0

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	--	---

PARAMETRI GEOTECNICI CPT3

Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
0.80											
3.40	C	0.4	257.0	35.6	92.7	>9	1.8	1.9	--	--	--
3.60	CI	--	--	--	1000.1	--	1.9	2.2	92.4	45.0	696.0

PARAMETRI GEOTECNICI CPT4

Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1.00											
3.80	C	0.4	267.5	36.6	95.1	>9	1.8	1.9	--	--	--
4.20	I	--	--	--	649.1	7.0	1.9	2.2	41.2	45.0	343.0

Legenda

Prof: Profondità strato (m) Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente; Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
Eu: Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm²) Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²); G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
OCR: Grado di sovraconsolidazione Puv: Peso unità di volume (t/m³); PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³) Dr: Densità relativa (%)
Fi: Angolo di resistenza al taglio (°) Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)

Le prove penetrometriche mostrano la presenza di litologie prevalentemente coesive, limoso-argillose e argilloso-limose, frequentemente intercalate a depositi detritici di materiale gessoso e calcareo, di dimensioni molto variabili (clasti e frammenti eterometrici). Nella zona nord del comparto (aree pianeggianti) si rilevano i valori di resistenza inferiori, evidenza di un terreno rimaneggiato.

A fondo prove (strati evidenziati in grigio) sono presenti banchi o blocchi di gesso selenitico, di rilevanti dimensioni, su cui sono andate a rifiuto tutte le prove penetrometriche.

6.3. Prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica (DIN 4094) consiste nell'infingere una punta conica (angolo 90°; $\phi=51$ mm) per tratti consecutivi di 20 cm, tramite apposita massa battente, del peso standard di 63.5 Kg liberata da un'altezza di caduta di 0.75 m, misurandone il n° di colpi necessari all'infissione.


Le prove sono state eseguite tramite strumento PAGANI TG 63/200.

L'elaborazione dei dati di prova è stata eseguita mediante il software *Dynamic Probing* di *Geostru Software*, con interpretazione litologica dei dati di campagna ottenuti tramite le più diffuse correlazioni disponibili in letteratura geotecnica specialistica.

Dati strumentali, letture, rapporti di prova, sono riportati in **Allegato 2**.

PROVA DPSH1

Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Densita' relativa (%)
0.00-0.40	8,09	C	1,90	1,91	--	0,79	84,31	80,90	--	--	--
0,40-1,00	56,84	C-I	1,89	2,17	36,24	5,70	581,53	568,40	0,24	2899,27	100
1,00-1,80	20,95	C-I	1,61	2,00	25,99	2,07	215,47	209,50	0,31	1134,56	95,64
1,80-2,20	94,08	C-I	1,97	2,20	46,88	10,61	220,71	545,40	0,16	4655,87	100

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	---	---

PROVA DPSH2

Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturato (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Densita' relativa (%)
0,00-0,40	8,82	C	1,93	2,12	--	0,86	91,75	88,20	--	--	--
0,40-1,80	41,79	C-I	1,80	2,12	31,94	4,17	428,02	417,90	0,27	2171,31	100
1,80-2,60	18,38	C-I	1,58	1,98	25,25	1,82	189,26	183,80	0,32	1003,22	81,82
2,60-5,20	6,34	C-I	1,43	1,89	21,81	0,62	66,46	63,40	0,34	368,87	42,72
5,20-6,40	13,72	C-I	1,52	1,95	23,92	1,35	141,73	137,20	0,33	762,13	56,53
6,40-7,60	20,83	C-I	1,60	2,00	25,95	2,06	214,25	208,30	0,31	1128,45	65,48
7,60-11,20	29,56	C-I	1,69	2,05	28,45	2,94	303,29	295,60	0,3	1568,11	70,04
11,20-11,80	50,96	C-I	1,86	2,16	34,56	5,10	521,55	509,60	0,25	2616,43	84,86
11,80-12,80	72,32	C-I	1,95	2,21	40,66	7,27	739,41	723,20	0,21	3635,94	98

Le prove penetrometriche dinamiche eseguite appositamente nelle zone a monte, poste a sud, intercettano banchi di gesso selenitico, alternati a strati limoso-argillosi e argilloso limosi, con detriti eterometrici di gesso e calcare (vedi figg.11-12).

La DPSH1 è stata interrotta per il rifiuto strumentale all'avanzamento, a 2.20 m. di profondità, su un banco di gesso selenitico che non è stato possibile attraversare.

Sulla prova DPSH2 approfondita fino a 12.80, non sono stati rilevati livelli freatici o tracce di umidità.

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	<p>GEO TEA GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente</p>
--	---	---

6.4. Saggi esplorativi e prelievo di campioni

La zona pianeggiante dell'area, dove aveva sede il piazzale dello stabilimento, ha una pavimentazione in calcestruzzo di spessore variabile 30-40 cm, sovrastante uno strato di ghiaia sabbiosa medio-grossa dello spessore di circa 60-70 cm.

Al di sotto, sono presenti limi argillosi/argille limose grigie, con inclusi di gesso e frammenti di laterizi, con localizzate striature di ossidazione.


In questo strato coesivo sono stati prelevati, tramite fustelle Shelby, n°2 campioni indisturbati di terreno da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico.



Fig.9 – Zona nord del comparto



Fig. 10 – Saggio esplorativo

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	--	---

6.5. Analisi di laboratorio geotecnico

In sede di indagine, sono stati prelevati 2 campioni indisturbati di terreno per l'esecuzione delle seguenti prove di laboratorio geotecnico:

- Peso di volume e contenuto d'acqua con fustella tarata – UNI EN ISO 17892-1/2
- Classificazione di una terra – UNI EN ISO 11531-1:2014
- Taglio diretto – UNI CEN ISO/TS 17892-10

Gli esiti delle prove eseguite sono riportati nei rapporti di prova emessi dal nostro laboratorio autorizzato dal Servizio Tecnico Centrale (Circ. STC 7618/2010) Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - ai sensi del Art. 59 DPR 380/2001.

Di seguito si riporta il riepilogo dei risultati ottenuti mentre i certificati sono visionabili in **Allegato 4**.

Campione	Quota (m)	Peso di volume			Limiti di Atterberg		Indice plastico	Taglio diretto	
		Umidità (%)	Umido (t/m3)	Secco (t/m3)	Limite liquido (%)	Limite plastico (%)		Coesione drenata C' (kPa)	Angolo di attrito interno ϕ' (°)
C1	1.20÷1.40	28.71	1813.36	1408.90	58.63	25.60	33	9.07	21.70
C2	2.20÷2.40	28.98	1719.30	1332.98	58.03	27.18	31	4.22	26.26

I campioni prelevati, di terreno coesivo, sono assoggettabili ad Argille inorganiche a medio alta plasticità, con valori di resistenza non drenata, misurata da prove speditive sulle carote estratte: $c_u = 0.4-0.6 \text{ kg/cm}^2$

6.6. Rilievo geologico-meccanico

La zona di terreni affioranti, posta a monte dell'intero comparto è stata oggetto di rilievi e verifiche.

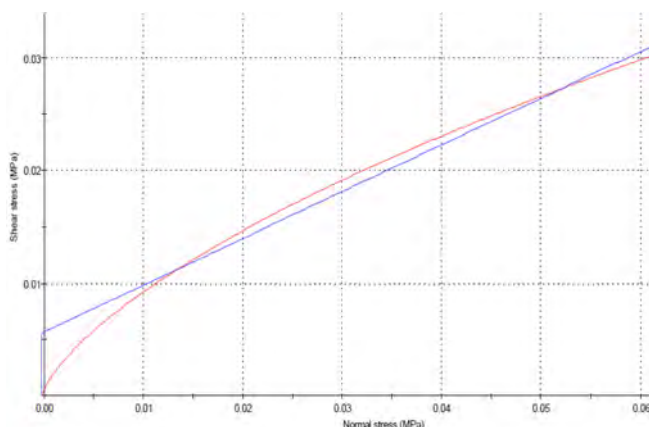
Si tratta di materiale massivo, a matrice limoso-argillosa-gessosa a scarsa cementazione, assenza di stratificazione e giacitura non rilevabile, con inclusi banchi di gesso o locali trovanti, le cui caratteristiche meccaniche della sola parte litoide la fanno assoggettare a vera e propria roccia (Resistenza allo sclerometro $\sigma_c = 18-20 \text{ kg/cm}^2$), mentre per quanto attiene la matrice, evidentemente riconducibile a "terreno", i parametri di resistenza da ritenere attendibili sono quelli derivati dalle prove penetrometriche.




Fig. 11-12 Affioramenti di limi argillosi e detrito di gesso con inglobati blocchi di gesso selenitico di dimensioni da centimetriche a metriche. Considerando le caratteristiche fisico-meccaniche del sedimento e il sostanziale contributo della matrice fine al comportamento meccanico dell'ammasso, volendo classificare i depositi affioranti, come ammassi rocciosi a debole cementazione, si è utilizzato il criterio di Hoek-Brown (vedi Allegato5), tramite il quale si è giunti alla definizione dei parametri Mohr-Coulomb.

I parametri geotecnici ottenuti dall'involuppo a rottura sono i seguenti:

$$\varphi = 22.6^\circ \quad c = 0.0057 \text{ MPa}$$



<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	---	---

7. ANALISI DEI DATI

7.1. Modello geologico stratigrafico


La ricostruzione geologico-stratigrafica del comparto risulta piuttosto complicata sia dal punto di vista strutturale, per la presenza di diverse unità geologiche adiacenti la cui evoluzione morfologica ha prodotto depositi eluvio-colluviali che hanno coperto parte delle formazioni sottostanti mascherandone le reali superfici fisiche, sia per l'invasiva attività antropica subita dall'area che per oltre 50 anni è stata oggetto di modifiche che hanno implicato alterazioni della morfologia e della stratigrafia originaria.

Sebbene sull'intera area si riscontri la costante alternanza tra strati di gesso, più o meno consistente e alterato, e litologie limoso-argillose, si differenziano almeno tre zone grossolanamente definite, nelle quali si rilevano caratteristiche di omogeneità.

Nella zona sud, posta a monte del vecchio stabilimento (Sondaggio2, DPSH1, DPSH2), più prossima all'asse strutturale della formazione Gessoso solfifera affiorante in zona, si individua la presenza frequente di strati o trovanti di gesso di dimensioni rilevanti, inglobati in sedimento argilloso-limoso con detrito di gessoso. Sulle prove eseguite si riscontra la costante presenza di un banco di gesso posto all'apice del versante, mentre in profondità uno strato di gesso, imperforabile alla prova penetrometrica, si è riscontrato a fondo prova DPSH2. La stratigrafia può essere così schematizzata, ma può tuttavia variare sensibilmente (come evidente tra DPSH1 e DPSH2) in relazione al punto di indagine:

- Da 0.00 a -1.90m.* *Gesso Selenitico*
avente peso di volume $\gamma_n = 1800-2200 \text{ kg/m}^3$. Per questa unità si stima un angolo di resistenza al taglio $\phi = 32^\circ-34^\circ$, una coesione $c \geq 1 \text{ kg/cm}^2$ ed una resistenza alla compressione uniassiale di circa $\sigma_c = 18-20 \text{ kg/cm}^2$
Il modulo elastico attribuibile a questa unità è $E_y = 400-600 \text{ kg/cm}^2$
- da 1.90 a -12.00m.* *Limi e argille con detrito di Gesso e parti carbonatiche*
eventi peso di volume $\gamma_n = 1600-1900 \text{ kg/m}^3$. Per questa unità, dalle diverse determinazioni eseguite, si stima un angolo di resistenza al taglio $\phi = 23^\circ$ ed una coesione $c = 0.06 \text{ kg/cm}^2$. In termini di resistenza non drenata, possono attribuirsi valori molto variabili $c_u = 0.6-2.0 \text{ kg/cm}^2$
Il modulo edometrico attribuibile a questa unità è $M_0 = 70-200 \text{ kg/cm}^2$
- $\geq 12.00m$.* *Gesso Selenitico*
avente peso di volume $\gamma_n = 1900-2200 \text{ kg/m}^3$. Per questa unità si stima un angolo di resistenza al taglio $\phi = 34^\circ$ ed una coesione $c > 1 \text{ kg/cm}^2$
Il modulo elastico attribuibile a questa unità è $E_y = 500-700 \text{ kg/cm}^2$

Dalle prove eseguite non si rilevano evidenze della presenza di falda o livelli freatici.

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	---	---

Nella zona nord, area pianeggiante posta a valle del vecchio stabilimento (Sondaggi 5-6-7, CPT3-4), sotto un cospicuo strato di calcestruzzo e ghiaia, dello spessore complessivo di circa 1.00m., le litologie argilloso-limose grigie, inglobano, oltre a trovanti gessosi e ciottoli calcarei, anche laterizi e tracce di ossidazione. Questi ultimi consentono di attribuire al terreno un certo grado di alterazione e rimaneggiamento, forse assoggettabile alle opere di tombamento del Rio dei Gessi.

Nel progetto di riqualificazione quest'area sarà oggetto di un esteso scavo longitudinale in sezione, per la posa di strutture di sostegno, gabbionate e materassi anti erosione, per il ripristino a cielo aperto dell'alveo del Rio Gessi, attualmente intubato e sottopassante l'area con direzione sud—nord.

Per quest'area la stratigrafia può essere così sintetizzata:

Da 0.00 a -1.00m. Pavimentazione in Calcestruzzo e ghiaia eterometrica di fondazione.

da 1.00 a -12.00m. Limi argillosi-Argille limose grigie con detrito di Gesso, parti carbonatiche, e intercalazioni di laterizi e ciottoli.

Il peso di volume $\gamma_n = 1750-1900 \text{ kg/m}^3$. Dotate di comportamento coesivo, può attribuirsi una resistenza non drenata $c_u = 0.3-0.6 \text{ kg/cm}^2$, mentre in termini di parametri efficaci, dalle prove di laboratorio alla scatola di Casagrande, derivano valori di angolo di attrito interno $\phi' = 22^\circ-26^\circ$ ed una coesione $c' = 0.04-0.09 \text{ kg/cm}^2$
Il modulo edometrico attribuibile a questa unità è $M_0 = 35 \text{ kg/cm}^2$


Un livello freatico superficiale, a carattere transitorio, è stato in passato rilevato a -3.00 m. d.p.c. e tale soggiacenza è confermata dall'esecuzione di un saggio esplorativo eseguito nel mese di luglio.

Nella porzione più elevata di questa zona, posta ad est (CPT1-S4), si riscontra uno strato superficiale dello spessore di circa 3.00 m. di *limi argillosi sabbiosi molto compatti*, a comportamento misto coesivo incoerente, aventi peso di volume $\gamma_n = 1800-2300 \text{ kg/m}^3$, resistenza non drenata $c_u = > 3.7 \text{ kg/cm}^2$, ed un angolo di attrito interno $27^\circ - 41^\circ$. Questo strato non correlabile ad altri è stato riportato nella sezione stratigrafica 2-2. A questa unità sono stati attribuiti cautelativamente parametri geotecnici efficaci: $\phi' = 22^\circ$ e $c' = 0.09 \text{ kg/cm}^2$

Zona intermedia corrispondente all'area di sedime del vecchio stabilimento (Sondaggi 8, CPT 2-3). Si tratta di una zona di transizione interessata dalla presenza di sedimenti argilloso-limosi grigi, con ciottoli e frammenti di gesso, aventi continuità con le zone limitrofe, con presenza di inclusi non continui di gesso selenitico, sui quali sono andate a rifiuto la prova CPT3 a -3.60 m. e la prova CPT2 a 7.60 m.

Da 0.00 a -3.60m. Limi argillosi sabbiosi con detrito di Gesso

Il peso di volume $\gamma_n = 1800-1900 \text{ kg/m}^3$. Dotati di comportamento coesivo, può attribuirsi una resistenza non drenata $c_u = 0.3-0.6 \text{ kg/cm}^2$. In termini di parametri efficaci, possono adottarsi valori di angolo di attrito interno $\phi' = 22^\circ-26^\circ$ ed una coesione $c' = 0.04-0.09 \text{ kg/cm}^2$
Il modulo edometrico attribuibile a questa unità è $M_0 = 35 \text{ kg/cm}^2$

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	--	---

da 3.60 a -6.60m.

Gesso Selenitico

avente peso di volume $\gamma_n = 1900-2200 \text{ kg/m}^3$. Per questa unità si stima un angolo di resistenza al taglio $\phi = 34^\circ-37^\circ$

Il modulo elastico attribuibile a questa unità è $E_y = 150-600 \text{ kg/cm}^2$

da 6.60 a -7.60m.

Limi sabbiosi argillosi con detrito di Gesso

Il peso di volume $\gamma_n = 1800-2000 \text{ kg/m}^3$. Dotati di comportamento coesivo, può attribuirsi una resistenza non drenata piuttosto variabile $c_u = 0.7-2.6 \text{ kg/cm}^2$. In termini di angolo di attrito interno $\phi = 22^\circ-30^\circ$

Il modulo edometrico attribuibile a questa unità è $M_0 = 46 \text{ kg/cm}^2$

da 7.60 a -9.50m.

Gesso Selenitico

si stima un $\gamma_n = 1900-2200 \text{ kg/m}^3$ e un angolo di attrito interno $\phi = 34^\circ-37^\circ$

Il modulo elastico attribuibile a questa unità è $E_y = 150-600 \text{ kg/cm}^2$

Un livello di falda è indicato a -7.00 m. d.p.c. sul Sondaggio 8 del 2003. Questa soggiacenza la cui trasmissività sembrerebbe controllata dagli strati di gesso e dal materiale di riempimento posto a lato del tombamento e sostenuta dal substrato argilloso impermeabile, attualmente non è stata verificata, ma sembrerebbe più plausibile la presenza di un livello freatico superficiale posto tra -2.50 e -3.00m. d.p.c., data la presenza di acqua al fondo scavo del saggio eseguito.

7.2. Terreno di riporto per reinterri e risagomature


Il progetto di riqualificazione dell'area prevederà anche una rimodellazione morfologica del sito tramite riporti di terreno proveniente dallo scavo della vasca di laminazione dello Scolo Canocchia.

Il terreno in oggetto è già stato sottoposto a prove di laboratorio geotecnico e chimico e risulta idoneo alla posa in questo nuovo sito.

Relativamente all'aspetto geotecnico le analisi e prove di laboratorio sui campioni più significativi, hanno dato gli esiti di seguito esposti.

Campione	Prof. (m.)	Litologia	Taglio diretto	
			Coesione efficace c' (kPa)	Angolo di attrito interno ϕ' (°)
CPTU1-C1	1.5-2.0	Sabbie limose-Limi sabbiosi	1.31	29.33
CPTU2-C1	1.5-2.0		3.50	31.50
CPTU7-C1	1.5-2.0		1.91	34.74
CPTU8-C1	1.8-2.3		3.01	35.40

Risagomature morfologiche e riempimenti verranno realizzate con *Sabbie limose-Limi sabbiosi* aventi in media i seguenti parametri efficaci: $\phi' = 32.7^\circ$ $c' = 2.4 \text{ kPa}$ e un $\gamma_n = 1850 \text{ kg/m}^3$

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	
-----------------------------------	--	---

8. PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

8.1. Opere di sostegno

Per la zona delle opere di sostegno si riporta una ipotesi di modello geotecnico con parametri a breve e lungo termine ai quali il progettista potrà riferirsi per le verifiche:

profondità (m.)	litologia	γ_n (kg/m ³)	γ_{sat} (kg/m ³)	ϕ' (°)	c' (kg/cm ²)	c_u (kg/cm ²)	M_{edo} (kg/cm ²)
0.00 - 0.80	Conglomerato bituminoso, cls, ghiaia di riporto	-	-	-	-	-	-
0.80 - 6.00	Argille limose e Limi argillosi- sabbiosi con frammenti di gesso, ciottoli e laterizi	1750	1900	22 26	0.09 0.04	0.3 - 0.6	35

Un livello freatico superficiale, a carattere transitorio, è stato in passato rilevato a -3.00 m. d.p.c. e tale soggiacenza è confermata dall'esecuzione di un saggio esplorativo eseguito nel mese di luglio.


8.2. Verifiche di stabilità

Si riporta una schematizzazione dei dati fisico-meccanici, dei diversi strati omogenei individuati, ai quali ci si è riferiti per l'adozione dei parametri caratteristici:

litologia	γ_n (kg/m ³)	ϕ' (°)	c' (kg/cm ²)	c_u (kg/cm ²)
Riporto sabbioso-limoso	1750-1940	29-35	0.013-0.035	-
Limi argillosi e Argille limose con gesso e calcari	1600-1900	22-26	0.04-0.09	0.3-0.5
Limi argillosi sabbiosi compatti	1800-2300	22°	0.09	>3.0
Gesso selenitico/ sedimento gessoso molto consistente	1800-2200	34-37	0.01	-

γ_n peso di volume naturale (kg/cm³)
 ϕ' angolo di attrito interno efficace (°)
 c' coesione efficace (kg/cm²)
 c_u coesione non drenata (kg/cm²)

Le sezioni stratigrafiche individuate (Tav.3 allegata), leggermente semplificate, sono state utilizzate per le verifiche di stabilità, e i modelli geotecnici di dettaglio sono riportati nella "Relazione geotecnica e Verifiche di stabilità".

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	---	---

9. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

La formazione gessoso-solfifera (GES), roccia tenera, presente con strati importanti, inglobati e mescolati a litologie limose e argillose nella zona sud, tende ad approfondirsi e ad esaurirsi procedendo verso nord, in favore della presenza delle argille grigio-azzurre (FAA). L'area in oggetto è interessata dalla mescolanza e dalla intensa intercalazione tra depositi di versante e accumuli detritici originatisi dalle differenti formazioni geologiche poste a contatto.

Dalla correlazione tra i dati delle indagini eseguite, tramite sezioni stratigrafiche è stato possibile definire un modello geologico generale dell'area, base per il modello geotecnico di riferimento per le successive verifiche.

Le verifiche di stabilità dei versanti svolte allo stato di progetto, nelle condizioni rilevate, sono risultate ampiamente soddisfatte; ed anche nell'ipotesi più cautelativa di saturazione del versante, con linea di falda molto superficiale, i fattori di sicurezza sono risultati, seppure di poco, superiori all'unità (valori da NTC 2018).

9.1. Posa dei terreni di riporto

Dove presenti aree pavimentate in pendenza, si suggerisce di asportare il calcestruzzo per evitare che possa fungere, in presenza di acqua, da "superficie di scivolamento" favorendo scollamenti e spostamenti tra il piano di posa ed il terreno di riporto. L'ideale sarebbe posare il terreno di riporto sullo strato di ghiaia sottostante che avrebbe ruolo di naturale drenaggio verso il nuovo alveo del Rio dei Gessi.

In alternativa il calcestruzzo potrebbe essere solo parzialmente fresato per potere creare una superficie più scabra in grado di migliorare l'immorsamento tra gli strati. In questo caso, così come per il riporti da realizzare nelle parti più alte del comparto, sarà utile porre alla base del cuneo di terreno un tubo fessurato con filtro in tessuto non tessuto o analogo presidio preassemblato, con funzione di drenaggio delle acque percolanti, che potranno essere recapitate verso il Rio dei Gessi.

Il terreno di riporto dovrà essere posato creando scarpate aventi pendenza non superiore a 3/2 (34°).

In ultimo al fine di mitigare l'azione erosiva delle acque di ruscellamento sulle nuove scarpate e nel contempo favorire un rapido attecchimento della vegetazione, sarebbe consigliabile posare geocompositi o biostuoie prevedendo la successiva idrosemina.


9.2. Approfondimenti e verifiche in fase esecutiva

I dati disponibili e le verifiche eseguite hanno riguardato l'interno della perimetrazione definita per il comparto in oggetto, non considerando l'immediato intorno.

A monte dell'area e nelle zone circostanti sono perimetrati, dalla cartografia regionale, depositi e accumuli di frane quiescenti il cui stato attuale non è stato verificato a causa dell'oggettiva impossibilità ad accedere alle aree per la fitta vegetazione presente.

Ci si riferisce in particolare ai detriti di versante posti alla base dei rilievi lato sud e lato est, che in occasione di eventi piovosi particolarmente intensi e persistenti potrebbero riattivarsi dando luogo a colate di fango e detrito.

