

COMMITTENTE:

**CIVARDI S.R.L.**

UBICAZIONE:

PROVINCIA DI PIACENZA  
**COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE**  
LOCALITA' SORDELLO

OGGETTO:

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN CAPANNONE NECESSARIO ALL'AMPLIAMENTO E TRASFORMAZIONE DELL'ATTIVITÀ INDUSTRIALE CIVARDI SRL, IN LOCALITÀ COLOMBAROLA, COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE, IN VARIANTE ALLA STRUMENTAZIONE URBANISTICA VIGENTE AI SENSI DELL'ART. 53 COMMA 1 LETTERA B) DELLA LEGGE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA N.° 24 DEL 21 DICEMBRE 2017.**

TITOLO ELABORATO:		SCALA:		EAB.  <b>RGS</b>
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA		-		
		PROGETTISTA: ARCH. CARAGNANO		
		VISTO:		
		-		
CODICE:	NOME FILE:	Numero documento:	DATA:	
230_2023	230_00_Relazione_01_01.doc	230_00_RT_01_01	03/07/2023	
REV.	DATA	REDATTO	APPROVATO	TECNICO INCARICATO:
				DOTT. GEOL. ADRIANO BIASIA via Quarto, 8 – 43036 Fidenza (PR) Tel. 3498055176 e-mail biasia.1973@libero.it iscrizione Ordine Geologi Emilia-Romagna n. 1269/A
03				
02				
01				
00	07/2023	A. BIASIA	A. BIASIA	
IL PRESENTE ELABORATO E TUTTE LE INFORMAZIONI CHE VI SONO CONTENUTE, SONO DI ESCLUSIVA E NON POSSONO ESSERE COPIATE, RIPRODOTTE, RESE PUBBLICHE SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DEL PROPRIETARIO				



## Sommario

1	PREMESSE .....	4
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	6
3	MODELLO GEOLOGICO .....	7
3.1	GEOLOGIA .....	7
3.2	GEOMORFOLOGIA .....	11
3.3	RISCHIO IDRAULICO .....	12
3.4	ASPETTI IDROGEOLOGICI .....	14
3.4.1	Comportamento idrodinamico dell'acquifero superficiale .....	16
3.5	Vulnerabilità degli acquiferi .....	16
4	SISMICITA' .....	17
4.1	ZONIZZAZIONE SISMICA .....	17
4.2	SISMICITA' STORICA DEL COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE .....	19
4.3	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE .....	19
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	21
5.1	CAMPAGNA GEOGNOSTICA GIUGNO 2023 .....	22
5.1.1	Prova penetrometrica statica CPT .....	22
5.1.2	Prove penetrometriche dinamiche DPSH .....	24
5.2	ANALISI DEI MICROTREMORI .....	32
5.2.1	Descrizione del metodo .....	32
5.3	Strumentazione e criteri di acquisizione .....	32
5.4	Elaborazione dati .....	35
5.5	CALCOLO DELLE Vseq .....	37
5.6	ULTERIORI NDAGINI DISPONIBILI .....	38
5.6.1	Pozzo idrico .....	39
5.6.2	Prove penetrometriche dinamica con penetrometro superpesante (SCPT) .....	40
5.6.3	Sondaggi a carotaggio continuo .....	42
5.6.4	Prove penetrometriche statiche CPT .....	46
5.6.5	Indagine MASW .....	51
5.6.6	Indagine ReMi .....	52
6	MODELLO GEOTECNICO .....	53
6.1	ASSETTO STRATIGRAFICO DI DETTAGLIO .....	53
7	PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA .....	54
8	VALUTAZIONE AZIONE SISMICA .....	55
8.1	PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE .....	55
8.2	MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE .....	58
8.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	59
8.4	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA .....	59
8.5	VITA NOMINALE DELL'OPERA .....	60
8.6	CLASSE D'USO .....	60

8.7	PERIODO DI RIFERIMENTO .....	61
8.8	PARAMETRI SISMICI DEL SITO .....	64
9	LIQUEFAZIONE DEI TERRENI .....	65
10	CONCLUSIONI .....	66

## 1 PREMESSE

La presente relazione illustra l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico di un'area, ubicata in località Sordello nel Comune di Gragnano Trebbiense (PC), in cui è previsto il cambio di destinazione d'uso a seguito di accordo operativo ex art. 53 della L.R. 24/17.

In base ai dati attualmente disponibili per l'areale interessato dalle opere e alle osservazioni effettuate durante sopralluoghi sul campo, sono state eseguite le seguenti fasi di studio:

- raccolta e analisi dei dati geologici e idrogeologici esistenti in bibliografia e in precedenti studi già redatti nell'intorno dell'area;
- ricostruzione del modello fisico del sottosuolo dell'area di indagine effettuata mediante:
  - identificazione delle principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche;
  - identificazione dei punti di controllo della falda esistenti (pozzi e piezometri);
  - raccolta e redazione di sezioni stratigrafiche rappresentative dell'area;
  - ricostruzione dei parametri geotecnici dei terreni interagenti con le fondazioni delle opere in progetto;
  - valutazione della pericolosità sismica locale.

Le caratteristiche dell'opera nonché le condizioni iniziali dello studio sono contenute nelle informazioni fornite dal Progettista, in accordo con il quale si sono convenute le indagini e i rilievi necessari per la caratterizzazione dei terreni di fondazione dell'opera.

Le informazioni di carattere generale raccolte sono state integrate e supportate dalle seguenti indagini geognostiche e geofisiche realizzate nel mese di giugno 2023:

- n. 4 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- n.1 prova penetrometrica statica CPT;
- n. 1 prova geofisica con il metodo ReMi (Refraction Microtremor).