Si sottolinea quindi la necessità, in occasione della fase esecutiva delle opere, di eseguire uno sfalcio della

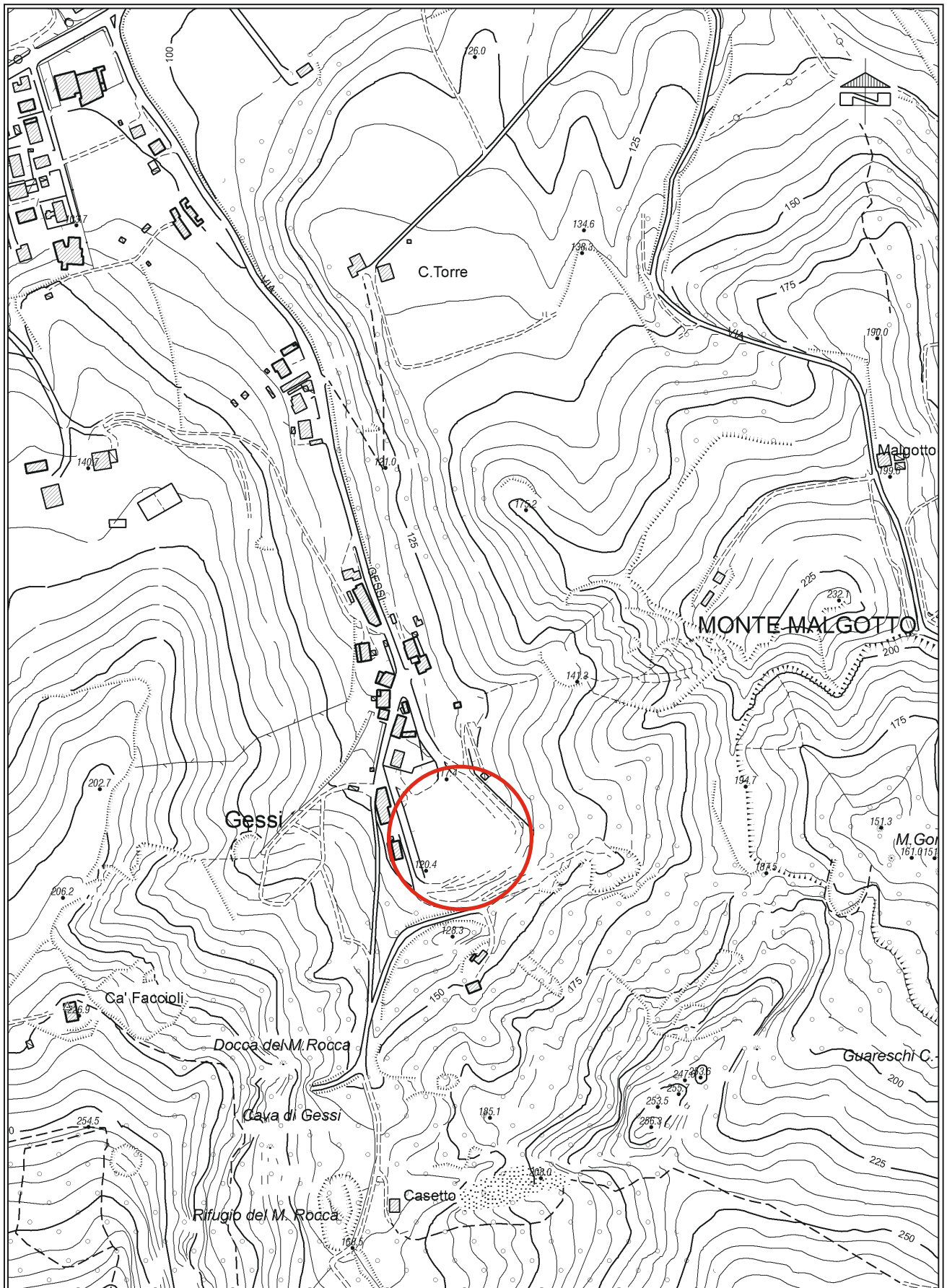
<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica</p>	
--	--	---

vegetazione nelle aree poste immediatamente a monte per potere accertare lo stato dei luoghi e prevedere, se necessaria, una corretta regimazione delle acque coerente con il progetto di sistemazione dell'area. Attualmente infatti, i percorsi di deflusso delle acque sono sconosciuti e presumibilmente privi di manutenzione da qualche decennio.

San Lazzaro di Savena (BO), 15/09/2023

Dott. Geol. Claudio Cinti





LEGENDA



Area d'interesse

Estratto C.T.R. 220112 'MONTE CAPRA'



GEOTEA
Geologia Territorio Ambiente

PR.: 23.1063

Settembre 2023

Committente:
COMUNE DI ZOLA PREDOSA

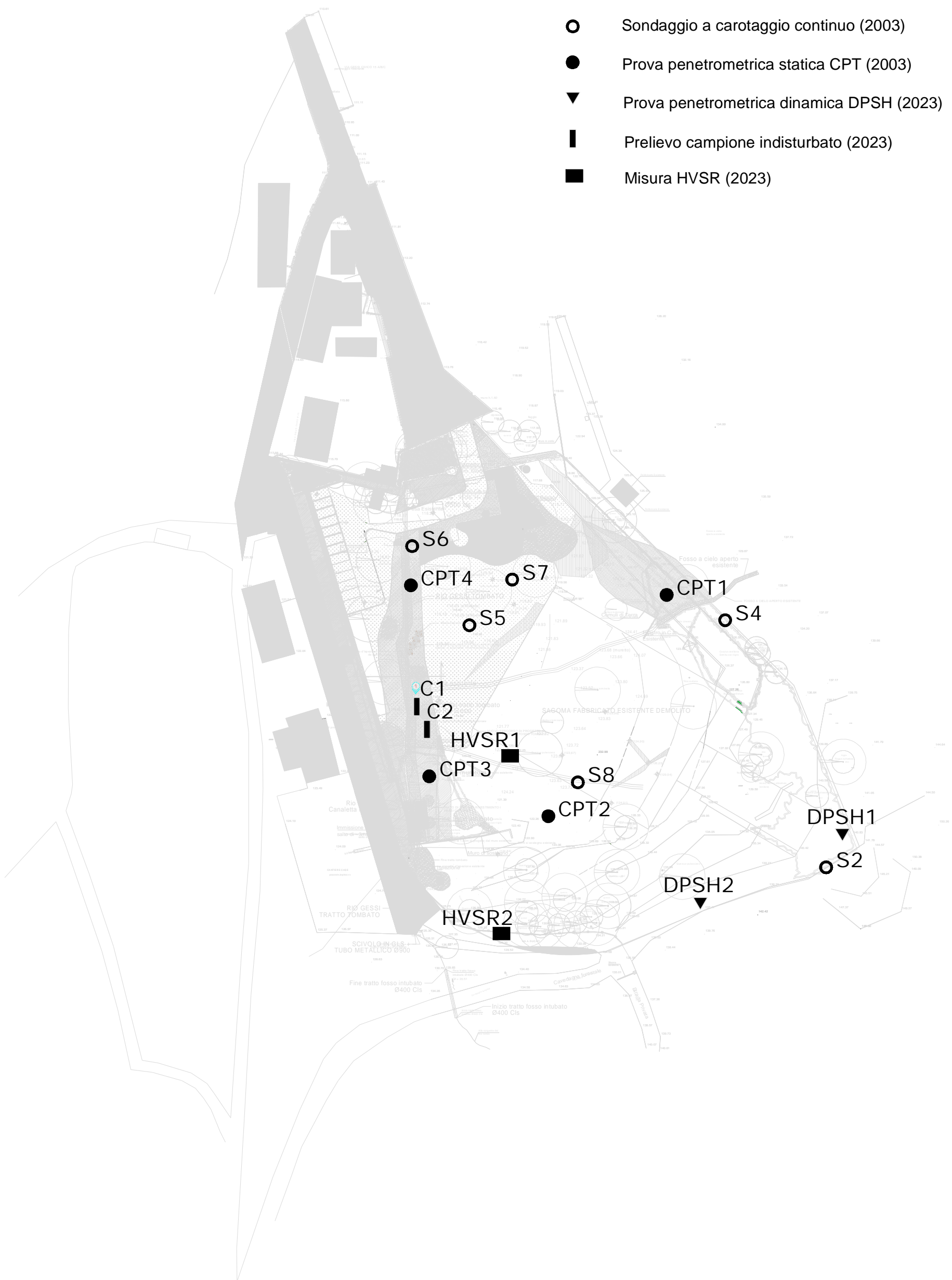
Scala 1:5000

TAV. 1


Ubicazione area
di intervento

LEGENDA

- Sondaggio a carotaggio continuo (2003)
- Prova penetrometrica statica CPT (2003)
- ▼ Prova penetrometrica dinamica DPSH (2023)
- ┃ Prelievo campione indisturbato (2023)
- Misura HVSR (2023)

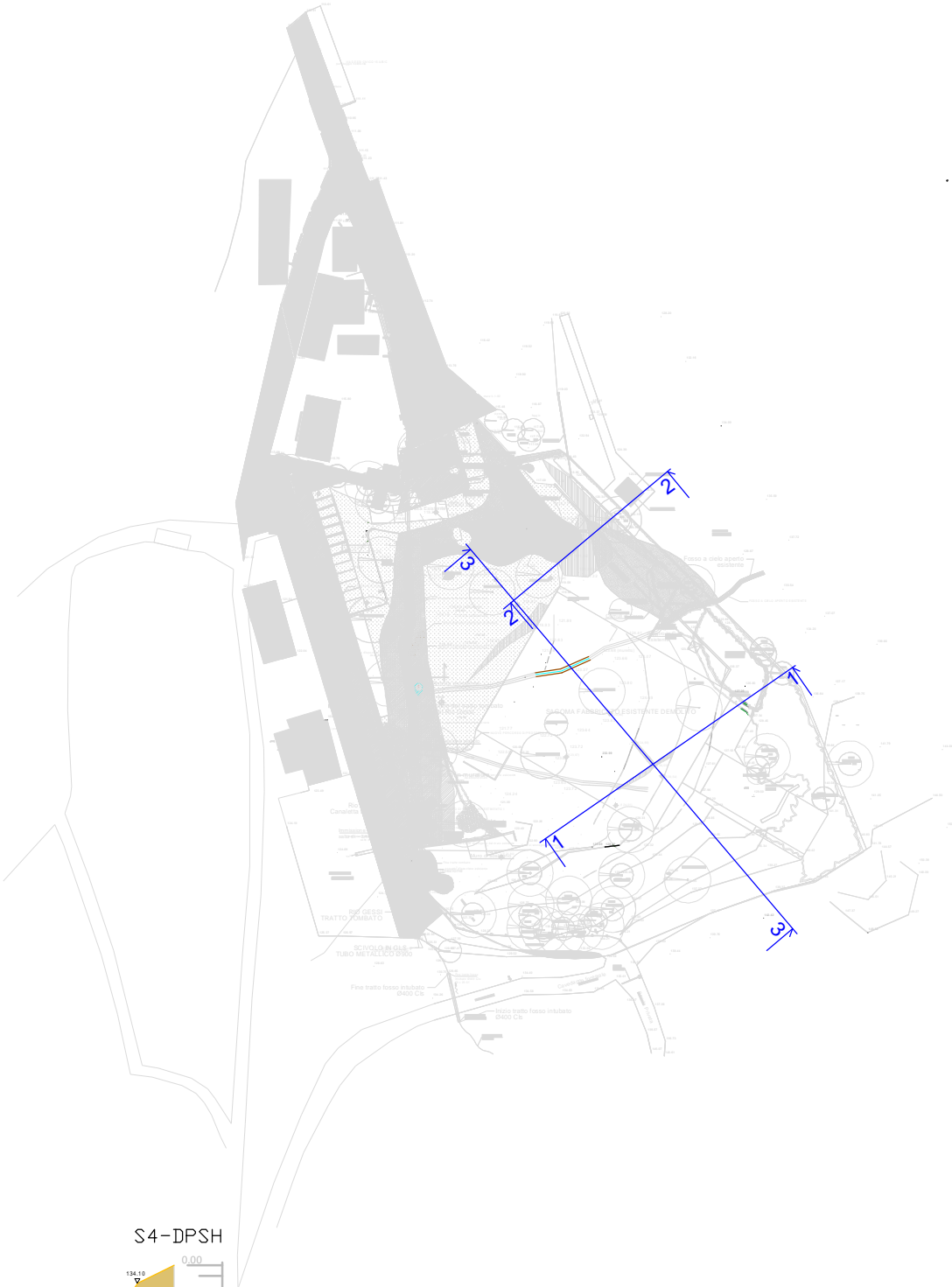
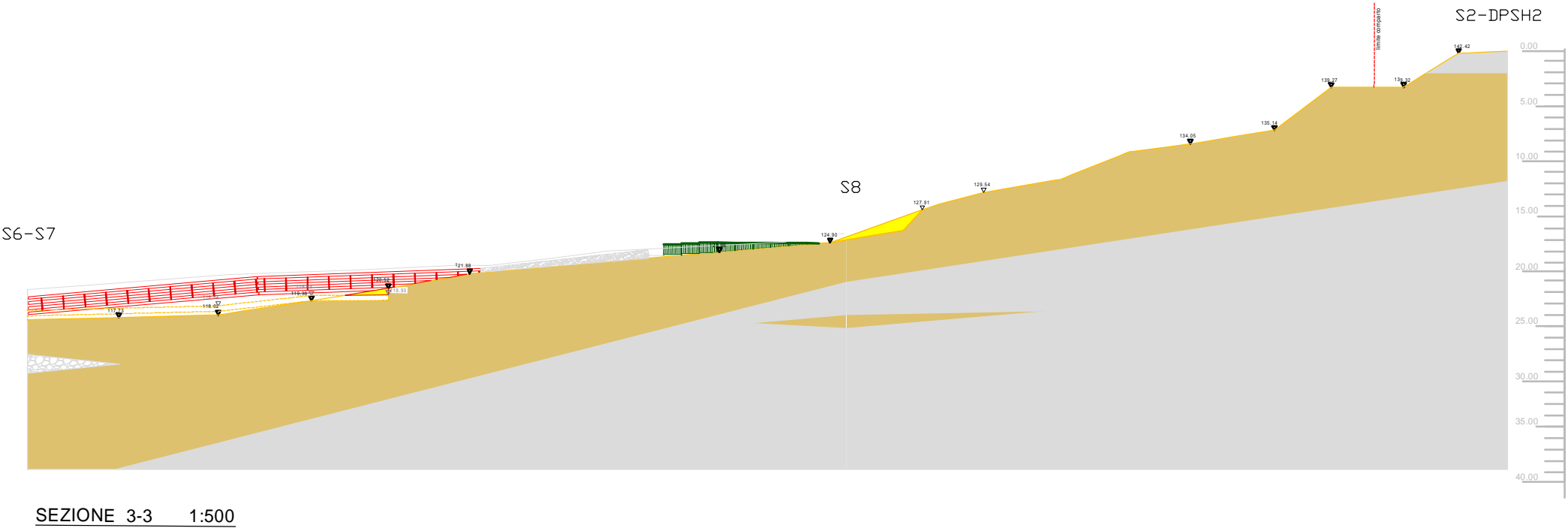
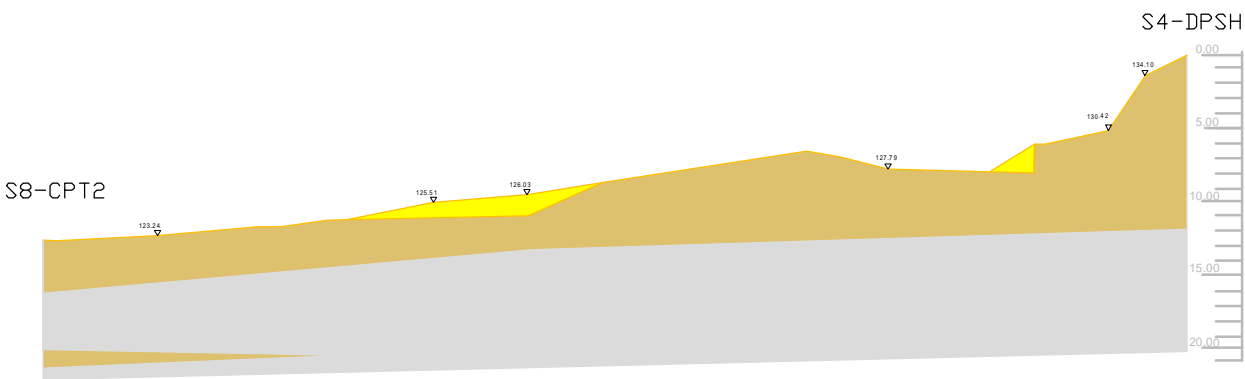
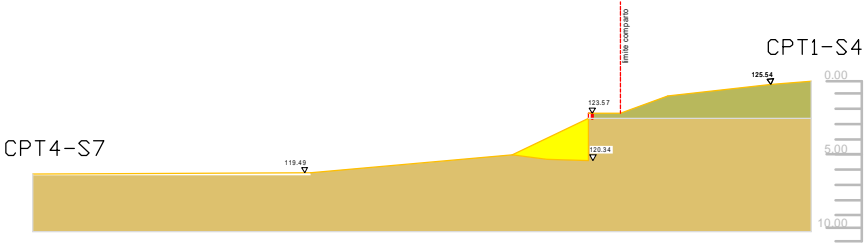


Scala 1:1000

<div><div>GEOTEIA S.r.l. Geologia Territorio Ambiente</div></div>		TAVOLA 2 Ubicazione Indagini
Rif.Int. 23.1063	Committente: Comune di Zola Predosa	Relazione Geologica
Settembre 2023		

LEGENDA

- Terreno di riporto sabbioso-limoso
- Limi argillosi-sabbiosi compatti
- Limi argillosi-Argille limose con frammenti di gesso e calcare
- Gesso selenitico / sedimento gessoso molto consistente



GEOTE S.r.l.
Geologia Territorio Ambiente

TAVOLA 3
Sezioni Stratigrafiche

Rif.Int. 23.1063

Settembre 2023

Committente:
Comune di
Zola Predosa

Relazione Geologica

ALLEGATO 1

Stratigrafie Sondaggi a Carotaggio Continuo (2003)

[illegible]

40033 CASALECCHIO DI RENGO (BO)
Via Cimmarosa, 119 - Tel. 051/61.33.072

Committente: Futura Costruzioni

Località: Zola Predosa (BO)

Cantiere: Gessi

Perforazione: Carotaggio Continuo diametro 101 mm

Attrezzatura: Sonda CMV

Quota:	+16.50 m
--------	----------

Profondità: 12.00 m

Data Inizio: 26/05/2003

Data File: 26/05/2003

Il geologo: Dr. Luca Conti

N. Certificato

03174004

SONDAGGIO

FOGLIO

4

1/1

[illegible]

Committente: Futura Costruzioni

Località: Zola Predosa (BO)

Cantiere	Gessi
----------	-------

Perforazione: Carotaggio Continuo diametro 101 mm

Altrezzaatura: Sonda CMV

Quota: +12.78 m

Profondità: 9.50 m

Data Inizio 20/06/2003

Data Fine: 20/06/2003

Il geologo: Dr. Luca Conti

N. Certificato:

03174008

SONDAGGIO

8

FOGLIO


1/1

[illegible]

ALLEGATO 2

Prove Penetrometriche Statiche CPT (2003)

Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica dell'ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	 AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
-----------------------------------	--	---

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT

Committente: Comune di Zola Predosa Cantiere: Ex Cava Gessi-Via Ducati Località: Zola Predosa (BO)	Codice commessa: 23.1063
--	--------------------------

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Parco dei Gessaroli
Riqualificazione ambientale e
paesaggistica dell'ex-cava gessi
Comparto C13
Relazione Geologica**

**GEO
TEA** **GEOTEA s.r.l.**
Geologia Territorio Ambiente
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

CPT 1

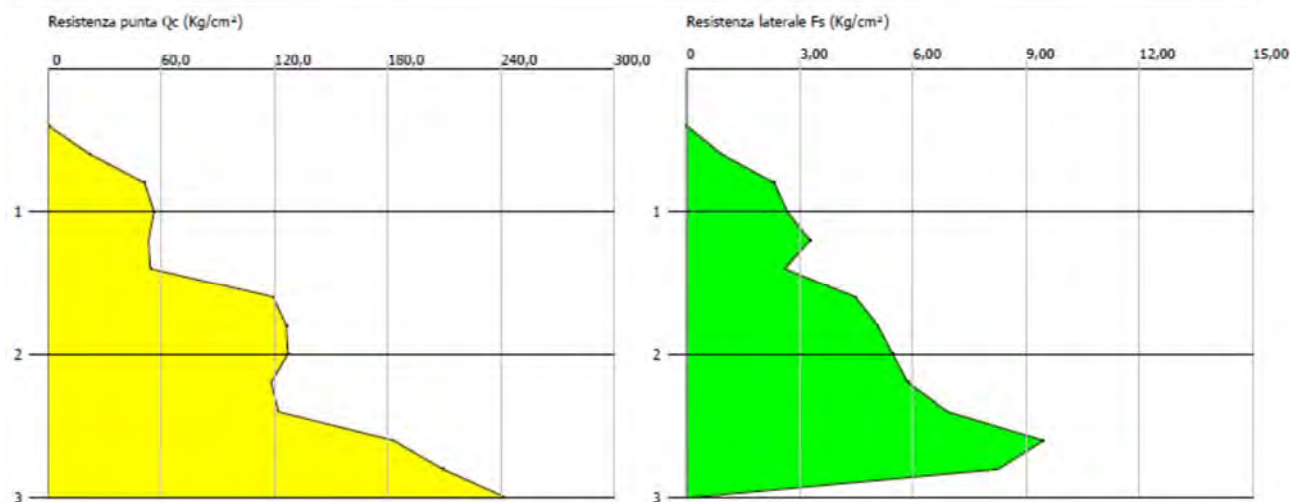
Committente: Comune di Zola Predosa
Strumento utilizzato: 200 kN
Prova eseguita in data: 11/06/2003
Profondità prova: 3,00 mt
Quota ass. p.c. 124,50 m. s.l.m.
Località: Ex Cava Gessi-Via Ducati

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,40						
0,60	22,0	0,0	22,00	0,93	23,66	4,23
0,80	51,0	65,0	51,00	2,33	21,89	4,57
1,00	56,0	91,0	56,00	2,67	20,97	4,77
1,20	53,0	93,0	53,00	3,27	16,21	6,17
1,40	54,0	103,0	54,00	2,60	20,77	4,81
1,60	119,0	158,0	119,00	4,47	26,62	3,76
1,80	126,0	193,0	126,00	5,07	24,85	4,02
2,00	127,0	203,0	127,00	5,47	23,22	4,31
2,20	118,0	200,0	118,00	5,87	20,10	4,97
2,40	122,0	210,0	122,00	6,93	17,60	5,68
2,60	183,0	287,0	183,00	9,47	19,32	5,17
2,80	209,0	351,0	209,00	8,27	25,27	3,96
3,00	243,0	367,0	243,00			

Probe CPT - Cone Penetration CPT1
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Comune di Zola Predosa
Cantiere: Parco dei Gessaroli
Località: Ex cava gessi Via A.Ducati

Data: 11/06/2003



**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Parco dei Gessaroli
Riqualificazione ambientale e
paesaggistica dell'ex-cava gessi
Comparto C13
Relazione Geologica**

**GEO
TEA** **GEOTEA s.r.l.**
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Resistenze – Litologie

Prof. Strato (m)	qc Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	fs Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,40				
0,60	22,00	0,93	Incoerente	Limo argilloso-sabbioso
1,40	52,02	2,72	Coesivo	Limo argilloso molto consistente
2,00	120,62	5,00	Incoerente	Limo argilloso
2,40	117,67	6,40	Coesivo	Limo argilloso compatto
2,60	183,00	9,47	Coesivo	Limo argilloso molto compatto
3,00	206,23	4,14	Incoerente	Gesso

Parametri Geotecnici CPT1

Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
0,40											
0,60	I	--	--	79,9	185,1	<0.5	1,8	2,1	78,5	27,0	55,0
1,40	C	3,7	1946,3	156,1	313,1	>9	2,1	2,2	--	--	--
2,00	I	--	--	85,7	523,5	<0.5	1,8	2,1	90,4	41,0	301,6
2,40	C	8,4	4399,1	353,0	515,6	>9	2,3	2,4	--	--	--
2,60	C	>10	6846,7	549,0	675,3	>9	2,3	2,4	--	--	--
2,80	I	--	--	90,7	732,4	<0.5	1,8	2,1	97,9	43,5	522,5

Legenda

Prof: Profondità strato (m) Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente; Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
Eu: Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm²) Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²); G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
OCR: Grado di sovraconsolidazione Puv: Peso unità di volume (t/m³); PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³) Dr: Densità relativa (%)
Fi: Angolo di resistenza al taglio (°) Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Parco dei Gessaroli
Riqualificazione ambientale e
paesaggistica dell'ex-cava gessi
Comparto C13
Relazione Geologica**



CPT 2

Committente: Comune di Zola Predosa
Strumento utilizzato: 200 kN
Prova eseguita in data: 11/06/2003
Profondità prova: 7.60 mt
Quota ass. p.c. 123,00 m. s.l.m.
Località: Ex Cava Gessi-Via Ducati

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,40						
0,60						
0,80	13,0	0,0	13,00	0,80	16,25	6,15
1,00	29,0	41,0	29,00	1,73	16,76	5,97
1,20	26,0	52,0	26,00	1,60	16,25	6,15
1,40	17,0	41,0	17,00	0,60	28,33	3,53
1,60	9,0	18,0	9,00	0,53	16,98	5,89
1,80	7,0	15,0	7,00	0,47	14,89	6,71
2,00	203,0	210,0	203,00	1,07	189,72	0,53
2,20	86,0	102,0	86,00	0,67	128,36	0,78
2,40	7,0	17,0	7,00	0,47	14,89	6,71
2,60	153,0	160,0	153,00	0,93	164,52	0,61
2,80	430,0	444,0	430,00	2,13	201,88	0,50
3,00	144,0	176,0	144,00	0,80	180,00	0,56
3,20	177,0	189,0	177,00	1,13	156,64	0,64
3,40	69,0	86,0	69,00	0,80	86,25	1,16
3,60	249,0	261,0	249,00	1,60	155,63	0,64
3,80	62,0	86,0	62,00	0,60	103,33	0,97
4,00	44,0	53,0	44,00	0,80	55,00	1,82
4,20	21,0	33,0	21,00	1,20	17,50	5,71
4,40	13,0	31,0	13,00	0,87	14,94	6,69
4,60	14,0	27,0	14,00	0,87	16,09	6,21
4,80	10,0	23,0	10,00	0,67	14,93	6,70
5,00	11,0	21,0	11,00	0,67	16,42	6,09
5,20	12,0	22,0	12,00	0,67	17,91	5,58
5,40	15,0	25,0	15,00	0,93	16,13	6,20
5,60	33,0	47,0	33,00	1,13	29,20	3,42
5,80	24,0	41,0	24,00	0,93	25,81	3,88
6,00	28,0	42,0	28,00	0,73	38,36	2,61
6,20	33,0	44,0	33,00	0,93	35,48	2,82
6,40	32,0	46,0	32,00	0,73	43,84	2,28
6,60	29,0	40,0	29,00	1,07	27,10	3,69
6,80	33,0	49,0	33,00	0,93	35,48	2,82
7,00	38,0	52,0	38,00	0,67	56,72	1,76
7,20	35,0	45,0	35,00	0,93	37,63	2,66
7,40	40,0	54,0	40,00	1,13	35,40	2,83
7,60	310,0	327,0	310,00			

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Parco dei Gessaroli
Riqualificazione ambientale e
paesaggistica dell'ex-cava gessi
Comparto C13
Relazione Geologica**



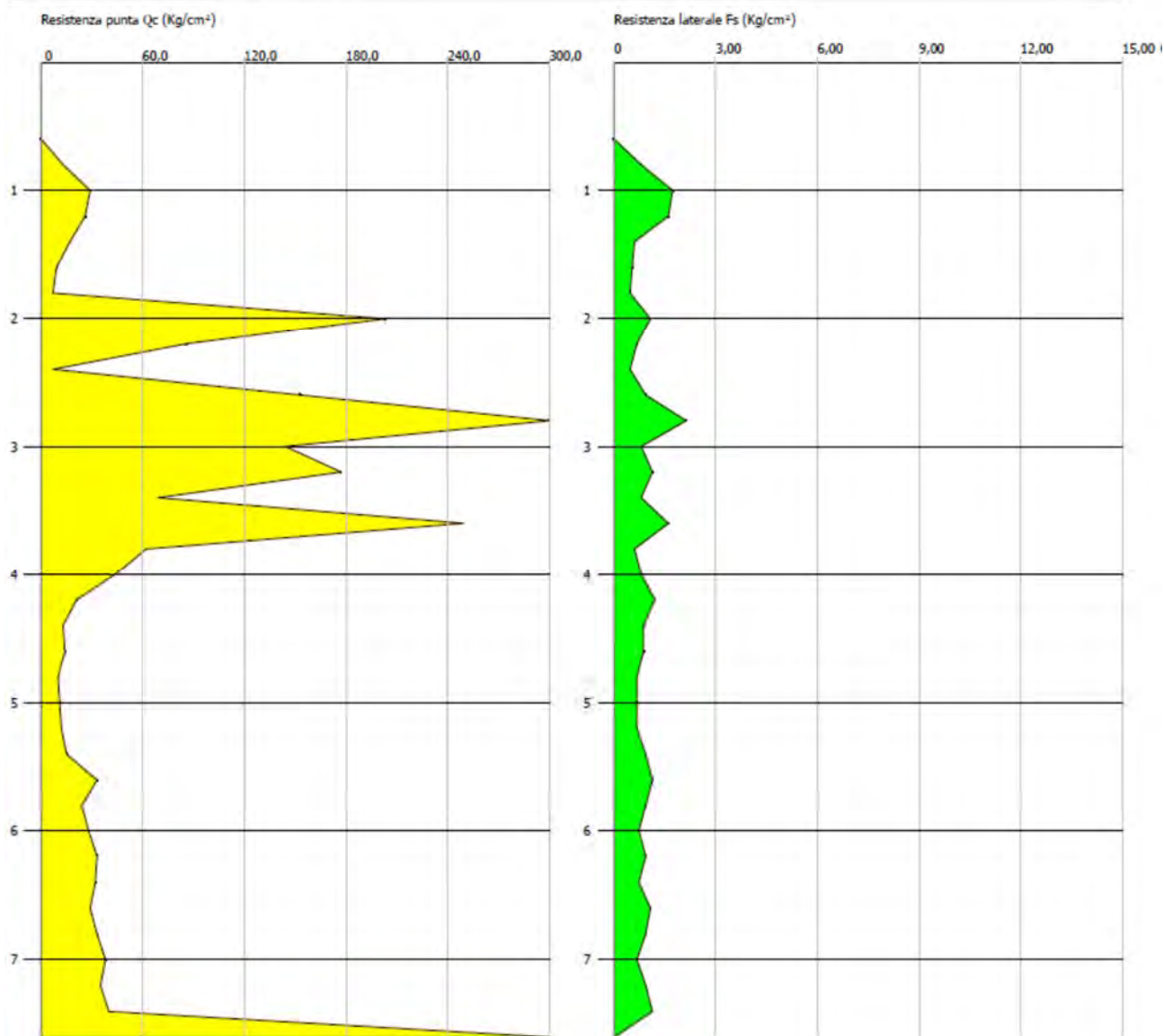
GEOTE A s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Probe CPT - Cone Penetration CPT2
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Comune di Zola Predosa
Cantiere: Parco dei Gessaroli
Località: Ex cava gessi Via A.Ducati

Data: 11/06/2003



Resistenze – Litologie CPT2

Prof. Strato (m)	qc Distribuzione normale R.C. (Kg/cm²)	fs Distribuzione normale R.C. (Kg/cm²)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,60				
1,80	11,32	0,96	Coesivo	Limo argilloso/Argilla limosa con trovanti gessosi e detrito di gesso
3,60	105,42	1,07	Incoerente	
7,40	22,75	0,87	Incoerente	
7,60	310,00	0,00	Incoerente	Gesso

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Parco dei Gessaroli
Riqualificazione ambientale e
paesaggistica dell'ex-cava gessi
Comparto C13
Relazione Geologica**

**GEO
TEA** **GEOTEA s.r.l.**
Geologia Territorio Ambiente
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Parametri Geotecnici CPT2

Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
0,60											
0,80	C	0,9	486,8	78,0	134,2	>9	1,9	2,0	--	--	--
1,20	C	1,8	963,1	77,3	203,8	>9	2,0	2,1	--	--	--
1,40	I	--	--	49,6	158,1	1,2	1,8	2,1	44,2	37,1	42,5
1,60	C	0,6	331,1	54,0	107,2	>9	1,8	1,9	--	--	--
1,80	C	0,5	254,7	105,0	91,9	>9	1,8	1,9	--	--	--
2,20	I	--	--	81,7	396,2	0,6	1,9	2,2	77,1	41,2	191,1
2,40	C	0,5	250,4	105,0	91,9	>9	1,8	1,9	--	--	--
3,20	I	--	--	87,8	544,4	0,6	1,9	2,2	85,4	41,6	321,6
3,40	I	--	--	67,4	372,1	1,1	1,9	2,2	64,8	37,7	172,5
3,60	I	--	--	92,9	815,1	<0,5	1,9	2,2	100,0	43,6	622,5
3,80	I	--	--	62,1	348,6	1,3	1,9	2,2	59,8	36,6	155,0
4,00	I	--	--	50,7	282,7	1,7	1,8	2,1	49,2	34,7	110,0
4,20	C	1,5	762,6	42,0	179,9	>9	2,0	2,1	--	--	--
4,80	I	--	--	12,9	119,3	<0,5	1,8	2,1	6,7	21,8	26,8
5,20	C	0,7	378,1	45,3	120,6	5,7	1,9	1,9	--	--	--
5,40	CI	1,0	529,0	48,4	146,5	<0,5	1,9	2,0	13,6	23,7	37,5
5,80	CI	1,6	837,0	46,5	191,5	<0,5	2,0	2,1	25,2	27,5	58,2
6,20	I	--	--	31,0	212,5	<0,5	1,8	2,1	28,9	29,4	69,0
6,40	I	--	--	34,9	232,7	<0,5	1,8	2,1	32,4	31,4	80,0
6,60	CI	2,0	1045,5	58,0	219,1	<0,5	2,0	2,1	29,1	30,0	72,5
6,80	I	--	--	35,3	237,1	<0,5	1,8	2,1	32,3	31,8	82,5
7,00	CI	2,6	1380,1	76,0	258,5	<0,5	2,1	2,2	35,8	34,1	95,0
7,40	I	--	--	36,1	244,0	<0,5	1,8	2,1	32,5	32,5	86,5
7,60	I	--	--	103,6	931,9	1	1,9	2,1	94,2	40,7	775,0

Legenda

Prof: Profondità strato (m) Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente; Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
Eu: Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm²) Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²); G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
OCR: Grado di sovraconsolidazione Puv: Peso unità di volume (t/m³); PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³) Dr: Densità relativa (%)
Fi: Angolo di resistenza al taglio (°) Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Parco dei Gessaroli
Riqualificazione ambientale e
paesaggistica dell'ex-cava gessi
Comparto C13
Relazione Geologica**

**GEO
TEA** **GEOTEA s.r.l.**
Geologia Territorio Ambiente
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

CPT 3

Committente: Comune di Zola Predosa
Strumento utilizzato: 200 kN
Prova eseguita in data: 11/06/2003
Profondità prova: 3.60 mt
Quota ass. p.c. 120,50 m. s.l.m.
Località: Ex Cava Gessi-Via Ducati

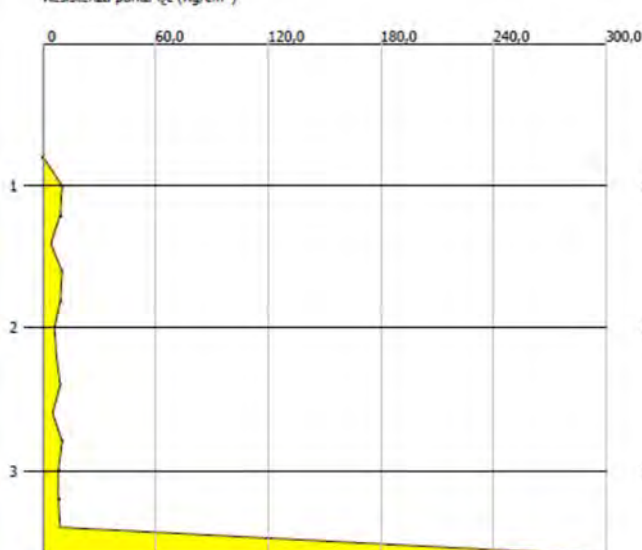
Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,40						
0,60						
0,80						
1,00	10,0	0,0	10,00	0,30	33,33	3,00
1,20	9,0	14,0	9,00	0,30	30,00	3,33
1,40	4,0	8,0	4,00	0,20	20,00	5,00
1,60	10,0	13,0	10,00	0,30	33,33	3,00
1,80	9,0	14,0	9,00	0,40	22,50	4,44
2,00	6,0	12,0	6,00	0,30	20,00	5,00
2,20	7,0	12,0	7,00	0,30	23,33	4,29
2,40	9,0	14,0	9,00	0,30	30,00	3,33
2,60	5,0	9,0	5,00	0,30	16,67	6,00
2,80	10,0	15,0	10,00	0,30	33,33	3,00
3,00	8,0	13,0	8,00	0,30	26,67	3,75
3,20	8,0	13,0	8,00	0,30	26,67	3,75
3,40	9,0	13,0	9,00	1,70	5,29	18,89
3,60	348,0	374,0	348,00			

Probe CPT - Cone Penetration CPT3
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Comune di Zola Predosa
Cantiere: Parco dei Gessaroli
Località: Ex cava gessi Via A.Ducati


Data: 11/06/2003

Resistenza punta Qc (Kg/cm²)



Resistenza laterale Fs (Kg/cm²)



COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica dell'ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	 AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
-----------------------------------	--	--

Resistenze – Litologie CPT3

Prof. Strato (m)	qc Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	fs Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,80				
1,00	10,00	0,30	Incoerente	Limo argilloso/ Argilla limosa con ciottoli, laterizi e detrito di gesso
1,20	9,00	0,30	Incoerente	
1,40	4,00	0,20	Coesivo	
1,60	10,00	0,30	Incoerente	
1,80	9,00	0,40	Incoerente	
2,00	6,00	0,30	Coesivo	
2,40	6,80	0,30	Incoerente	
2,60	5,00	0,30	Coesivo	
2,80	10,00	0,30	Incoerente	
3,20	8,00	0,30	Incoerente	
3,40	9,00	1,70	Coesivo	
3,60	348,00	0,85	Incoerente	Gesso

Parametri Geotecnici CPT3

Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
0.80											
1.00	I	--	--	74.1	114.3	>9	1.8	2.1	11.3	21.5	20.0
1.20	I	--	--	65.5	107.2	3.7	1.8	2.1	92.4	21.0	18.0
1.40	C	0.3	146.4	22.8	65.3	>9	1.7	1.8	--	--	--
1.60	I	--	--	73.2	114.3	1.8	1.8	2.1	<5	21.5	20.0
1.80	I	--	--	64.6	107.2	1.2	1.8	2.1	<5	21.0	18.0
2.00	C	0.4	217.2	31.5	83.7	>9	1.8	1.8	--	--	--
2.40	I	--	--	45.7	90.3	0.6	1.8	2.1	<5	20.1	13.6
2.60	C	0.3	175.4	27.4	74.9	6.7	1.7	1.8	--	--	--
2.80	I	--	--	71.3	114.3	0.6	1.8	2.1	<5	21.5	20.0
3.20	I	--	--	54.3	99.8	<0.5	1.8	2.1	<5	20.6	16.0
3.40	C	0.6	319.7	41.2	107.2	>9	1.8	1.9	--	--	--
3.60	CI	--	--	--	1000.1	--	1.9	2.2	--	45.0	696.0

Legenda

Prof: Profondità strato (m) Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente; Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
 Eu: Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm²) Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²); G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
 OCR: Grado di sovraconsolidazione Puv: Peso unità di volume (t/m³); PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³) Dr: Densità relativa (%)
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°) Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Parco dei Gessaroli
Riqualificazione ambientale e
paesaggistica dell'ex-cava gessi
Comparto C13
Relazione Geologica**

**GEO
TEA** **GEOTEA s.r.l.**
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

CPT 4

Committente: Comune di Zola Predosa
Strumento utilizzato: 200 kN
Prova eseguita in data: 11/06/2003
Profondità prova: 4.20 mt
Quota ass. p.c. 118,50 m. s.l.m.
Località: Ex Cava Gessi-Via Ducati

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,40						
0,60						
0,80						
1,00						
1,20	15,0	0,0	15,00	0,90	16,67	6,00
1,40	10,0	24,0	10,00	0,50	20,00	5,00
1,60	11,0	19,0	11,00	0,50	22,00	4,55
1,80	9,0	16,0	9,00	0,50	18,00	5,56
2,00	12,0	19,0	12,00	0,50	24,00	4,17
2,20	10,0	17,0	10,00	0,50	20,00	5,00
2,40	8,0	15,0	8,00	0,40	20,00	5,00
2,60	9,0	15,0	9,00	0,40	22,50	4,44
2,80	7,0	13,0	7,00	0,30	23,33	4,29
3,00	5,0	10,0	5,00	0,30	16,67	6,00
3,20	6,0	11,0	6,00	0,40	15,00	6,67
3,40	6,0	12,0	6,00	0,30	20,00	5,00
3,60	5,0	10,0	5,00	0,30	16,67	6,00
3,80	7,0	12,0	7,00	0,50	14,00	7,14
4,00	185,0	192,0	185,00	1,10	168,18	0,59
4,20	350,0	367,0	350,00			

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

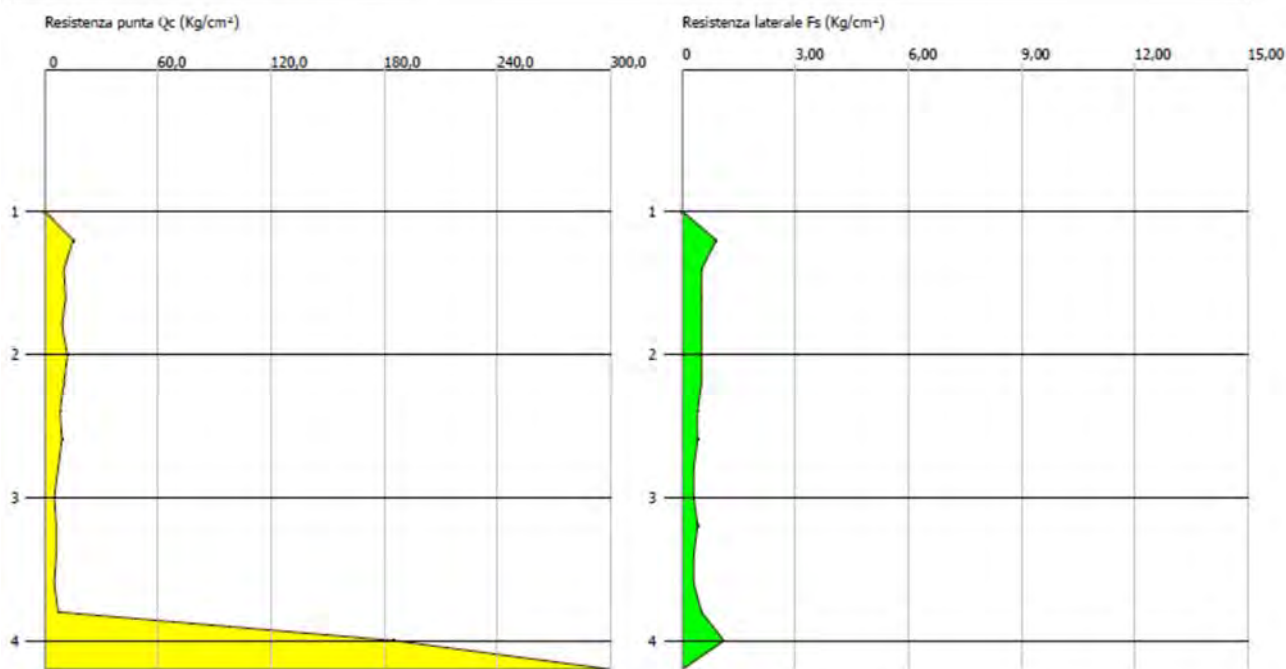
**Parco dei Gessaroli
Riqualificazione ambientale e
paesaggistica dell'ex-cava gessi
Comparto C13
Relazione Geologica**

**GEO
TEA** **GEOTEA s.r.l.**
Geologia Territorio Ambiente
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Probe CPT - Cone Penetration CPT4
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Comune di Zola Predosa
Cantiere: Parco dei Gessaroli
Località: Ex cava gessi Via A.Ducati

Data: 11/06/2003



Resistenze – Litologie CPT4

Prof. Strato (m)	qc Distribuzione normale R.C. (Kg/cm²)	fs Distribuzione normale R.C. (Kg/cm²)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,00				
1,20	15,00	0,90	Coesivo	Limo argilloso/ Argilla limosa con ciottoli, laterizi e detrito di gesso
1,40	10,00	0,50	Coesivo	
1,60	11,00	0,50	Coesivo	
1,80	9,00	0,50	Coesivo	
2,00	12,00	0,50	Incoerente	
2,40	7,80	0,50	Coesivo	
2,80	6,80	0,40	Incoerente	
3,00	5,00	0,30	Coesivo	
3,20	6,00	0,40	Coesivo	
3,60	4,90	0,30	Coesivo	
3,80	7,00	0,50	Coesivo	
4,00	185,00	1,10	Incoerente	Gesso

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Parco dei Gessaroli
Riqualificazione ambientale e
paesaggistica dell'ex-cava gessi
Comparto C13
Relazione Geologica**

**GEO
TEA** **GEOTEA s.r.l.**
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Parametri Geotecnici CPT4

Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1.00	C										
1.20	C	0.8	561.8	48.4	146.5	>9	1.9	2.0	--	--	--
1.40	C	0.5	372.9	43.5	114.3	>9	1.9	1.9	--	--	--
1.60	C	0.5	372.9	43.5	114.3	>9	1.9	1.9	--	--	--
1.80	C	0.5	332.5	41.2	107.2	>9	1.8	1.9	--	--	--
2.00	I	--	--	89.3	127.8	1.6	1.8	2.1	<5	22.4	24.0
2.40	C	0.4	284.0	37.8	98.2	>9	1.8	1.9	--	--	--
2.80	I	--	--	45.3	90.3	0.5	1.8	2.1	<5	20.1	13.6
3.00	C	0.2	174.0	27.4	74.9	6.0	1.7	1.8	--	--	--
3.20	C	0.3	210.0	31.5	83.7	7.2	1.8	1.8	--	--	--
3.60	C	0.2	166.7	27.0	73.9	4.7	1.7	1.8	--	--	--
3.80	C	0.3	243.3	35.2	91.9	7.0	1.8	1.9	--	--	--
4.20	I	--	--	1401.9	649.1	7.0	1.9	2.2	<5	45.0	343.0

Legenda

Prof: Profondità strato (m) Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente; Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
Eu: Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm²) Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²); G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
OCR: Grado di sovraconsolidazione Puv: Peso unità di volume (t/m³); PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³) Dr: Densità relativa (%)
Fi: Angolo di resistenza al taglio (°) Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica dell'area ex-cava gessi Comparto C13</p> <p>Relazione Geologica</p>	<p>GEO TEA GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente</p> <p>AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY</p>
--	---	--


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH)

<p>Committente: Comune di Zola Predosa Cantiere: Ex Cava Gessi-Via Ducati Località: Zola Predosa (BO)</p>	<p>Codice commessa: 23.1063</p>
---	---------------------------------

Caratteristiche Tecniche-Strumentali: 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
Profondita' 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 °



COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica dell'area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	 GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
-----------------------------------	---	---

PROVA DPSH1

Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 31/08/2023
 Profondita' prova 2.20 mt
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (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	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	10	0,851	89,39	105,07	4,47	5,25
0,60	43	0,647	268,29	414,67	13,41	20,73
0,80	42	0,643	260,57	405,02	13,03	20,25
1,00	31	0,690	206,20	298,95	10,31	14,95
1,20	13	0,786	98,57	125,36	4,93	6,27
1,40	12	0,833	96,38	115,72	4,82	5,79
1,60	15	0,780	104,20	133,66	5,21	6,68
1,80	17	0,776	117,60	151,48	5,88	7,57
2,00	63	0,623	349,84	561,38	17,49	28,07
2,20	65	0,620	359,18	579,20	17,96	28,96

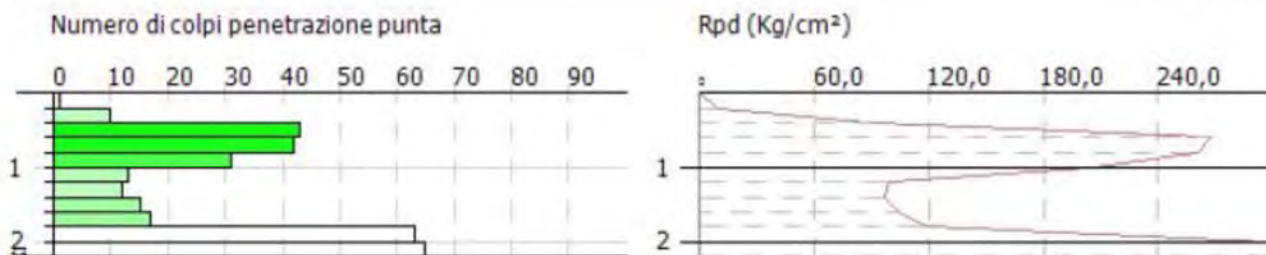



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Zola Predosa
 Descrizione: Riqualificazione Parco Gessaroli
 Localita': Ex Cava Gesso - Via Ducati

31/08/2023

Scala 1:100




COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica dell'area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	 AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
-----------------------------------	--	--

RESISTENZE - LITOLOGIE

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Litologie
0,4	5,5	57,79	C	0,04	1,47	8,09	Limo argilloso-Argilla limosa
1	38,67	372,88	C-I	0,15	1,47	56,84	Gesso
1,8	14,25	131,56	C-I	0,31	1,47	20,95	Limo Argilloso Argilla limosa con detrito di gesso
2,2	64	570,29	I	0,44	1,47	94,08	Gesso

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI DPSH1

Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturato (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Densita' relativa (%)
0,00-0,40	8,09	C	1,90	1,91	--	0,79	84,31	80,90	--	--	--
0,40-1,00	56,84	C-I	1,89	2,17	36,24	5,70	581,53	568,40	0,24	2899,27	100
1,00-1,80	20,95	C-I	1,61	2,00	25,99	2,07	215,47	209,50	0,31	1134,56	95,64
1,80-2,20	94,08	C-I	1,97	2,20	46,88	10,61	220,71	545,40	0,16	4655,87	100


COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica dell'area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	 GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
-----------------------------------	--	---

PROVA DPSH 2

Strumento utilizzato
 Prova eseguita in data
 Profondita' prova
 Falda non rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

DPSH TG 63-200 PAGANI
 31/08/2023
 12.80 mt

Profondita' (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	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	11	0,851	98,33	115,58	4,92	5,78
0,60	33	0,697	221,81	318,23	11,09	15,91
0,80	27	0,743	193,54	260,37	9,68	13,02
1,00	21	0,740	149,81	202,51	7,49	10,13
1,20	26	0,736	184,60	250,73	9,23	12,54
1,40	28	0,733	197,89	270,02	9,89	13,50
1,60	32	0,680	193,77	285,15	9,69	14,26
1,80	32	0,676	192,85	285,15	9,64	14,26
2,00	15	0,773	103,35	133,66	5,17	6,68
2,20	12	0,820	87,70	106,93	4,38	5,35
2,40	8	0,817	58,25	71,29	2,91	3,56
2,60	15	0,764	94,94	124,23	4,75	6,21
2,80	6	0,811	40,32	49,69	2,02	2,48
3,00	5	0,809	33,49	41,41	1,67	2,07
3,20	4	0,806	26,70	33,13	1,34	1,66
3,40	3	0,803	19,96	24,85	1,00	1,24
3,60	4	0,801	24,78	30,94	1,24	1,55
3,80	5	0,798	30,88	38,68	1,54	1,93
4,00	3	0,796	18,47	23,21	0,92	1,16
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
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	5	0,787	28,56	36,28	1,43	1,81
5,00	5	0,785	28,48	36,28	1,42	1,81
5,20	5	0,783	28,41	36,28	1,42	1,81
5,40	7	0,781	39,68	50,80	1,98	2,54
5,60	7	0,779	37,27	47,84	1,86	2,39
5,80	10	0,777	53,12	68,34	2,66	3,42
6,00	11	0,775	58,30	75,18	2,91	3,76
6,20	11	0,774	58,16	75,18	2,91	3,76
6,40	10	0,772	52,76	68,34	2,64	3,42
6,60	13	0,720	60,48	83,95	3,02	4,20
6,80	13	0,719	60,34	83,95	3,02	4,20
7,00	14	0,717	64,84	90,41	3,24	4,52
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84
7,40	15	0,714	69,18	96,87	3,46	4,84
7,60	15	0,713	65,44	91,81	3,27	4,59

COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica dell'area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	 AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
-----------------------------------	--	--

7,80	19	0,711	82,72	116,30	4,14	5,81
8,00	18	0,710	78,21	110,18	3,91	5,51
8,20	20	0,709	86,74	122,42	4,34	6,12
8,40	19	0,707	82,25	116,30	4,11	5,81
8,60	20	0,706	82,14	116,35	4,11	5,82
8,80	19	0,705	77,89	110,53	3,89	5,53
9,00	20	0,703	81,85	116,35	4,09	5,82
9,20	20	0,702	81,71	116,35	4,09	5,82
9,40	21	0,651	79,54	122,16	3,98	6,11
9,60	22	0,650	79,25	121,93	3,96	6,10
9,80	20	0,699	77,46	110,85	3,87	5,54
10,00	19	0,698	73,47	105,31	3,67	5,27
10,20	20	0,697	77,22	110,85	3,86	5,54
10,40	19	0,696	73,24	105,31	3,66	5,27
10,60	23	0,644	78,44	121,72	3,92	6,09
10,80	22	0,643	74,91	116,43	3,75	5,82
11,00	20	0,692	73,28	105,85	3,66	5,29
11,20	21	0,641	71,27	111,14	3,56	5,56
11,40	27	0,640	91,49	142,89	4,57	7,14
11,60	35	0,589	104,44	177,24	5,22	8,86
11,80	42	0,538	114,47	212,68	5,72	10,63
12,00	50	0,537	136,02	253,19	6,80	12,66
12,20	50	0,536	135,76	253,19	6,79	12,66
12,40	47	0,535	127,37	238,00	6,37	11,90
12,60	49	0,534	127,05	237,86	6,35	11,89
12,80	50	0,533	129,40	242,71	6,47	12,14

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Parco dei Gessaroli
Riqualificazione ambientale e
paesaggistica dell'area ex-cava gessi
Comparto C13
Relazione Geologica**



GEOTE A s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

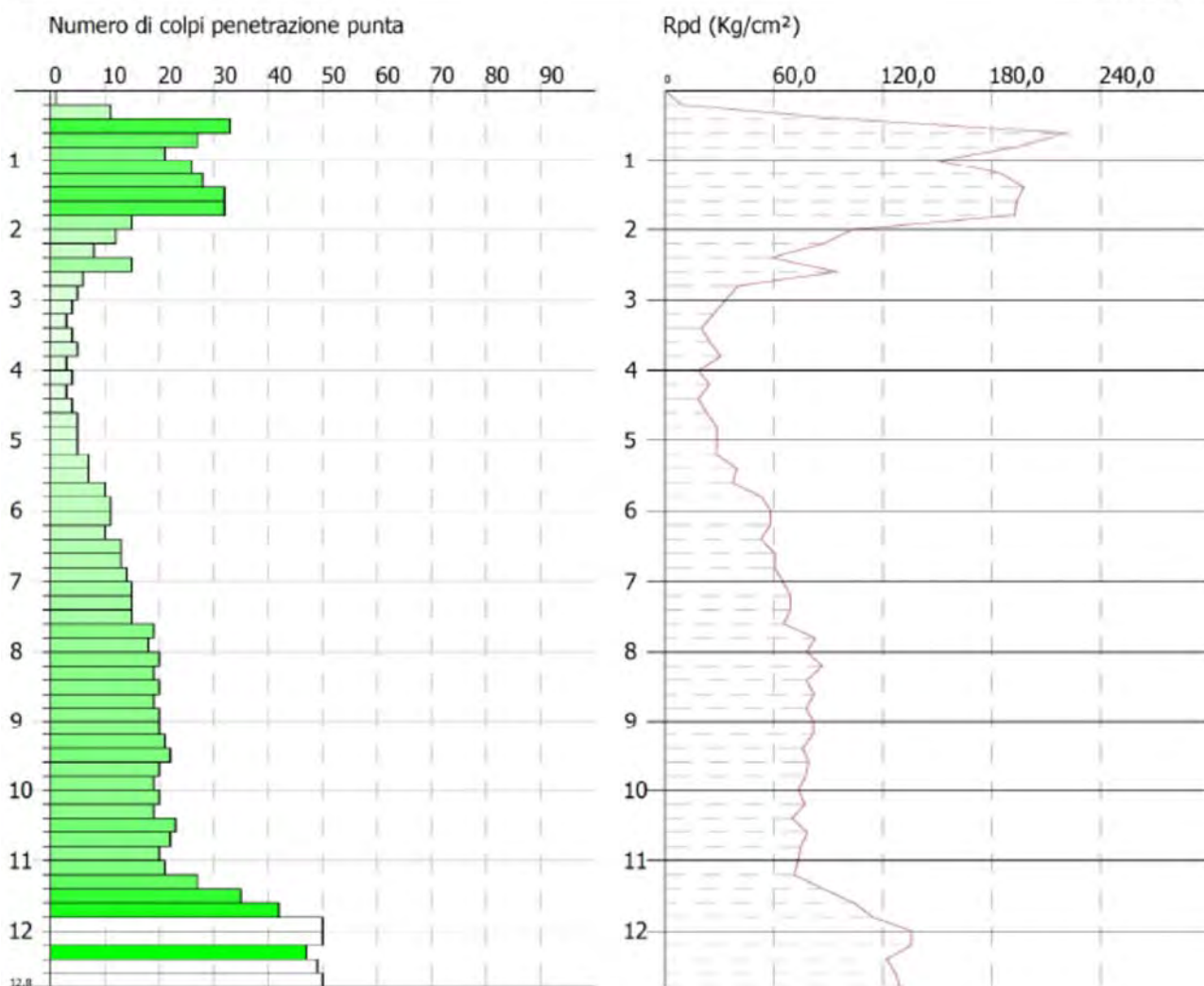



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Zola Predosa
Descrizione: Riqualificazione Parco Gessaroli
Localita': Ex Cava Gesso - Via Ducati

31/08/2023

Scala 1:100



COMUNE DI ZOLA PREDOSA	Parco dei Gessaroli Riqualificazione ambientale e paesaggistica dell'area ex-cava gessi Comparto C13 Relazione Geologica	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
-----------------------------------	--	---

RESISTENZE - LITOLOGIE

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,4	6	63,05	C	0,04	1,47	8,82	Limo argilloso-Argilla limosa
1,8	28,43	267,45	C-I	0,25	1,47	41,79	Gesso
2,6	12,5	109,03	C-I	0,51	1,47	18,38	Limo Argilloso Argilla limosa con detrito di gesso
5,2	4,31	33,38	C-I	0,83	1,47	6,34	
6,4	9,33	64,28	C-I	1,19	1,47	13,72	
7,6	14,17	90,64	C-I	1,44	1,47	20,83	
11,2	20,11	114,24	C-I	1,96	1,47	29,56	
11,8	34,67	177,6	C-I	2,42	1,47	50,96	
12,8	49,2	244,99	C-I	2,62	1,47	72,32	Gesso

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI DPSH 2

Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturato (t/m ³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Densita' relativa (%)
0.00-0,40	8,82	C	1,93	2,12	--	0,86	91,75	88,20	--	--	--
0,40-1,80	41,79	C-I	1,80	2,12	31,94	4,17	428,02	417,90	0,27	2171,31	100
1,80-2,60	18,38	C-I	1,58	1,98	25,25	1,82	189,26	183,80	0,32	1003,22	81,82
2,60-5,20	6,34	C-I	1,43	1,89	21,81	0,62	66,46	63,40	0,34	368,87	42,72
5,20-6,40	13,72	C-I	1,52	1,95	23,92	1,35	141,73	137,20	0,33	762,13	56,53
6,40-7,60	20,83	C-I	1,60	2,00	25,95	2,06	214,25	208,30	0,31	1128,45	65,48
7,60-11,20	29,56	C-I	1,69	2,05	28,45	2,94	303,29	295,60	0,3	1568,11	70,04
11,20-11,80	50,96	C-I	1,86	2,16	34,56	5,10	521,55	509,60	0,25	2616,43	84,86
11,80-12,80	72,32	C-I	1,95	2,21	40,66	7,27	739,41	723,20	0,21	3635,94	98

ALLEGATO 3

Prospezioni geofisiche sismiche - Misure HVSR

COMUNE DI ZOLA PREDOSA

REGIONE EMILIA-ROMAGNA
CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA

***Determinazione della categoria di suolo di fondazione
eseguita sulla base della velocità equivalente di
propagazione delle onde di taglio S ($V_{s,eq}$) dei terreni
costituenti l'area Ex-Cava Gessi, sita tra Via Gessi e Via
Antonio Ducati.***



GEOTEA SRL
Via della Tecnica 57/A4
40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel 0516255377 – Cell 349 7846581
Fax 0514998378
E-mail geotea.srl@database.it



Committente: COMUNE DI ZOLA PREDOSA

Dott. Geol. Stefano Maggi

Data indagine 08/08/2023

Commessa 23.1063

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra Via Gessi e Via Antonio Ducati in Comune di Zola Predosa (BO).

SOMMARIO.....	
2	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____ 3
3	PREMESSE _____ 4
4	DESCRIZIONE DELLE INDAGINI _____ 5
4.1	Misura a stazione singola H/V: procedura e strumentazione utilizzata _____ 5
5	TECNICA HVSR _____ 6
6	MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO _____ 8
7	CONCLUSIONI _____ 9

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra Via Gessi e Via Antonio Ducati in Comune di Zola Predosa (BO).

2 IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

- ☐ Il presente documento viene identificato con il numero 23.1063 rev. n° 0;
- ☐ Le indagini e il lavoro svolto sono stati coordinati dal Dott. Geol. Stefano Maggi;
- ☐ Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Stefano Maggi in data 22/08/2023;
- ☐ Collaboratore di progetto Dott. Geol. Jacopo Maffei
- ☐ Il documento si compone di n° 9 fogli

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra Via Gessi e Via Antonio Ducati in Comune di Zola Predosa (BO).

3 PREMESSE

Presso l'area ex-cava di gesso, sita tra Via Gessi e Via Antonio Ducati, nel Comune di Zola Predosa (BO), in data 08/08/2023 è stata effettuata un'indagine geofisica mediante misura a stazione singola con tecnica *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)* al fine di ottenere la classificazione del tipo di suolo presente nel sito, sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio S ($V_{s,eq}$), in ottemperanza a quanto riportato nel decreto del Ministero delle Infrastrutture, 17 gennaio 2018.

La presente indagine geofisica è consistita in:

- N. 2 misure a stazione singola con tecnica HVSR (HVSR1 e HVSR2)

Le misure a stazione singola sono state eseguite con tromografo digitale modello Tromino® Engy in corrispondenza di prove geognostiche (sondaggi e CPT) fornite dal committente.

Il software utilizzato per l'elaborazione dei dati è "GRILLA"© Release 2010 ver. 6.0 beta (All rights reserved).

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra Via Gessi e Via Antonio Ducati in Comune di Zola Predosa (BO).

4 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

4.1 Misura a stazione singola H/V: procedura e strumentazione utilizzata

Il metodo *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) proposto da Nogoshi e Igarashi (1970) e successivamente modificato da Nakamura (1989), si basa sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) del rumore sismico registrato in un sito. Il rumore sismico è presente ovunque ed è generato sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività antropica. Il rumore sismico è indicato spesso come microtremore poiché è caratterizzato da oscillazioni molto deboli (dell'ordine dei $\mu\text{m/s}$). I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma soprattutto da onde superficiali, la cui velocità è comunque prossima a quella delle onde S (Mulargia et al., 2007). La tecnica di misura del rumore sismico richiede tempi di registrazione pari a 14-30 minuti e necessita di sensori tridirezionali da sismologia con messa in bolla, digitalizzatore 24 bit con elevata dinamica, elevato guadagno ed elevata frequenza di campionamento nativo, con minimizzazione del rumore elettro/meccanico.

L'acquisizione è stata eseguita utilizzando un tromografo digitale, "TROMINO ENGY" (*Micromed S.p.A.*) dotato di 3 canali velocimetrici (N-S, E-W, Up-Down) ad alto guadagno per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a $\sim 1.5 \text{ mm/s}$); il sistema opera nell'intervallo di frequenze 0.1–1024 Hz. L'elaborazione dei dati di rumore sismico acquisiti è avvenuta mediante software *Grilla*.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra Via Gessi e Via Antonio Ducati in Comune di Zola Predosa (BO).

5 TECNICA HVSR

Strumento: TROMINO MODELLO ENGY

Data registrazione: 08/08/2023

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Freq. campionamento: 512 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

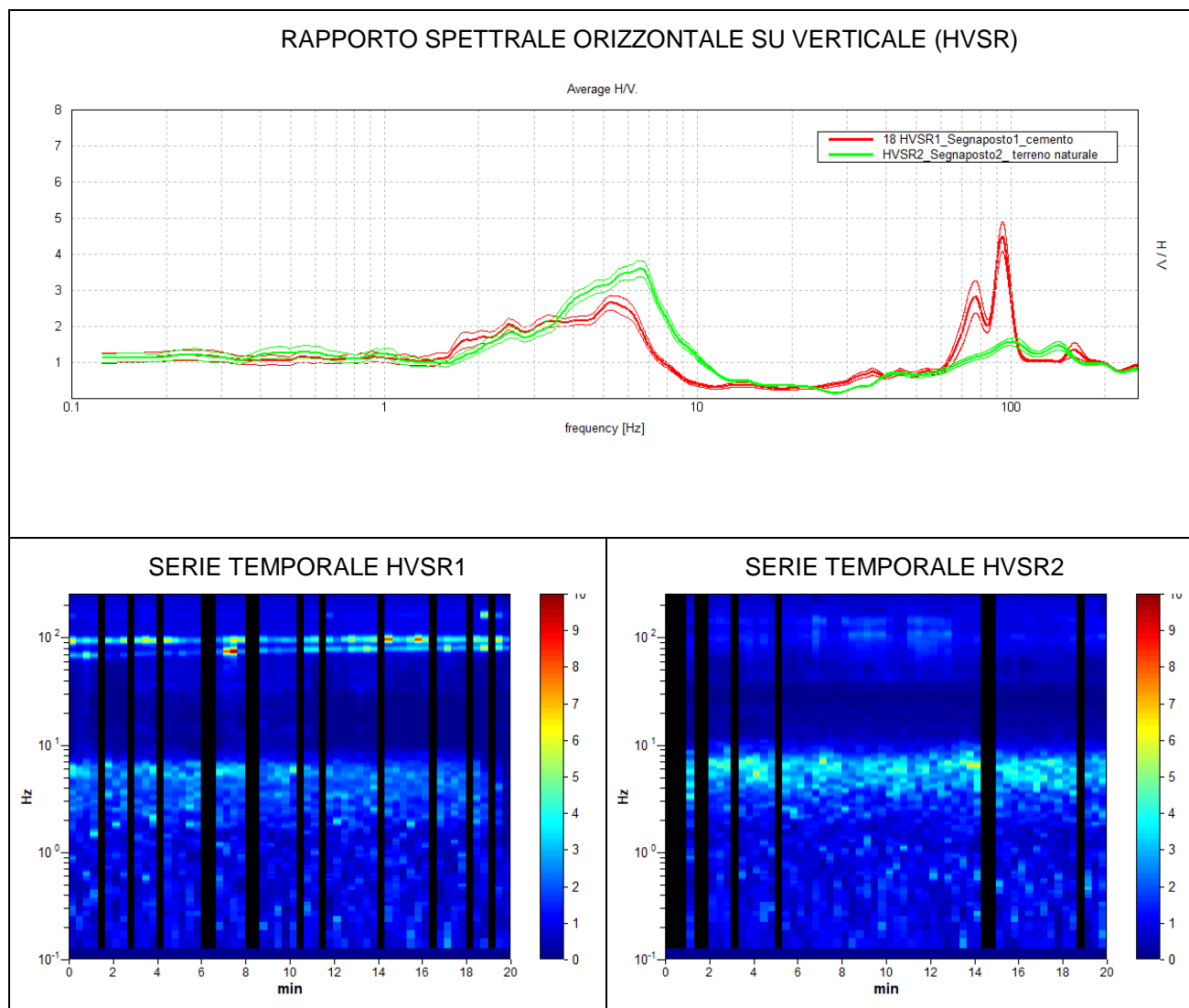


Figura 1 - Curva H/V (HVSR) registrata nel sito in esame e serie temporale considerata nell'analisi.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra Via Gessi e Via Antonio Ducati in Comune di Zola Predosa (BO).

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI HVSR1

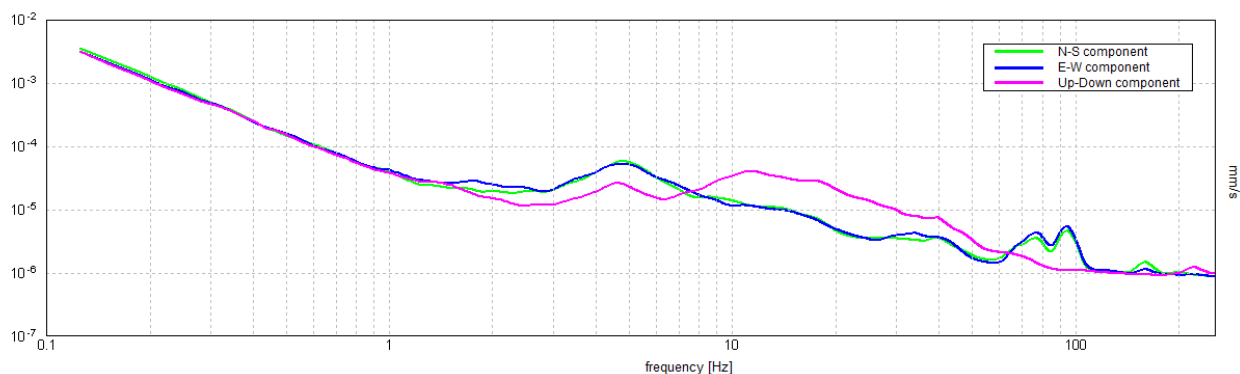


Figura 2 - spettri delle 3 componenti del moto in velocità registrate nel sito

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI HVSR2

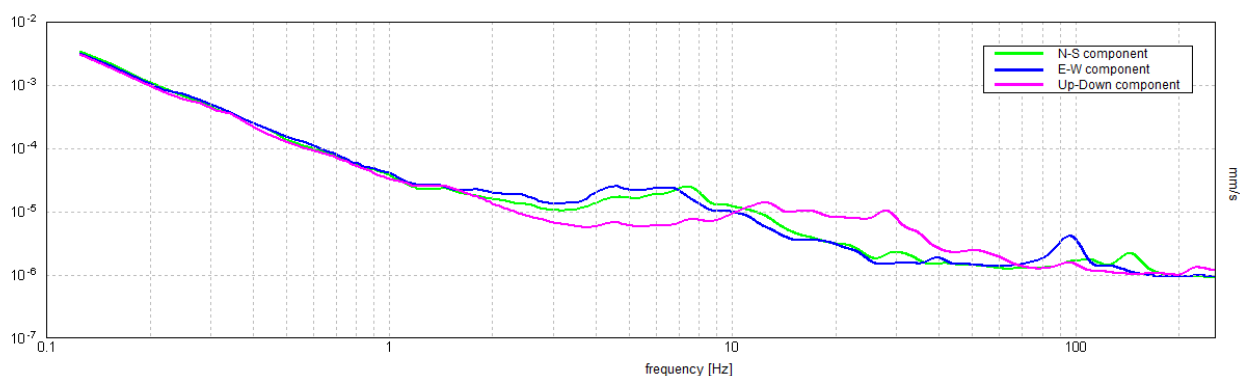


Figura 3 - spettri delle 3 componenti del moto in velocità registrate nel sito

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

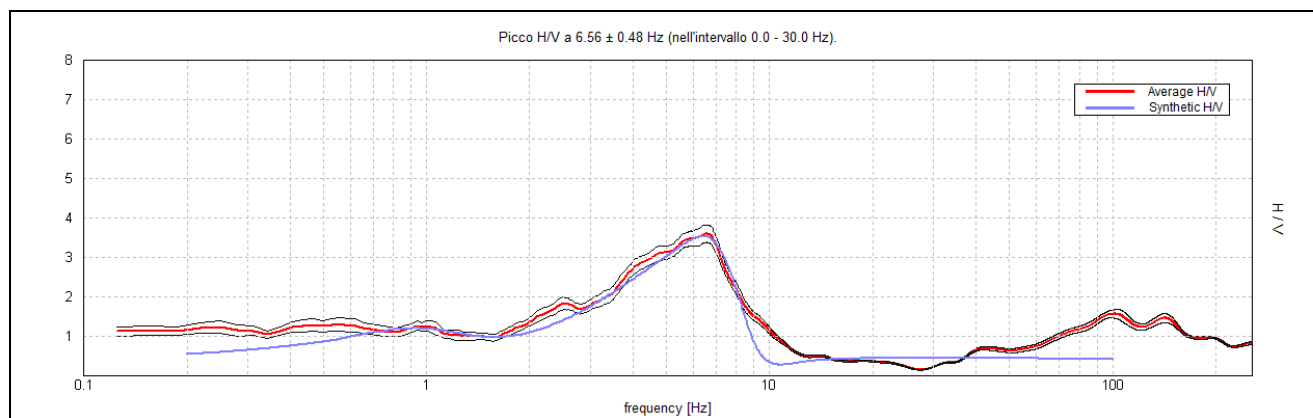


Figura 4 - confronto tra curva HVSR2 (eseguita su terreno naturale) sperimentale registrata nel sito e curva teorica (blu) relativa al modello di sottosuolo proposto per il sito.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra Via Gessi e Via Antonio Ducati in Comune di Zola Predosa (BO).

6 MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO

Sulla base dei risultati ottenuti e dell'interpretazione dei dati acquisiti il modello di sottosuolo proposto per il sito in studio, in termini di profilo verticale di Vs, è il seguente:

Profondità base strato (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)
3.50	3.50	170
8.00	4.50	200
30.00	22.00	415
80.00	50.00	560
170.00	90.00	630
inf.	inf.	820

Tabella 1 – Modello di sottosuolo proposto per il sito

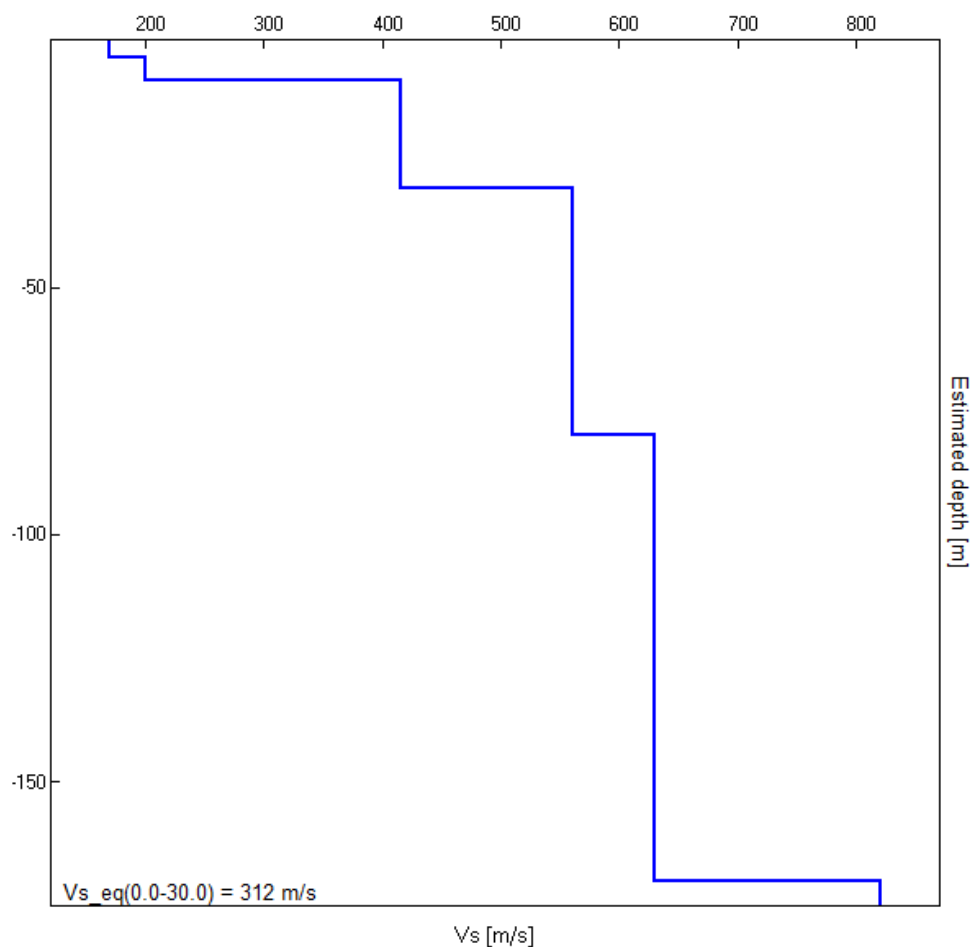


Figura 5 - Modello di velocità delle onde di taglio S

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra Via Gessi e Via Antonio Ducati in Comune di Zola Predosa (BO).

7 CONCLUSIONI

Vs,eq=Vs30 [m/s] da quota piano campagna su cui è stata eseguita l'indagine geofisica.....312

Le curve HVSR registrate in sito e ottenute sperimentalmente sono confrontabili e congruenti tra loro.

La curva HVSR, analizzata nel range di frequenza tra 0.1 – 30 Hz, mostra una forte amplificazione del moto del suolo per risonanza stratigrafica da medio ad alto contrasto d'impedenza ($2.5 < H/V < 3.5$), con picco spettrale caratteristico a 6.5 Hz (le due curve HVSR mostrano un intervallo tra 5 – 7 Hz)

La normativa applicata nel presente lavoro è il DM 17 gennaio 2018.

San Lazzaro di Savena, 22/08/2023



ALLEGATO 4

Prove di laboratorio geotecnico

- Campioni terreno in sito
- Campioni terreno di riporto



GEOTEA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

PESO DI VOLUME CON FUSTELLA TARATA

Determination of bulk and dry density of fine-grained soil with sampling tube

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-2

Technical specification

Rapporto di prova - *Test report*

Verbale - *Acceptance report*

Committente - *Commissioner*

Località - *Locality*

Cantiere - *Site*

Sondaggio - *Borehole*

Campione - *Sample*

Profondità - *Depth*

Data ricevimento - *Receiving date*

Data inizio prove - *Test starting date*

Data fine prove - *Test ending date*

Data emissione rapporto - *Report date*

Data apertura campione - *Sample opening date*

Classe campione - *Sample quality*

0430I- 23.1063 -001

0430I

COMUNE DI ZOLA PREDOSA

ZOLA PREDOSA (BO)

RIQUALIFICAZIONE PARCO DEI GESSAROLI

SAGGIO1

C1

1.20- 1.40m

12/07/2023

13/07/2023

03/08/2023

03/08/2023

13/07/2023

Q4

Massa tara (g) - *Tara weight* 70.61
Massa campione umido + tara (g)
Moist specimen + tara 97.60
Massa campione secco + tara (g)
Dried specimen + tara 91.58
Volume fustella tarata (cm³)
Sampling tube volume 14.88

Umidità naturale (%) - *Water content* 28.71

Massa volumica umida (kg/m³) - *Bulk density* 1813.36


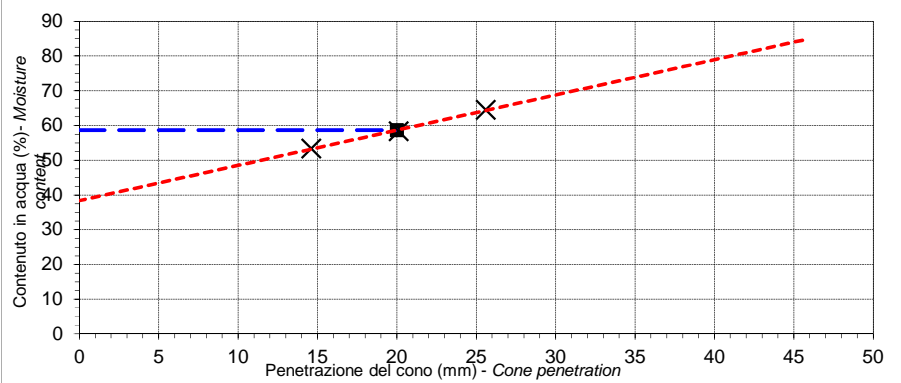
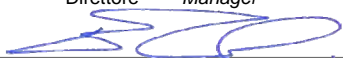

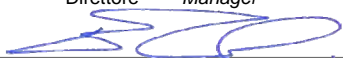

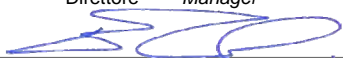

Massa volumica secca (kg/m³) - *Dry density* 1408.90

Note - *Remarks*

Direttore *Manager*

Sperimentatore *Technician*

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

 GEOTEA s.r.l. <small>AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY</small>	CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF SOIL Normativa di riferimento: UNI 11531-1 Technical specification																						
Rapporto di prova - <i>Test report</i> Verbale - <i>Acceptance report</i> Committente - <i>Commissioner</i> Località - <i>Locality</i> Cantiere - <i>Site</i> Sondaggio - <i>Borehole</i> Campione - <i>Sample</i> Profondità - <i>Depth</i> Data ricevimento - <i>Receiving date</i> Data inizio prove - <i>Test starting date</i> Data fine prove - <i>Test ending date</i> Data emissione rapporto - <i>Report date</i> Data apertura campione - <i>Sample opening date</i>	0430I- 23.1063 -002 0430I COMUNE DI ZOLA PREDOSA ZOLA PREDOSA (BO) RIQUALIFICAZIONE PARCO DEI GESSAROLI SAGGIO1 C1 1.20- 1.40m 12/07/2023 13/07/2023 03/08/2023 03/08/2023 13/07/2023																						
Analisi granulometrica 3 setacci Particle size analysis 3 sieves	UNI EN 933-1																						
Peso campione (g) - <i>Specimen weight</i> setaccio 2 mm - <i>sieve</i> setaccio 0,4 mm - <i>sieve</i> setaccio 0,063 mm - <i>sieve</i>	366.59 <table border="0"> <tr> <td>Pesate (g) - <i>Weight</i></td> <td>Passante (%) - <i>% finer than D</i></td> </tr> <tr> <td>45.44</td> <td>87.60</td> </tr> <tr> <td>14.80</td> <td>83.57</td> </tr> <tr> <td>11.40</td> <td>80.46</td> </tr> </table>			Pesate (g) - <i>Weight</i>	Passante (%) - <i>% finer than D</i>	45.44	87.60	14.80	83.57	11.40	80.46												
Pesate (g) - <i>Weight</i>	Passante (%) - <i>% finer than D</i>																						
45.44	87.60																						
14.80	83.57																						
11.40	80.46																						
Limiti di Atterberg - Atterberg limits	UNI CEN ISO/TS17892-12																						
Penetrazione del cono (mm) <i>Cone penetration</i> Massa tara (g) - <i>Tara weight</i> Massa campione umido + tara (g) <i>Moist specimen + tara</i> Massa campione secco + tara (g) <i>Dried specimen + tara</i> Contenuto in acqua (%) - <i>Moisture content</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Provino 1 - <i>Specimen 1</i></th> <th>Provino 2 - <i>Specimen 2</i></th> <th>Provino 3 - <i>Specimen 3</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>146</td> <td>201</td> <td>256</td> </tr> <tr> <td>71.96</td> <td>71.19</td> <td>62.24</td> </tr> <tr> <td>84.55</td> <td>86.36</td> <td>80.45</td> </tr> <tr> <td>80.17</td> <td>80.77</td> <td>73.31</td> </tr> <tr> <td>53.35</td> <td>58.35</td> <td>64.50</td> </tr> </tbody> </table>			Provino 1 - <i>Specimen 1</i>	Provino 2 - <i>Specimen 2</i>	Provino 3 - <i>Specimen 3</i>	146	201	256	71.96	71.19	62.24	84.55	86.36	80.45	80.17	80.77	73.31	53.35	58.35	64.50		
Provino 1 - <i>Specimen 1</i>	Provino 2 - <i>Specimen 2</i>	Provino 3 - <i>Specimen 3</i>																					
146	201	256																					
71.96	71.19	62.24																					
84.55	86.36	80.45																					
80.17	80.77	73.31																					
53.35	58.35	64.50																					
Limite liquido (%) - Limit liquid Massa tara (g) - <i>Tara weight</i> Massa campione umido + tara (g) Massa campione secco + tara (g) <i>Dried specimen + tara</i> Limite plastico (%) - <i>Plastic limit</i> Limite plastico (%) - Plastic limit	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>58.63</td> <td></td> <td></td> <td rowspan="5"> Indice plastico - Plastic index 33 Differenza percentuale 0.21 </td> </tr> <tr> <td>71.68</td> <td>71.75</td> <td></td> </tr> <tr> <td>78.21</td> <td>80.94</td> <td></td> </tr> <tr> <td>76.88</td> <td>79.07</td> <td></td> </tr> <tr> <td>25.58</td> <td>25.63</td> <td></td> </tr> <tr> <td>25.60</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			58.63			Indice plastico - Plastic index 33 Differenza percentuale 0.21	71.68	71.75		78.21	80.94		76.88	79.07		25.58	25.63		25.60			
58.63			Indice plastico - Plastic index 33 Differenza percentuale 0.21																				
71.68	71.75																						
78.21	80.94																						
76.88	79.07																						
25.58	25.63																						
25.60																							
																							
<table border="0"> <tr> <td>Classificazione CNR-UNI - Classification of soil according to CNR-UNI</td> <td>A 7-6</td> </tr> <tr> <td>Indice di Gruppo - Group index</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Classificazione USCS - Classification of soil according to USCS</td> <td>CH-OH</td> </tr> </table>				Classificazione CNR-UNI - Classification of soil according to CNR-UNI	A 7-6	Indice di Gruppo - Group index	20	Classificazione USCS - Classification of soil according to USCS	CH-OH														
Classificazione CNR-UNI - Classification of soil according to CNR-UNI	A 7-6																						
Indice di Gruppo - Group index	20																						
Classificazione USCS - Classification of soil according to USCS	CH-OH																						
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;"> Direttore <i>Manager</i>  </td> <td style="text-align: center;"> Sperimentatore <i>Technician</i>  </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378 e-mail laboratorio.geotea@database.it Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre </td> </tr> </table>				Direttore <i>Manager</i> 	Sperimentatore <i>Technician</i> 	Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378 e-mail laboratorio.geotea@database.it Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre																	
Direttore <i>Manager</i> 	Sperimentatore <i>Technician</i> 																						
Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378 e-mail laboratorio.geotea@database.it Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre																							
IOP DE 3.5 - MOD PROD 11 B5b REV0																							



GEOTEA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTQUALITY

TAGLIO DIRETTO

DIRECT SHEAR TEST

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-10

Technical specification

Rapporto di prova - Test report

Verbale - Acceptance report

Committente - Commissioner

Località - Locality

Cantiere - Site

Sondaggio - Borehole

Campione - Sample

Profondità - Depth

Data ricevimento - Receiving date

Data inizio prove - Test starting date

Data fine prove - Test ending date

Data emissione rapporto - Report date

Data apertura campione - Sample opening date

Classe del campione - Sample quality

0430I- 23.1063 -003

0430I

COMUNE DI ZOLA PREDOSA

ZOLA PREDOSA (BO)

RIVALIFICAZIONE PARCO DEI GESSAROLI

SAGGIO1

C1

1.20- 1.40m

12/07/2023

13/07/2023

03/08/2023

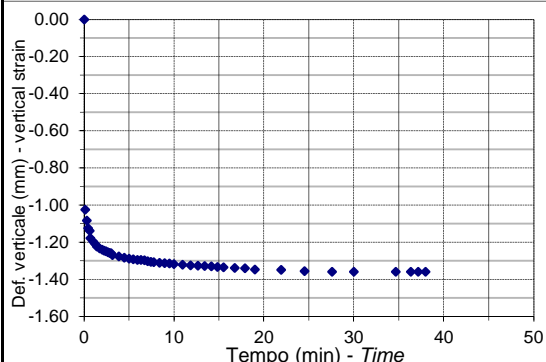
03/08/2023

13/07/2023

Q3

Umidità iniziale - Initial water content	%	28.71		
Densità naturale iniziale - Initial wet density	kg/m ³	1813.36		
Densità secca iniziale - Initial dry density	kg/m ³	1408.90		
Provino - Specimen id	n°	1	2	3
Lato - Specimen side	mm	60.0	60.0	60.0
Altezza iniziale - Initial specimen height	mm	20.0	20.0	20.0
Velocità di taglio utilizzata - Strain rate	mm/min	0.006	0.006	0.006
Press. di consolidazione - Consolidation pressure	kPa	98.1	196.1	294.2
Umidità finale - Final water content	%	28.01	27.49	27.03

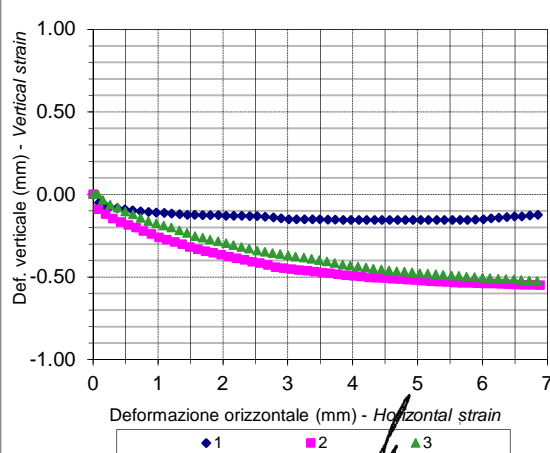
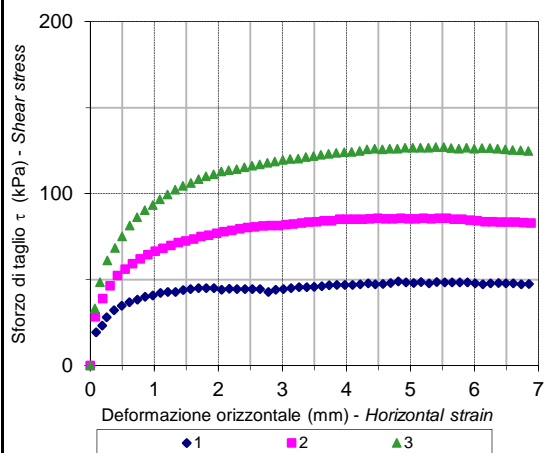
Fase di consolidazione - Consolidation test



Note - Remarks

Terreno antropizzato costituito da limo argilloso e/o argilla limosa con inclusi di gesso e laterizi. Colore grigio scuro, rosso per ossidazione.

Pocket Penetrometer 1.1- 0.8 kg/cm²
Tor Vane 0.6-0.4 kg/cm²



Direttore Manager

Sperimentatore Technician

Grado di incertezza delle misure degli strumenti di forza: $\pm 0,15\%$

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre



GEOTE s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

TAGLIO DIRETTO

DIRECT SHEAR TEST

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-10

Technical specification

Rapporto di prova - Test report

0430I- 23.1063 -003

Verbale - Acceptance report

0430I

Consolidation test (0-100 kPa)		Provino 1 - Specimen 1			Provino 2 - Specimen 2			Provino 3 - Specimen 3		
time (s)	def. ↓ (mm)	def. → (mm)	def. ↓ (mm)	shear stress (kPa)	def. → (mm)	def. ↓ (mm)	shear stress (kPa)	def. → (mm)	def. ↓ (mm)	shear stress (kPa)
1	-1.03	0.09	0.05	19.44	0.08	0.09	28.33	0.07		33.06
6	-1.08	0.18	0.07	23.33	0.19	0.12	38.89	0.15	0.04	48.33
12	-1.12	0.26	0.08	28.06	0.31	0.15	46.39	0.26	0.06	61.11
24	-1.14	0.37	0.08	32.22	0.42	0.17	52.22	0.38	0.08	68.33
30	-1.18	0.49	0.09	34.72	0.55	0.19	56.11	0.49	0.11	75.00
60	-1.20	0.61	0.10	36.94	0.66	0.20	59.17	0.61	0.12	81.39
90	-1.21	0.73	0.10	38.33	0.78	0.22	61.94	0.73	0.14	86.11
120	-1.22	0.86	0.11	40.00	0.90	0.24	64.44	0.85	0.16	90.28
180	-1.23	0.98	0.11	40.83	1.02	0.26	66.39	0.97	0.18	93.33
240	-1.24	1.10	0.11	42.22	1.14	0.28	68.06	1.09	0.19	96.67
300	-1.25	1.21	0.12	42.78	1.26	0.29	69.72	1.21	0.20	99.44
360	-1.25	1.33	0.12	42.78	1.38	0.30	71.39	1.33	0.22	102.22
420	-1.25	1.45	0.12	43.89	1.49	0.32	72.50	1.45	0.23	104.44
480	-1.26	1.57	0.12	44.44	1.61	0.33	73.61	1.57	0.25	106.11
540	-1.26	1.69	0.13	45.00	1.73	0.35	75.00	1.69	0.26	108.33
600	-1.27	1.81	0.13	45.00	1.85	0.36	75.83	1.80	0.28	110.00
900	-1.28	1.93	0.13	45.00	1.97	0.37	76.94	1.93	0.29	111.11
1200	-1.28	2.05	0.13	44.17	2.09	0.38	77.78	2.05	0.30	112.78
1500	-1.29	2.17	0.13	44.72	2.21	0.39	78.61	2.16	0.31	113.61
1800	-1.29	2.29	0.13	44.44	2.34	0.40	79.44	2.29	0.32	114.17
2100	-1.30	2.41	0.13	44.44	2.45	0.41	80.28	2.41	0.33	115.28
2400	-1.30	2.53	0.13	44.44	2.57	0.42	80.56	2.53	0.34	116.11
2700	-1.30	2.65	0.14	44.44	2.69	0.43	81.11	2.64	0.35	116.94
3000	-1.30	2.78	0.14	42.78	2.81	0.44	81.39	2.76	0.36	117.78
3300	-1.31	2.90	0.15	44.17	2.94	0.45	81.39	2.88	0.36	118.61
3600	-1.31	3.02	0.15	44.44	3.06	0.45	81.94	3.01	0.37	119.44
4200	-1.31	3.14	0.15	45.00	3.17	0.46	82.22	3.12	0.38	120.00
4800	-1.31	3.26	0.15	45.56	3.30	0.46	82.78	3.25	0.38	120.28
5400	-1.32	3.38	0.15	45.56	3.41	0.47	83.33	3.36	0.39	121.11
6000	-1.32	3.50	0.15	45.83	3.53	0.47	83.61	3.48	0.40	121.67
7200	-1.32	3.62	0.15	46.11	3.65	0.48	84.17	3.60	0.41	122.50
8400	-1.32	3.73	0.15	46.67	3.77	0.49	84.17	3.72	0.42	123.06
9600	-1.33	3.85	0.15	46.94	3.89	0.49	85.00	3.84	0.43	123.61
10800	-1.33	3.97	0.15	46.94	4.01	0.50	85.00	3.96	0.43	123.89
12000	-1.33	4.10	0.15	46.94	4.13	0.50	85.00	4.08	0.44	124.17
13200	-1.33	4.21	0.15	47.22	4.26	0.50	85.00	4.21	0.44	124.72
14400	-1.34	4.34	0.15	47.78	4.37	0.51	85.28	4.32	0.45	125.56
16800	-1.34	4.45	0.15	47.22	4.49	0.51	85.56	4.44	0.46	126.11
19200	-1.34	4.57	0.16	47.50	4.61	0.51	85.28	4.56	0.46	125.56
21600	-1.35	4.69	0.16	48.06	4.73	0.51	85.28	4.68	0.47	126.11
28800	-1.35	4.81	0.16	48.89	4.85	0.52	85.56	4.80	0.47	126.11
36000	-1.36	4.93	0.16	48.33	4.97	0.52	85.28	4.91	0.47	126.67
45600	-1.36	5.05	0.16	48.06	5.09	0.52	85.28	5.04	0.48	126.67
54000	-1.36	5.17	0.16	48.61	5.21	0.53	85.56	5.16	0.48	126.67
72000	-1.36	5.29	0.16	47.78	5.32	0.53	85.28	5.28	0.48	126.67
79200	-1.36	5.41	0.16	48.61	5.45	0.53	85.56	5.40	0.49	126.94
82800	-1.36	5.53	0.16	48.33	5.57	0.53	85.56	5.52	0.49	126.94
86400	-1.36	5.65	0.16	48.33	5.68	0.54	85.00	5.64	0.50	126.39
		5.77	0.15	48.33	5.81	0.54	85.00	5.76	0.50	126.11
		5.89	0.15	48.33	5.93	0.54	84.44	5.88	0.50	126.67
		6.01	0.15	47.78	6.05	0.54	84.17	6.00	0.51	126.11
		6.13	0.15	47.22	6.17	0.54	83.61	6.12	0.51	126.39
		6.25	0.14	47.78	6.29	0.54	83.61	6.24	0.51	126.39
		6.37	0.14	48.06	6.41	0.55	83.33	6.36	0.51	126.11
		6.49	0.13	47.78	6.53	0.55	83.33	6.48	0.52	125.56
		6.61	0.13	47.78	6.65	0.55	83.33	6.60	0.52	125.28
		6.73	0.13	47.22	6.77	0.55	83.06	6.72	0.52	125.00
		6.85	0.12	47.50	6.89	0.55	82.78	6.84	0.53	124.72

Note - Remarks

Direttore Manager

Sperimentatore

Technician

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

TAGLIO DIRETTO

Committente: COMUNE DI ZOLA PREDOSA
Località: ZOLA PREDOSA (BO)
Cantiere: RIQUALIFICAZIONE PARCO DEI GESSAROLI

Sondaggio: SAGGIO1
Campione: C1
Profondità: 1.20- 1.40m

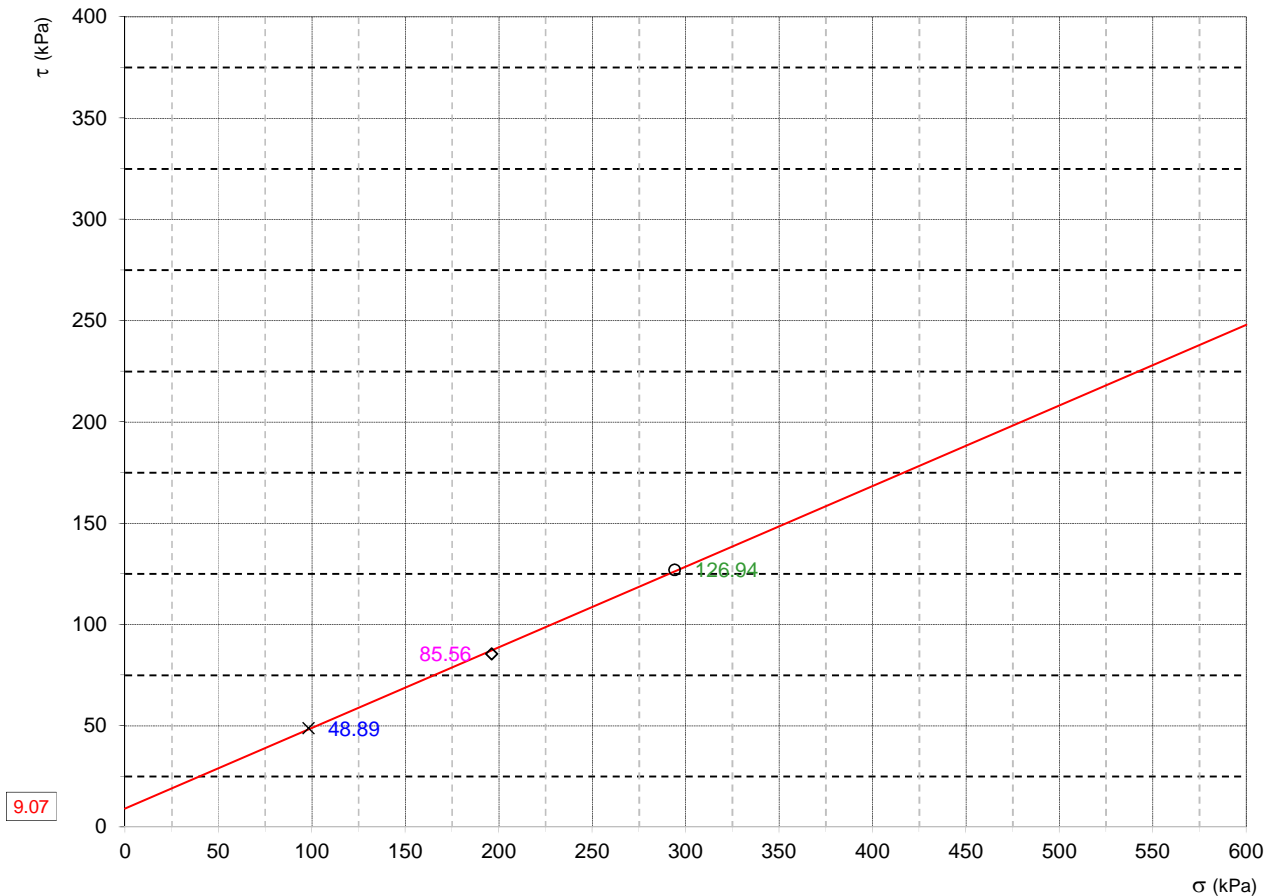
REGRESSIONE LINEARE DEI TRE VALORI DI SFORZO MASSIMO

Lato provino	60.00	mm
Altezza iniziale	20.00	mm

Valori dei provini a rottura				
Provino	n°	1	2	3
Sforzo a rottura	kPa	48.89	85.56	126.94
Intercetta C'	KPa	9.07		
ϕ'	° sess	21.70		

Velocità di prova
0.006
mm/min

Terreno antropizzato costituito da limo argilloso
e/o argilla limosa con inclusi di gesso e laterizi.
Colore grigio scuro, rosso per ossidazione.


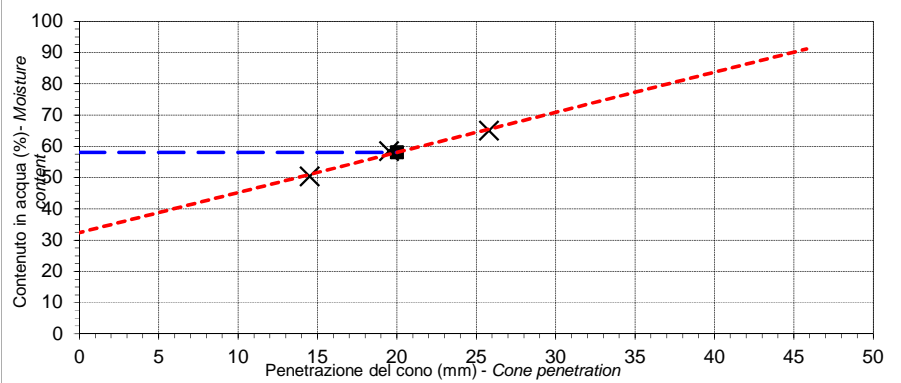
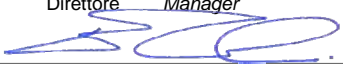

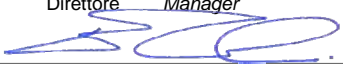

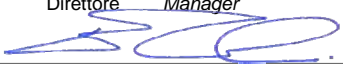



×1

◇2

○3

La coesione efficace e l'angolo di resistenza al taglio si riferiscono alla elaborazione della prova di taglio diretto eseguita mediante una semplice regressione lineare sui tre punti di sforzo massimo e per il campo tensionale nel quale i vari provini sono stati sottoposti a taglio.

 GEOTEA s.r.l. <small>AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTQUALITY</small>	CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF SOIL Normativa di riferimento: UNI 11531-1 Technical specification																				
Rapporto di prova - <i>Test report</i> Verbale - <i>Acceptance report</i> Committente - <i>Commissioner</i> Località - <i>Locality</i> Cantiere - <i>Site</i> Sondaggio - <i>Borehole</i> Campione - <i>Sample</i> Profondità - <i>Depth</i> Data ricevimento - <i>Receiving date</i> Data inizio prove - <i>Test starting date</i> Data fine prove - <i>Test ending date</i> Data emissione rapporto - <i>Report date</i> Data apertura campione - <i>Sample opening date</i>	0430I- 23.1063 -004 0430I COMUNE DI ZOLA PREDOSA ZOLA PREDOSA (BO) RIQUALIFICAZIONE PARCO DEI GESSAROLI SAGGIO1 C2 2.20- 2.40m 12/07/2023 13/07/2023 03/08/2023 03/08/2023 13/07/2023																				
Analisi granulometrica 3 setacci Particle size analysis 3 sieves	UNI EN 933-1																				
Peso campione (g) - <i>Specimen weight</i> setaccio 2 mm - <i>sieve</i> setaccio 0,4 mm - <i>sieve</i> setaccio 0,063 mm - <i>sieve</i>	309.59 <table border="0"> <tr> <td>Pesate (g) - <i>Weight</i></td> <td>Passante (%) - <i>% finer than D</i></td> </tr> <tr> <td>56.82</td> <td>81.65</td> </tr> <tr> <td>10.08</td> <td>78.39</td> </tr> <tr> <td>9.31</td> <td>75.38</td> </tr> </table>			Pesate (g) - <i>Weight</i>	Passante (%) - <i>% finer than D</i>	56.82	81.65	10.08	78.39	9.31	75.38										
Pesate (g) - <i>Weight</i>	Passante (%) - <i>% finer than D</i>																				
56.82	81.65																				
10.08	78.39																				
9.31	75.38																				
Limiti di Atterberg - Atterberg limits	UNI CEN ISO/TS17892-12																				
Penetrazione del cono (mm) <i>Cone penetration</i> Massa tara (g) - <i>Tara weight</i> Massa campione umido + tara (g) <i>Moist specimen + tara</i> Massa campione secco + tara (g) <i>Dried specimen + tara</i> Contenuto in acqua (%) - <i>Moisture content</i> Limite liquido (%) - Limit liquid	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Provino 1 - <i>Specimen 1</i></th> <th>Provino 2 - <i>Specimen 2</i></th> <th>Provino 3 - <i>Specimen 3</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>145</td> <td>195</td> <td>258</td> </tr> <tr> <td>70.66</td> <td>70.63</td> <td>70.06</td> </tr> <tr> <td>84.36</td> <td>86.95</td> <td>83.92</td> </tr> <tr> <td>79.77</td> <td>80.93</td> <td>78.46</td> </tr> <tr> <td>50.38</td> <td>58.45</td> <td>65.00</td> </tr> </tbody> </table>			Provino 1 - <i>Specimen 1</i>	Provino 2 - <i>Specimen 2</i>	Provino 3 - <i>Specimen 3</i>	145	195	258	70.66	70.63	70.06	84.36	86.95	83.92	79.77	80.93	78.46	50.38	58.45	65.00
Provino 1 - <i>Specimen 1</i>	Provino 2 - <i>Specimen 2</i>	Provino 3 - <i>Specimen 3</i>																			
145	195	258																			
70.66	70.63	70.06																			
84.36	86.95	83.92																			
79.77	80.93	78.46																			
50.38	58.45	65.00																			
Massa tara (g) - <i>Tara weight</i> Massa campione umido + tara (g) Massa campione secco + tara (g) <i>Dried specimen + tara</i> Limite plastico (%) - <i>Plastic limit</i> Limite plastico (%) - Plastic limit	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>70.91</td> <td>71.65</td> <td rowspan="5"> Indice plastico - Plastic index 31 Differenza percentuale 0.12 </td> </tr> <tr> <td>79.74</td> <td>78.25</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>77.85</td> <td>76.84</td> </tr> <tr> <td>27.20</td> <td>27.17</td> </tr> <tr> <td>27.18</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			70.91	71.65	Indice plastico - Plastic index 31 Differenza percentuale 0.12	79.74	78.25			77.85	76.84	27.20	27.17	27.18						
70.91	71.65	Indice plastico - Plastic index 31 Differenza percentuale 0.12																			
79.74	78.25																				
77.85	76.84																				
27.20	27.17																				
27.18																					
																					
Classificazione CNR-UNI - Classification of soil according to CNR-UNI A 7-6 Indice di Gruppo - Group index 20 Classificazione USCS - Classification of soil according to USCS CH-OH																					
<table border="0"> <tr> <td data-bbox="137 1827 603 2045"> Direttore <i>Manager</i>  Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378 e-mail laboratorio.geotea@database.it Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre </td> <td data-bbox="608 1827 1428 2045"> Sperimentatore <i>Technician</i>  </td> </tr> </table>				Direttore <i>Manager</i>  Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378 e-mail laboratorio.geotea@database.it Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre	Sperimentatore <i>Technician</i> 																
Direttore <i>Manager</i>  Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378 e-mail laboratorio.geotea@database.it Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre	Sperimentatore <i>Technician</i> 																				
IOP DE 3.5 - MOD PROD 11 B5b REV0																					



GEOTEA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTQUALITY

TAGLIO DIRETTO

DIRECT SHEAR TEST

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-10

Technical specification

Rapporto di prova - Test report

Verbale - Acceptance report

Committente - Commissioner

Località - Locality

Cantiere - Site

Sondaggio - Borehole

Campione - Sample

Profondità - Depth

Data ricevimento - Receiving date

Data inizio prove - Test starting date

Data fine prove - Test ending date

Data emissione rapporto - Report date

Data apertura campione - Sample opening date

Classe del campione - Sample quality

0430I- 23.1063 -005

0430I

COMUNE DI ZOLA PREDOSA

ZOLA PREDOSA (BO)

RIQUALIFICAZIONE PARCO DEI GESSAROLI

SAGGIO1

C2

2.20- 2.40m

12/07/2023

13/07/2023

03/08/2023

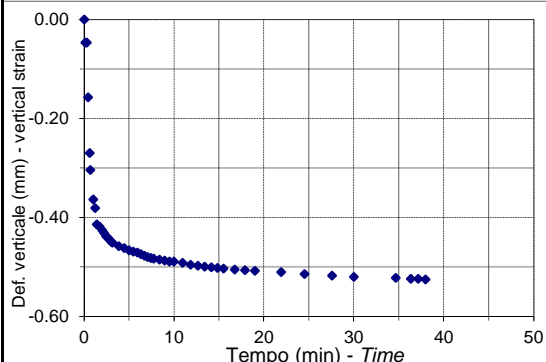
03/08/2023

13/07/2023

Q3

Umidità iniziale - Initial water content	%	28.98		
Densità naturale iniziale - Initial wet density	kg/m ³	1719.30		
Densità secca iniziale - Initial dry density	kg/m ³	1332.98		
Provino - Specimen id	n°	1	2	3
Lato - Specimen side	mm	60.0	60.0	60.0
Altezza iniziale - Initial specimen height	mm	20.0	20.0	20.0
Velocità di taglio utilizzata - Strain rate	mm/min	0.006	0.006	0.006
Press. di consolidazione - Consolidation pressure	kPa	98.1	196.1	294.2
Umidità finale - Final water content	%	27.41	27.00	26.54

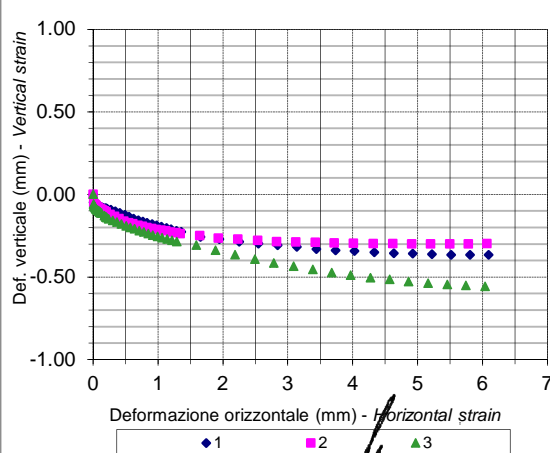
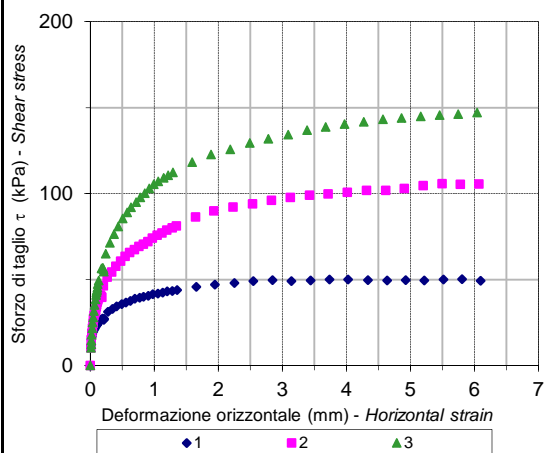
Fase di consolidazione - Consolidation test



Note - Remarks

Terreno antropizzato costituito da limo argilloso e/o argilla limosa con inclusi di gesso e laterizi.

Pocket Penetrometer	0.8- 1	kg/cm ²
Tor Vane	0.4- 0.6	kg/cm ²



Direttore - Manager

Sperimentatore - Technician

Grado di incertezza delle misure degli strumenti di forza: $\pm 0,15\%$

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori



GEOTE s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

TAGLIO DIRETTO

DIRECT SHEAR TEST

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-10

Technical specification

Rapporto di prova - Test report

Verbale - Acceptance report

0430I- 23.1063 -005

0430I

Consolidation test (0-100 kPa)		Provino 1 - Specimen 1			Provino 2 - Specimen 2			Provino 3 - Specimen 3		
time (s)	def. ↓ (mm)	def. → (mm)	def. ↓ (mm)	shear stress (kPa)	def. → (mm)	def. ↓ (mm)	shear stress (kPa)	def. → (mm)	def. ↓ (mm)	shear stress (kPa)
1	-0.05	0.01	0.05	11.97	0.01	0.05	10.19	0.01	0.06	10.19
6	-0.05	0.02	0.05	15.17	0.02	0.06	15.05	0.01	0.07	12.27
12	-0.16	0.02	0.06	16.88	0.03	0.06	18.75	0.02	0.07	14.58
24	-0.27	0.03	0.06	18.38	0.03	0.06	21.76	0.02	0.08	17.82
30	-0.30	0.05	0.06	19.66	0.04	0.07	24.54	0.03	0.08	21.53
60	-0.36	0.06	0.06	20.73	0.05	0.07	27.08	0.04	0.09	25.00
90	-0.38	0.07	0.07	21.58	0.06	0.08	29.17	0.04	0.09	28.01
120	-0.41	0.08	0.07	22.65	0.07	0.08	30.56	0.06	0.09	31.71
180	-0.42	0.09	0.07	23.29	0.08	0.08	31.25	0.07	0.10	35.19
240	-0.43	0.10	0.07	23.72	0.08	0.08	31.71	0.08	0.10	38.43
300	-0.43	0.11	0.08	23.93	0.08	0.08	31.94	0.09	0.10	40.97
360	-0.44	0.11	0.08	23.93	0.09	0.09	34.03	0.09	0.11	42.36
420	-0.44	0.11	0.08	24.36	0.10	0.09	35.42	0.10	0.11	43.29
480	-0.45	0.12	0.08	25.21	0.11	0.09	36.81	0.10	0.11	43.98
540	-0.45	0.13	0.08	25.64	0.12	0.09	38.19	0.11	0.11	45.14
600	-0.45	0.14	0.08	26.28	0.13	0.09	39.35	0.12	0.11	47.22
900	-0.46	0.15	0.08	26.71	0.14	0.09	40.05	0.13	0.11	49.31
1200	-0.46	0.19	0.08	27.35	0.16	0.10	40.97	0.17	0.13	56.48
1500	-0.47	0.20	0.09	26.92	0.17	0.10	40.05	0.20	0.14	56.71
1800	-0.47	0.21	0.09	26.71	0.18	0.10	39.58	0.20	0.14	55.79
2100	-0.47	0.21	0.09	27.14	0.21	0.11	46.30	0.21	0.14	54.63
2400	-0.47	0.28	0.09	31.20	0.26	0.12	51.39	0.24	0.15	65.05
2700	-0.48	0.34	0.10	32.91	0.33	0.13	54.40	0.30	0.16	71.30
3000	-0.48	0.41	0.11	34.40	0.40	0.15	57.64	0.37	0.17	76.39
3300	-0.48	0.49	0.12	35.68	0.47	0.16	60.65	0.44	0.18	80.79
3600	-0.48	0.55	0.14	36.75	0.55	0.17	63.43	0.51	0.19	85.42
4200	-0.49	0.62	0.15	37.61	0.62	0.18	65.74	0.57	0.20	88.89
4800	-0.49	0.70	0.16	38.89	0.69	0.19	67.36	0.64	0.21	91.90
5400	-0.49	0.77	0.16	39.53	0.76	0.19	69.21	0.71	0.22	94.91
6000	-0.49	0.83	0.17	39.96	0.83	0.20	70.60	0.78	0.23	97.69
7200	-0.49	0.91	0.18	40.60	0.90	0.21	71.99	0.85	0.24	100.23
8400	-0.50	0.98	0.19	41.45	0.97	0.21	74.07	0.92	0.25	103.01
9600	-0.50	1.05	0.20	41.88	1.05	0.22	75.69	0.99	0.26	105.32
10800	-0.50	1.13	0.20	42.52	1.12	0.22	77.08	1.06	0.26	106.94
12000	-0.50	1.20	0.21	43.16	1.20	0.23	78.70	1.14	0.27	109.03
13200	-0.50	1.28	0.22	43.38	1.28	0.23	80.09	1.22	0.28	110.65
14400	-0.50	1.36	0.23	44.02	1.34	0.24	81.25	1.29	0.29	112.27
16800	-0.51	1.65	0.26	45.73	1.64	0.25	86.34	1.59	0.31	118.29
19200	-0.51	1.94	0.27	47.01	1.93	0.27	89.81	1.89	0.34	122.69
21600	-0.51	2.25	0.29	48.08	2.23	0.27	92.13	2.19	0.37	125.69
28800	-0.51	2.55	0.30	49.15	2.54	0.28	93.98	2.49	0.39	129.40
36000	-0.51	2.84	0.31	49.79	2.83	0.29	96.06	2.78	0.42	131.71
45600	-0.52	3.14	0.32	49.15	3.13	0.29	97.69	3.09	0.44	134.26
54000	-0.52	3.44	0.33	49.57	3.43	0.29	99.07	3.39	0.46	136.81
72000	-0.52	3.73	0.34	50.00	3.72	0.30	99.77	3.68	0.47	138.66
79200	-0.52	4.03	0.34	50.00	4.01	0.30	100.69	3.97	0.49	140.28
82800	-0.52	4.33	0.35	49.79	4.32	0.30	101.85	4.27	0.51	141.67
86400	-0.53	4.63	0.36	49.57	4.62	0.30	101.85	4.57	0.52	143.06
		4.93	0.36	49.79	4.91	0.30	103.01	4.86	0.53	143.98
		5.22	0.36	49.57	5.20	0.30	104.63	5.16	0.54	144.91
		5.52	0.37	50.00	5.50	0.30	105.79	5.46	0.55	145.60
		5.81	0.37	50.21	5.78	0.30	105.32	5.74	0.55	146.06
		6.10	0.37	49.36	6.07	0.30	105.56	6.04	0.56	146.99

Note - Remarks

Direttore Manager

Sperimentatore

Technician

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

TAGLIO DIRETTO

Committente: COMUNE DI ZOLA PREDOSA
Località: ZOLA PREDOSA (BO)
Cantiere: RIQUALIFICAZIONE PARCO DEI GESSAROLI

Sondaggio: SAGGIO1
Campione: C2
Profondità: 2.20- 2.40m

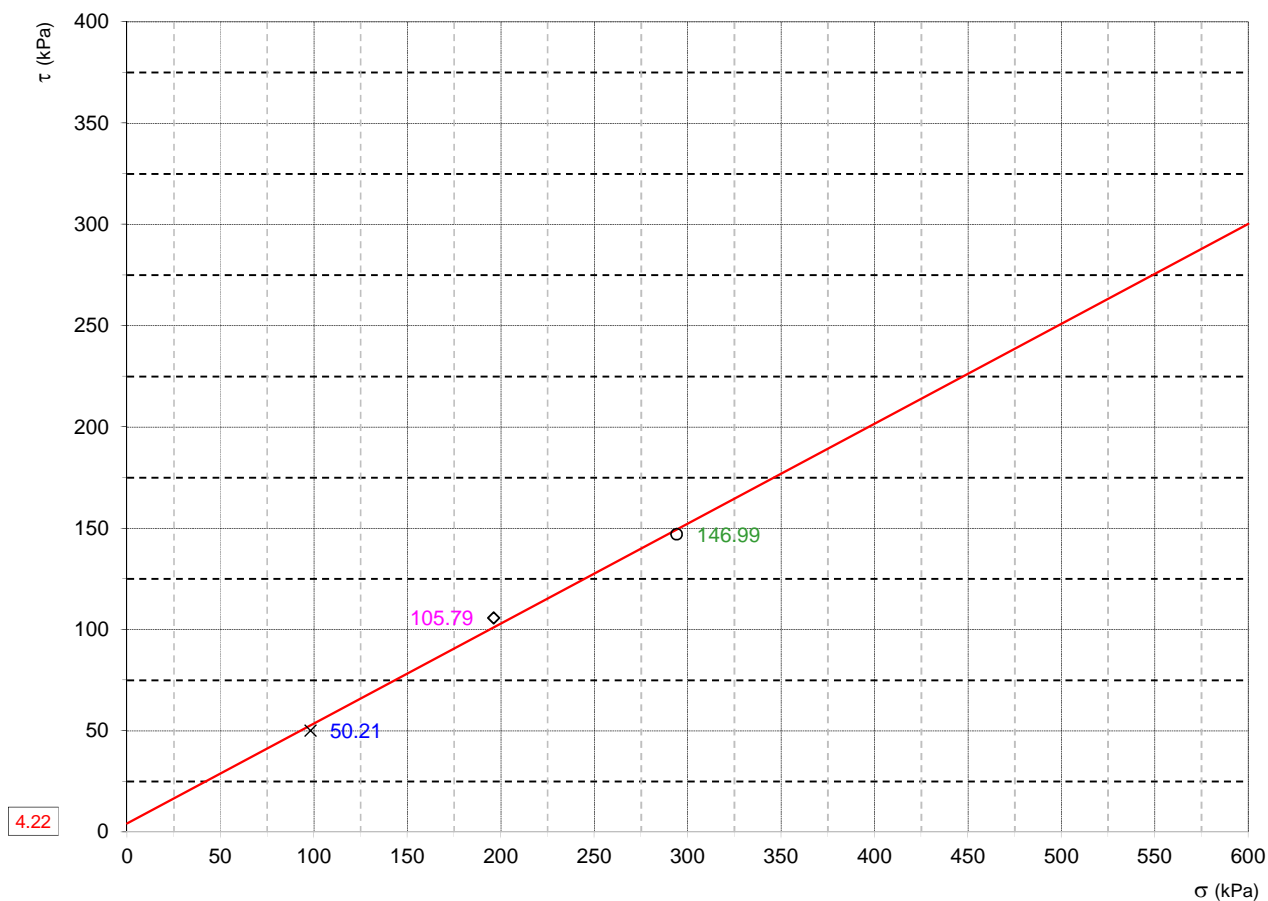
REGRESSIONE LINEARE DEI TRE VALORI DI SFORZO MASSIMO

Lato provino	60.00	mm
Altezza iniziale	20.00	mm

Valori dei provini a rottura				
Provino	n°	1	2	3
Sforzo a rottura	kPa	50.21	105.79	146.99
Intercetta C'	KPa	4.22		
ϕ'	° sess	26.26		

Velocità di prova
0.006
mm/min

Terreno antropizzato costituito da limo argilloso
e/o argilla limosa con inclusi di gesso e laterizi.



×1

◇2

○3

La coesione efficace e l'angolo di resistenza al taglio si riferiscono alla elaborazione della prova di taglio diretto eseguita mediante una semplice regressione lineare sui tre punti di sforzo massimo e per il campo tensionale nel quale i vari provini sono stati sottoposti a taglio.

- Campioni terreno di riporto
(Scavo vasca laminazione Scolo Canocchia)

**GEOTEA s.r.l.**

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

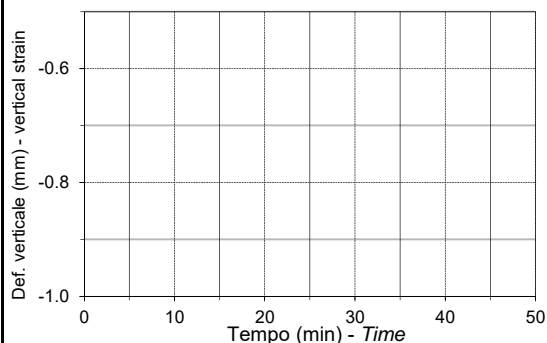
TAGLIO DIRETTO**DIRECT SHEAR TEST**

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-10

Technical specification

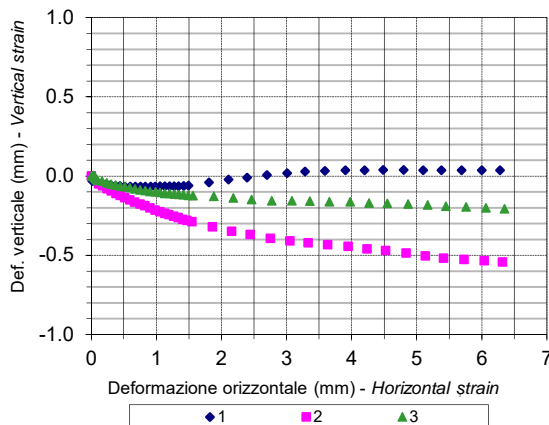
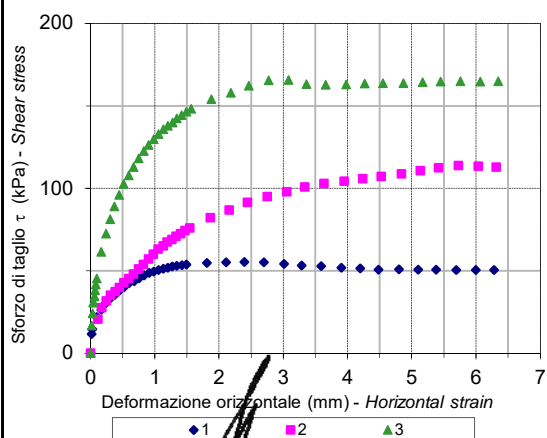
Certificato - <i>Test report</i>	1897- 21.218- 001
Verbale - <i>Acceptance report</i>	1897
Committente - <i>Commissioner</i>	CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA
Località - <i>Locality</i>	BOLOGNA
Cantiere - <i>Site</i>	PARAZIONE RETE FOGNARIA E VASCA DI LAM. ALL'ORIGINE DELLO SCOLO CANOCCHIA SUP
Sondaggio - <i>Borehole</i>	CPTU1
Campione - <i>Sample</i>	C1
Profondità - <i>Depth</i>	1.50- 2.00m
Data ricevimento - <i>Receiving date</i>	04/06/2021
Data inizio prove - <i>Test starting date</i>	05/06/2021
Data fine prove - <i>Test ending date</i>	08/06/2021
Data certificazione - <i>Report date</i>	28/06/2021
Data apertura campione - <i>Sample opening date</i>	05/06/2021
Classe del campione - <i>Sample quality</i>	Q3

Umidità iniziale - <i>Initial water content</i>	%	16.67		
Densità naturale iniziale - <i>Initial wet density</i>	kg/m ³	1843.59		
Densità secca iniziale - <i>Initial dry density</i>	kg/m ³	1580.22		
Provino - <i>Specimen id</i>	n°	1	2	3
Lato - <i>Specimen side</i>	mm	60.0	60.0	60.0
Altezza iniziale - <i>Initial specimen height</i>	mm	20.0	20.0	20.0
Velocità di taglio utilizzata - <i>Strain rate</i>	mm/min	0.006	0.006	0.006
Press. di consolidazione - <i>Consolidation pressure</i>	kPa	98.1	196.1	294.2
Umidità finale - <i>Final water content</i>	%	18.96	17.52	17.00

Fase di consolidazione - Consolidation test**Note - Remarks**

Sabbia limosa di colore marrone giallastro.

Pocket Penetrometer - kg/cm²
Tor Vane - kg/cm²

Direttore - *Manager*Sperimentatore - *Technician*

Grado di incertezza delle misure degli strumenti di forza: ± 0,15%

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori



GEOTEA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

TAGLIO DIRETTO

DIRECT SHEAR TEST

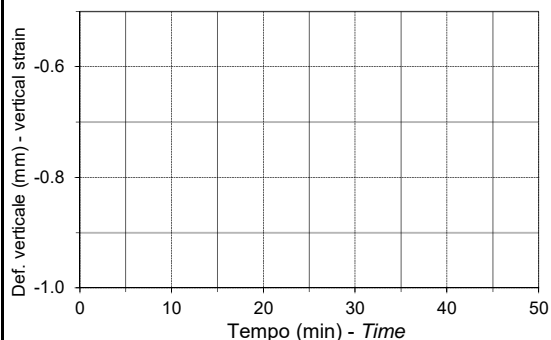
Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-10

Technical specification

Certificato - <i>Test report</i>	1897- 21.218- 002
Verbale - <i>Acceptance report</i>	1897
Committente - <i>Commissioner</i>	CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA
Località - <i>Locality</i>	BOLOGNA
Cantiere - <i>Site</i>	SEPARAZIONE RETE FOGNARIA E VASCA DI LAM. ALL'ORIGINE DELLO SCOLO CANOCCHIA SUP.
Sondaggio - <i>Borehole</i>	CPTU2
Campione - <i>Sample</i>	C1
Profondità - <i>Depth</i>	1.50- 2.00m
Data ricevimento - <i>Receiving date</i>	04/06/2021
Data inizio prove - <i>Test starting date</i>	05/06/2021
Data fine prove - <i>Test ending date</i>	08/06/2021
Data certificazione - <i>Report date</i>	28/06/2021
Data apertura campione - <i>Sample opening date</i>	05/06/2021
Classe del campione - <i>Sample quality</i>	Q3

Umidità iniziale - <i>Initial water content</i>	%	18.27		
Densità naturale iniziale - <i>Initial wet density</i>	kg/m ³	1870.46		
Densità secca iniziale - <i>Initial dry density</i>	kg/m ³	1581.56		
Provino - <i>Specimen id</i>	n°	1	2	3
Lato - <i>Specimen side</i>	mm	60.0	60.0	60.0
Altezza iniziale - <i>Initial specimen height</i>	mm	20.0	20.0	20.0
Velocità di taglio utilizzata - <i>Strain rate</i>	mm/min	0.006	0.006	0.006
Press. di consolidazione - <i>Consolidation pressure</i>	kPa	98.1	196.1	294.2
Umidità finale - <i>Final water content</i>	%	22.51	20.19	19.56

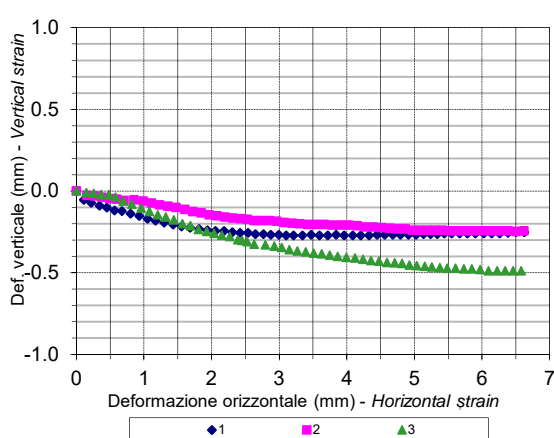
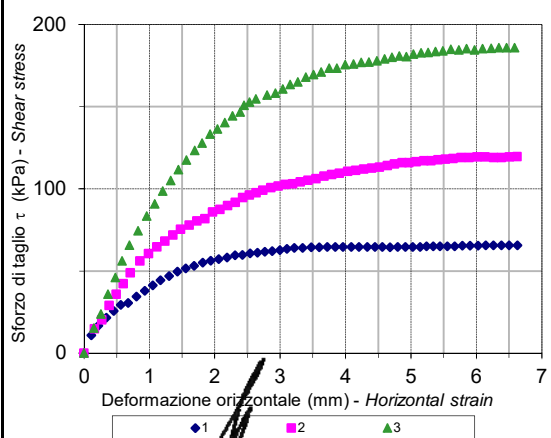
Fase di consolidazione - *Consolidation test*



Note - *Remarks*

Sabbia limosa e limo sabbioso di colore marrone giallastro.

Pocket Penetrometer - kg/cm²
Tor Vane - kg/cm²



Direttore - *Manager*

Sperimentatore - *Technician*

Grado di incertezza delle misure degli strumenti di forza: $\pm 0,13\%$

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori

**GEOTEA s.r.l.**

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

TAGLIO DIRETTO**DIRECT SHEAR TEST**

Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-10

Technical specification

Certificato - <i>Test report</i>	1897- 21.218- 005
Verbale - <i>Acceptance report</i>	1897
Committente - <i>Commissioner</i>	CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA
Località - <i>Locality</i>	BOLOGNA
Cantiere - <i>Site</i>	SEPARAZIONE RETE FOGNARIA E VASCA DI LAM. ALL'ORIGINE DELLO SCOLO CANOCCHIA SUP.
Sondaggio - <i>Borehole</i>	CPTU7
Campione - <i>Sample</i>	C1
Profondità - <i>Depth</i>	1.50 - 2.00 m
Data ricevimento - <i>Receiving date</i>	04/06/2021
Data inizio prove - <i>Test starting date</i>	05/06/2021
Data fine prove - <i>Test ending date</i>	08/06/2021
Data certificazione - <i>Report date</i>	28/06/2021
Data apertura campione - <i>Sample opening date</i>	05/06/2021
Classe del campione - <i>Sample quality</i>	Q3


Umidità iniziale - <i>Initial water content</i>	%	16.34		
Densità naturale iniziale - <i>Initial wet density</i>	kg/m ³	1899.36		
Densità secca iniziale - <i>Initial dry density</i>	kg/m ³	1632.63		
Provino - <i>Specimen id</i>	n°	1	2	3
Lato - <i>Specimen side</i>	mm	60.0	60.0	60.0
Altezza iniziale - <i>Initial specimen height</i>	mm	20.0	20.0	20.0
Velocità di taglio utilizzata - <i>Strain rate</i>	mm/min	0.006	0.006	0.006
Press. di consolidazione - <i>Consolidation pressure</i>	kPa	98.1	196.1	294.2
Umidità finale - <i>Final water content</i>	%	23.97	23.06	22.57

Fase di consolidazione - <i>Consolidation test</i>	Note - <i>Remarks</i>
	Sabbia limosa di colore marrone giallastro.
	Pocket Penetrometer - kg/cm ²
	Tor Vane - kg/cm ²

Direttore <i>Manager</i>	Sperimentatore <i>Technician</i>

Grado di incertezza delle misure degli strumenti di forza: ± 0,14%

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori



IOP DE 3.5 - MOD PROD 11 B31 REV2

**GEOTEA s.r.l.**

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

TAGLIO DIRETTO**DIRECT SHEAR TEST****Normativa di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-10****Technical specification**

Certificato - <i>Test report</i>	1897- 21.218- 006
Verbale - <i>Acceptance report</i>	1897
Committente - <i>Commissioner</i>	CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA
Località - <i>Locality</i>	BOLOGNA
Cantiere - <i>Site</i>	SEPARAZIONE RETE FOGNARIA E VASCA DI LAM. ALL'ORIGINE DELLO SCOLO CANOCCHIA SUP.
Sondaggio - <i>Borehole</i>	CPTU8
Campione - <i>Sample</i>	C1
Profondità - <i>Depth</i>	1.80 - 2.30 m
Data ricevimento - <i>Receiving date</i>	04/06/2021
Data inizio prove - <i>Test starting date</i>	05/06/2021
Data fine prove - <i>Test ending date</i>	08/06/2021
Data certificazione - <i>Report date</i>	28/06/2021
Data apertura campione - <i>Sample opening date</i>	05/06/2021
Classe del campione - <i>Sample quality</i>	Q3

Umidità iniziale - <i>Initial water content</i>	%	17.59		
Densità naturale iniziale - <i>Initial wet density</i>	kg/m ³	1945.04		
Densità secca iniziale - <i>Initial dry density</i>	kg/m ³	1654.13		
Provino - <i>Specimen id</i>	n°	1	2	3
Lato - <i>Specimen side</i>	mm	60.0	60.0	60.0
Altezza iniziale - <i>Initial specimen height</i>	mm	20.0	20.0	20.0
Velocità di taglio utilizzata - <i>Strain rate</i>	mm/min	0.006	0.006	0.006
Press. di consolidazione - <i>Consolidation pressure</i>	kPa	98.1	196.1	294.2
Umidità finale - <i>Final water content</i>	%	24.38	22.03	19.55

Fase di consolidazione - <i>Consolidation test</i>	Note - <i>Remarks</i>
	Sabbia limosa di colore marrone giallastro.
	Pocket Penetrometer - kg/cm ²
	Tor Vane - kg/cm ²

Direttore - <i>Manager</i> 	Sperimentatore - <i>Technician</i>

Grado di incertezza delle misure degli strumenti di forza: ± 0,15%

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotea@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori

IOP DE 3.5 - MOD PROD 11 B31 REV2

TAGLIO DIRETTO

Committente: CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA

Sondaggio: CPTU1

Località: BOLOGNA

Campione: C1

Cantiere: SEPARAZIONE RETE FOGNARIA E VASCA DI LAM.

Profondità: 1.50- 2.00m

ALL'ORIGINE DELLO SCOLO CANOCCHIA SUP.

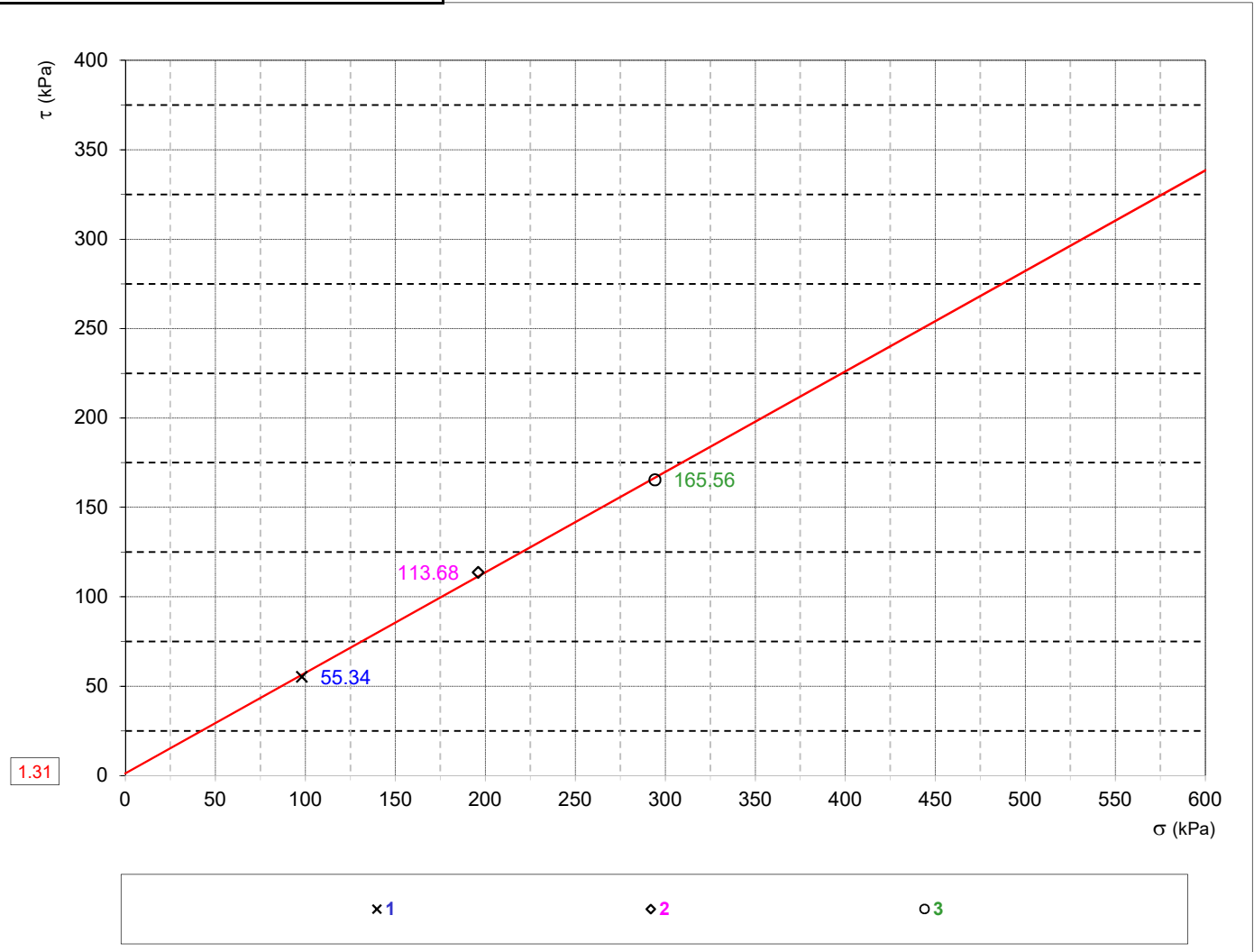
REGRESSIONE LINEARE DEI TRE VALORI DI SFORZO MASSIMO

Lato provino	60.00	mm
Altezza iniziale	20.00	mm

Sabbia limosa di colore marrone giallastro.

Valori dei provini a rottura				
Provino	n°	1	2	3
Sforzo a rottura	kPa	55.34	113.68	165.56
Intercetta C'	KPa	1.31		
ϕ'	° sess	29.33		

Velocità di prova
0.006
mm/min



La coesione efficace e l'angolo di resistenza al taglio si riferiscono alla elaborazione della prova di taglio diretto eseguita mediante una semplice regressione lineare sui tre punti di sforzo massimo e per il campo tensionale nel quale i vari provini sono stati sottoposti a taglio.

TAGLIO DIRETTO

Committente: CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA

Località: BOLOGNA

Cantiere: SEPARAZIONE RETE FOGNARIA E VASCA DI LAM.
ALL'ORIGINE DELLO SCOLO CANOCCHIA SUP.

Sondaggio: CPTU2

Campione: C1

Profondità: 1.50- 2.00m

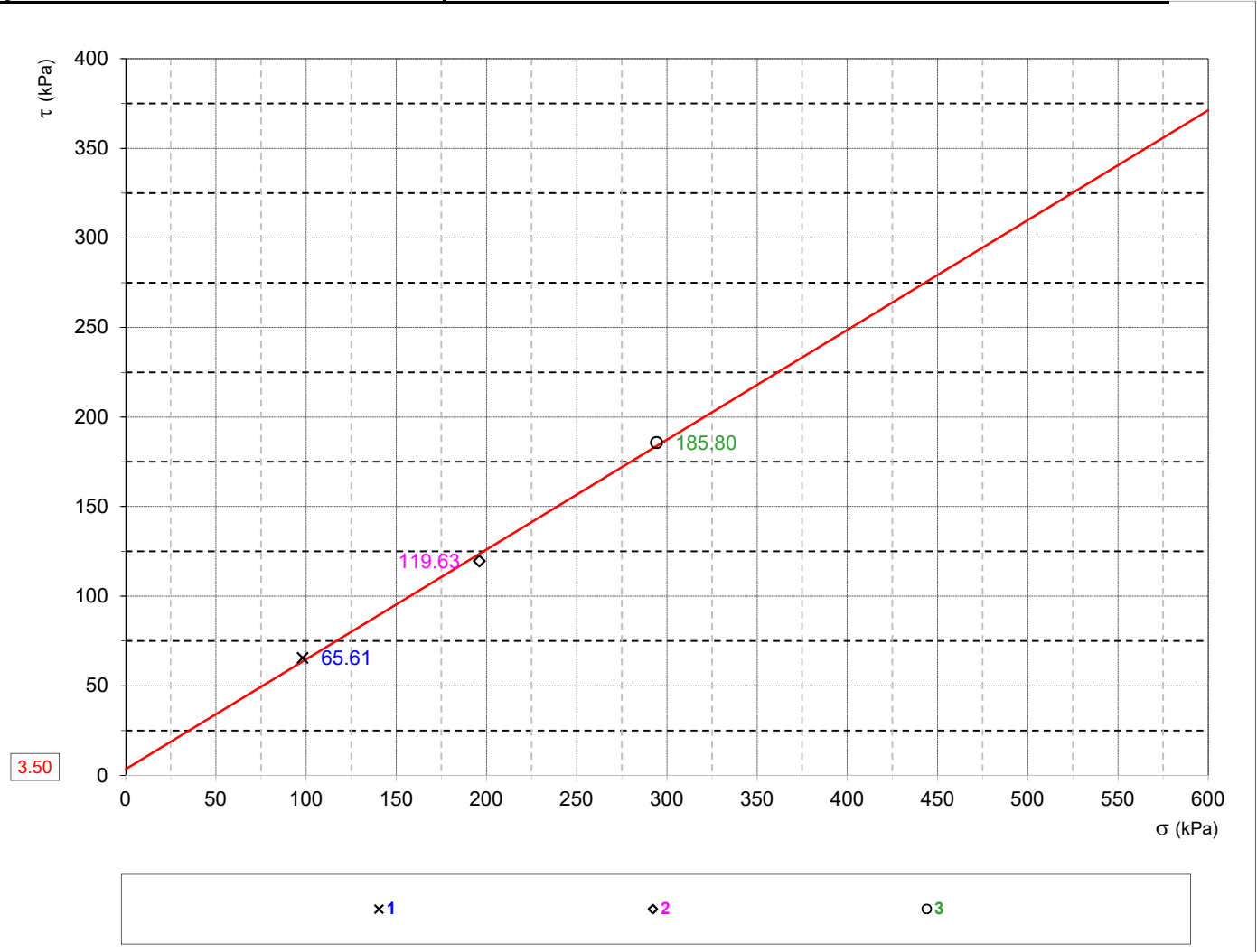
REGRESSIONE LINEARE DEI TRE VALORI DI SFORZO MASSIMO

Lato provino	60.00	mm
Altezza iniziale	20.00	mm

Sabbia limosa e limo sabbioso di colore marrone giallastro.

Valori dei provini a rottura				
Provino	n°	1	2	3
Sforzo a rottura	kPa	65.61	119.63	185.80
Intercetta C'	KPa	3.50		
ϕ'	° sess	31.50		

Velocità di prova
0.006
mm/min



La coesione efficace e l'angolo di resistenza al taglio si riferiscono alla elaborazione della prova di taglio diretto eseguita mediante una semplice regressione lineare sui tre punti di sforzo massimo e per il campo tensionale nel quale i vari provini sono stati sottoposti a taglio.

TAGLIO DIRETTO

Committente: CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA

Località: BOLOGNA

Cantiere: SEPARAZIONE RETE FOGNARIA E VASCA DI LAM.
ALL'ORIGINE DELLO SCOLO CANOCCHIA SUP.

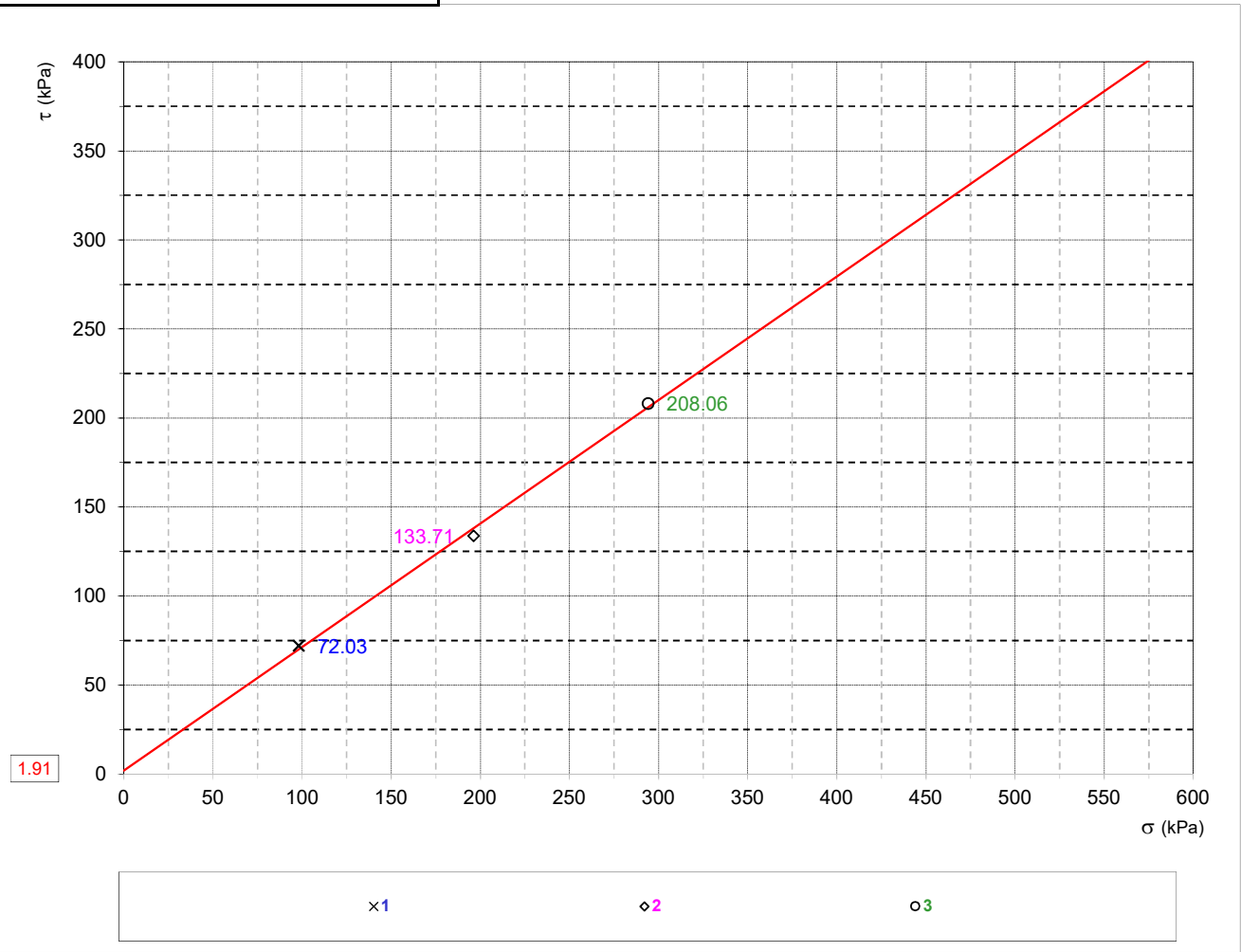
Sondaggio: CPTU7

Campione: C1

Profondità: 1.50 - 2.00 m

REGRESSIONE LINEARE DEI TRE VALORI DI SFORZO MASSIMO

Lato provino	60.00	mm	Valori dei provini a rottura					Velocità di prova 0.006 mm/min
Altezza iniziale	20.00	mm	Provino	n°	1	2	3	
Sabbia limosa di colore marrone giallastro.			Sforzo a rottura	kPa	72.03	133.71	208.06	
			Intercetta C'	KPa	1.91			
			ϕ'	° sess	34.74			



La coesione efficace e l'angolo di resistenza al taglio si riferiscono alla elaborazione della prova di taglio diretto eseguita mediante una semplice regressione lineare sui tre punti di sforzo massimo e per il campo tensionale nel quale i vari provini sono stati sottoposti a taglio.

TAGLIO DIRETTO

Committente: CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA

Sondaggio: CPTU8

Località: BOLOGNA

Campione: C1

Cantiere: SEPARAZIONE RETE FOGNARIA E VASCA DI LAM.

Profondità: 1.80 - 2.30 m

ALL'ORIGINE DELLO SCOLO CANOCCHIA SUP.

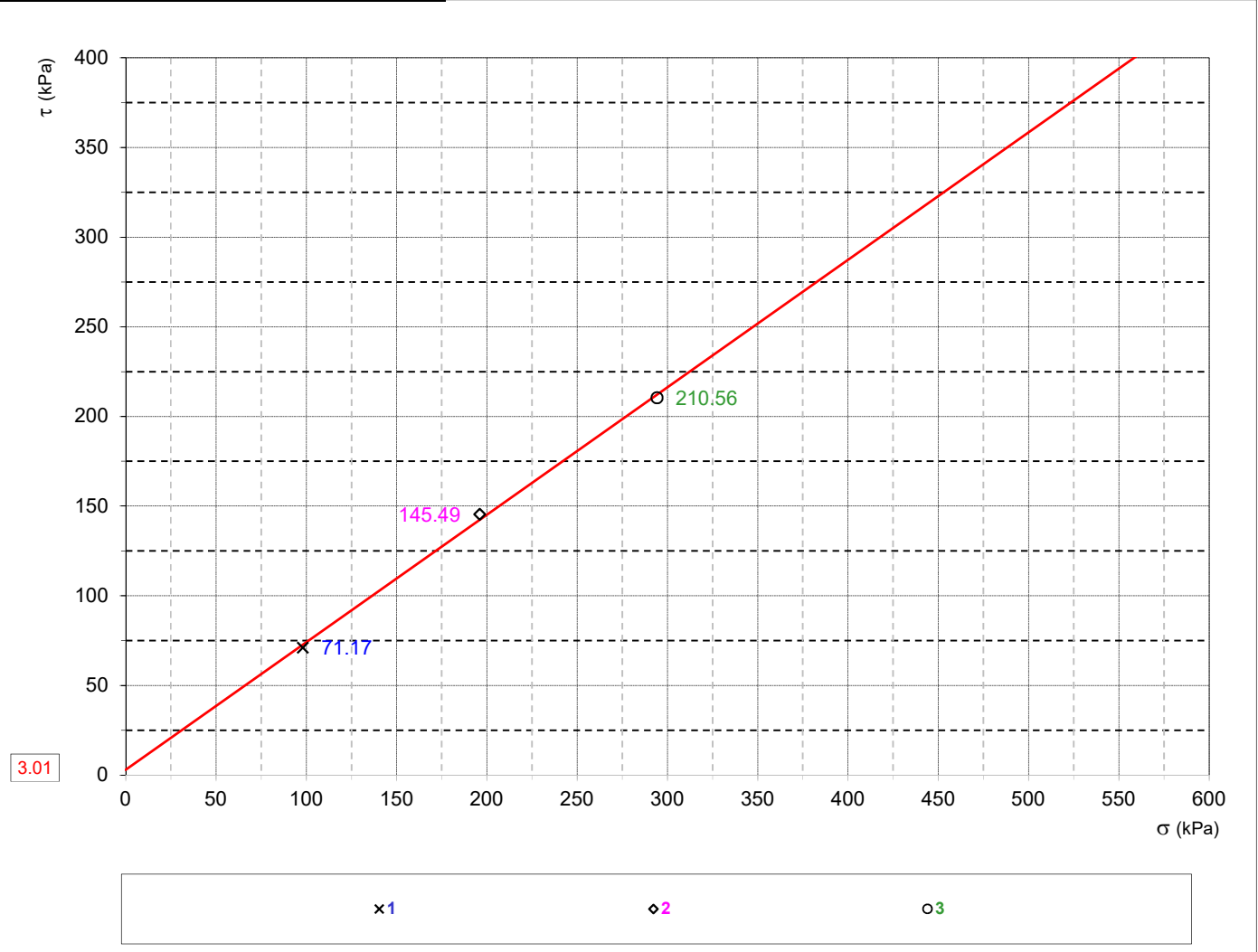
REGRESSIONE LINEARE DEI TRE VALORI DI SFORZO MASSIMO

Lato provino	60.00	mm
Altezza iniziale	20.00	mm


Sabbia limosa di colore marrone giallastro.

Valori dei provini a rottura				
Provino	n°	1	2	3
Sforzo a rottura	kPa	71.17	145.49	210.56
Intercetta C'	KPa	3.01		
ϕ'	° sess	35.40		

Velocità di prova
0.006
mm/min



La coesione efficace e l'angolo di resistenza al taglio si riferiscono alla elaborazione della prova di taglio diretto eseguita mediante una semplice regressione lineare sui tre punti di sforzo massimo e per il campo tensionale nel quale i vari provini sono stati sottoposti a taglio.

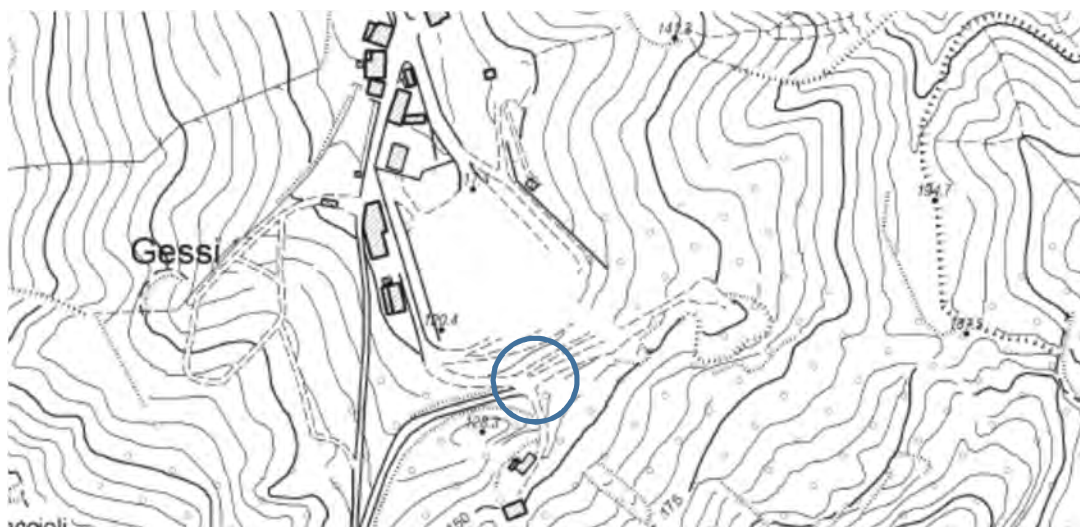
<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Riqualificazione area ex-cava Comparto C13 Zola Predosa (BO) Relazione Geologica</p>	<p>  GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY </p>
--	--	--

RILIEVO GEOLOGICO-MECCANICO


<p>Committente: Comune di Zola Predosa Cantiere: Ex Cava Gessi-Via Ducati Località: Zola Predosa (BO)</p>	<p>Codice commessa: 23.1063</p>
---	---------------------------------

Caratteristiche Tecniche-Strumentali

- Sclerometro SEB - Mat.011744
- Software RockLab (Hoek-Brown Criterion)



Ubicazione affioramento rilevato – nel cerchio azzurro l'area in oggetto

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Riqualificazione area ex-cava Comparto C13 Zola Predosa (BO) Relazione Geologica</p>	<p>  AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY </p>
--	--	---

AFFIORAMENTO

Rilievo eseguito in data
Quota 125 m.

25.08.2023



Stratificazione non rilevabile

Giacitura non rilevabile


Alternanza massiva di blocchi di gesso selenitico e matrice pelitico-gessosa.

Resistenza media degli inclusi gessosi allo sclerometro $\sigma_c = 2.0$ MPa

Matrice facilmente scalfibile e con scarsa cementazione

METODOLOGIA DI ANALISI

Sulla base delle caratteristiche litologiche, fisico-meccaniche, tessiturali e di grado di alterazione e disturbo dell'ammasso terroso/roccioso, applicando il criterio di Hoek-Brown, tramite appositi abachi, si è giunti alla definizione di parametri di resistenza Mohr-Coulomb.

<p>COMUNE DI ZOLA PREDOSA</p>	<p>Riqualificazione area ex-cava Comparto C13 Zola Predosa (BO) Relazione Geologica</p>	<p>  GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY </p>
--	--	--

Hoek Brown Classification

Intact Uniaxial Compressive Strength

Field Estimate of Strength	Examples	Strength (MPa)
Specimen can only be chipped with a geological hammer.	Fresh basalt, chert, diabase, gneiss, granite, quartzite.	>250
Specimen requires many blows of a geological hammer to fracture it.	Amphibolite, sandstone, basalt, gabbro, gneiss, granodiorite, limestone, marble, rhyolite, tuff.	100-250
Specimen requires more than one blow of a geological hammer to fracture it.	Limestone, marble, phyllite, sandstone, schist, shale.	50-100
Cannot be scraped or peeled with a pocket knife, specimen can be fractured with a single blow from a geological hammer.	Claystone, coal, concrete, schist, shale, siltstone.	25-50
Can be peeled with a pocket knife with difficulty, shallow indentation made by firm blow with point of a geological hammer.	Chalk, rock salt, potash.	5-25
Crumbles under firm blows with point of a geological hammer, can be peeled by a pocket knife.	Highly weathered or altered rock.	1-5
Indented by thumbnail.	Soft fault gouge.	0.25-1

Uniaxial Compressive Strength (sigci): MPa

OK Cancel

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Riqualificazione area ex-cava
Comparto C13 Zola Predosa (BO)
Relazione Geologica**



GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Pick GSI Value

Rock Type:

GSI Selection:

STRUCTURE		SURFACE CONDITIONS					
		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR	
INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes	DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES ↓	DECREASING SURFACE QUALITY →					
		90				N/A	N/A
		80					
		70					
		60					
		50					
40							
30							
20							
10							
N/A	N/A						

The value 28 is highlighted in a red circle in the 'POOR' column, between the 20 and 30 surface quality lines.

Pick Mi Value

List of Mi Values

Anhydrite	12 ± 2
Breccias	20 ± 2
Chalk	7 ± 2
Claystones	4 ± 2
Conglomerates	21 ± 3
Crystalline Limestone	12 ± 3
Dolomites	9 ± 3
Greywackes	18 ± 3
Gypsum	10 ± 2
Marls	7 ± 2
Micritic Limestones	8 ± 3
Sandstones	17 ± 4
Shales	6 ± 2
Siltstones	7 ± 2
Sparitic Limestones	10 ± 5

Selected Mi Value

Mi Value:

Filter List

☒ Rock Type

- ☒ Sedimentary
- ☐ Igneous
- ☐ Metamorphic

☐ Texture

- ☒ Coarse
- ☐ Medium
- ☐ Fine
- ☐ Very Fine

**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Riqualificazione area ex-cava
Comparto C13 Zola Predosa (BO)
Relazione Geologica**




GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Disturbance Factor D


Application: ☐ Tunnels ☒ Slopes



Small scale blasting in civil engineering slopes results in modest rock mass damage, particularly if controlled blasting is used as shown on the left hand side of the photograph. However, stress relief results in some disturbance.

D=0.7
Good Blasting

D=1.0
Poor Blasting



Very large open pit mine slopes suffer significant disturbance due to heavy production blasting and also due to stress relief from overburden removal.

In some softer rocks excavation can be carried out by ripping and dozing and the degree of damage to the slopes is less.

D=1.0
Production Blasting

D=0.7
Mechanical Excavation

Disturbance Factor:

Hoek Brown Classification

sigci 1 MPa
GSI 28
mi 7
D 0.7

Hoek Brown Criterion

mb 0.133971
s 2.93922e-005
a 0.525561

Failure Envelope Range

Application Slopes

sig3max 0.0443145 MPa

Unit Weight 0.016 MN/m3

Slope Height 4 m

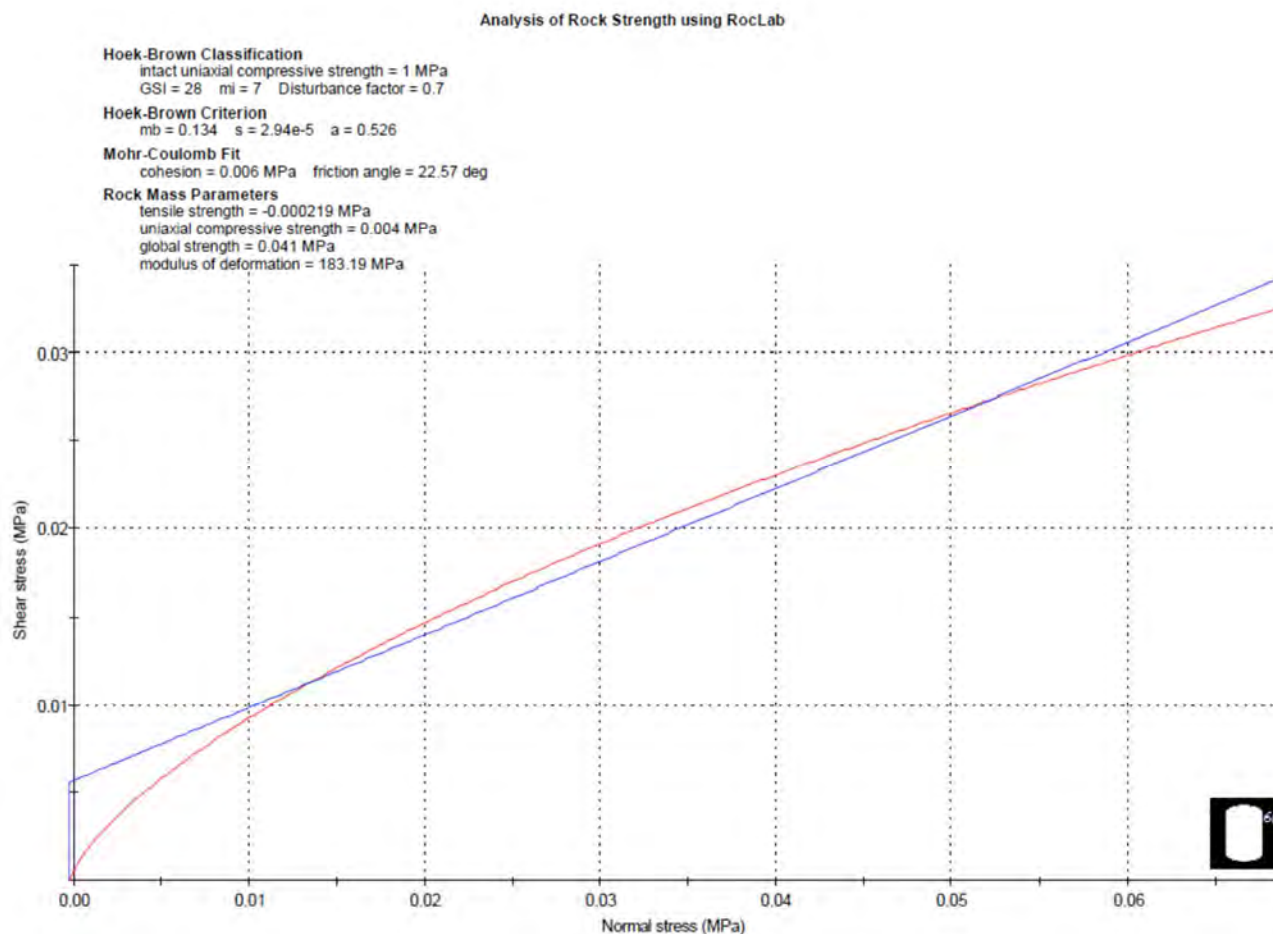
**COMUNE DI ZOLA
PREDOSA**

**Riqualificazione area ex-cava
Comparto C13 Zola Predosa (BO)
Relazione Geologica**



GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY



Mohr-Coulomb Fit

c **0.00565977** **MPa**
phi **22.5652** **degrees**

Rock Mass Parameters

sigt **-0.000219392** **MPa**
sigc **0.00415221** **MPa**
sigcm **0.0414628** **MPa**