I dati ottenuti dalle indagini geognostiche eseguite e dai dati bibliografici disponibili, hanno consentito la ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo e la parametrizzazione geotecnica preliminare dei terreni di fondazione delle opere previste.

Il presente studio è stato redatto in fase di Richiesta di accordo operativo ex art. 53 della l.r. 24/17, nelle successive fasi di progettazione dovranno pertanto essere redatti specifici approfondimenti, sulla base di indagini geognostiche integrative, come previsto dal D.M. 17.1.2018.

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 4
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	



La presente relazione è corredata dalle seguenti tavole cartografiche:

- T01 - Inquadramento territoriale - scala 1:10.000;
- T02 - Carta geologica e geomorfologica - scala 1:5.000;
- T03 - Carta idrogeologica e della vulnerabilità - scala 1:5.000;
- T04 - Ubicazione indagini - 1:500;
- T05 - Sezione stratigrafica di riferimento - scala grafica.

e dai seguenti allegati:

- Allegato 1 – Tavole

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 5
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame, attualmente occupata da terreni agricoli incolti, è ubicata in località Sordello nel Comune di Gragnano Trebbiense (PC).

Cartograficamente l'area in esame è compresa nella Sezione n. 161160 "Gossolengo" della Carta Topografica Regionale alla scala 1:10.000 (cfr. **Tavola 01 – Inquadramento territoriale**).



Figura 1 – Inquadramento territoriale su base CTR



Figura 2 – Inquadramento territoriale su base foto aerea

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 6
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

### 3 MODELLO GEOLOGICO

#### 3.1 GEOLOGIA

Il contesto geologico dell'area in esame è da porre in stretta relazione con la storia evolutiva del bacino padano. La dinamica interazione di importanti deformazioni tettoniche ed oscillazioni eustatiche del livello marino hanno determinato la successione di vari ambienti sedimentari, responsabili della situazione stratigrafica oggi osservata.

In particolare, la parte sommitale della copertura sedimentaria del bacino è costituita, al di sopra dei depositi pliocenici marini, da sedimenti quaternari che sono suddivisibili, dal basso verso l'alto, in: depositi marini di ambiente prevalentemente litorale, depositi continentali fini riferibili ad ambienti di piana di inondazione alluvionale e depositi continentali grossolani alternati ad argille e limi associabili ad ambienti di conoide alluvionale. Questi ultimi rappresentano i sedimenti più recenti rinvenibili all'interno del bacino.

Nel sottosuolo i depositi della pianura costituiscono un cuneo che si allarga velocemente procedendo dal margine appenninico verso nord; lo spessore massimo di questi depositi arriva ad oltre 600 metri.

L'assetto di tale corpo sedimentario è il risultato dell'evoluzione deposizionale dei corsi d'acqua, legata sia alle variazioni climatiche pleistoceniche sia ai recenti movimenti tettonici della zona di margine, vale a dire di quella fascia interposta tra la Pianura in abbassamento e l'Appennino in sollevamento.

L'assetto geostrutturale delle formazioni prequaternarie è caratterizzato da una successione plicativa ad anticlinali e sinclinali spesso fagliate e sovrascorse, con assi a vergenze appenniniche.

In tale schema la pianura parmense è compresa nell'arco delle pieghe emiliane caratterizzate da due distinti fasci di thrust: il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (P.T.F.), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (E.T.F.), definisce il limite dell'appennino sepolto.

L'andamento strutturale dell'Appennino sepolto può essere interpretato come effetto di una compressione e di un raccorciamento crostale che, secondo i moderni schemi geodinamici, risulta legato ad un doppio fenomeno di subduzione e/o ispessimento della crosta. In tale quadro d'insieme si giustifica lo sviluppo della rete idrografica maggiore che risulta conforme ai principali assi di sinclinali sepolte.

In accordo con quanto assunto dal Servizio Geologico e cartografico della Regione Emilia-Romagna, le unità stratigrafiche definite ed utilizzate nel presente studio rientrano nella classe delle Sequenze Deposizionali sensu Mitchum et Al. (1977).

Esse sono definite come: "unità stratigrafiche composte da una successione relativamente continua e concordante di strati geneticamente correlati, limitati alla base e al tetto da superfici di discontinuità o dalle superfici concordanti correlabili con esse".

Le Sequenze Deposizionali, a loro volta, possono essere suddivise in:

- Principali, corrispondenti ai Supersintemi e ai Cicli Sedimentari di Ricci Lucchi et alii (1982);
- Minori, corrispondenti ai Sintemi;

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 7
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

- Climatico-Eustatiche di rango superiore, corrispondenti ai Subsistemi

Dal punto di vista gerarchico di distinguono due Sequenze Principali (Supersistemi secondo la terminologia delle U.B.S.U.) denominate come segue:

- Supersistema del Quaternario Marino, costituito da terreni parali e marini depositi tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore.
- Supersistema Emiliano-Romagnolo, costituito da depositi di ambiente continentale sedimentati a partire da 800.000 anni BP.

Nel complesso i depositi presenti nel sottosuolo della porzione di territorio in esame sono relativi al Supersistema Emiliano-Romagnolo (AES).

L'assetto stratigrafico profondo risulta costituito da una copertura alluvionale quaternaria continentale di spessore di oltre 150 m (con spessori che aumentano significativamente verso nord).

Tali depositi appartengono ai cicli sedimentari AES e AEI (Sistema emiliano-romagnolo superiore e Sistema emiliano-romagnolo inferiore) e sono costituiti da estesi corpi tabulari di ghiaie sabbiose, sabbie e limi con grado di addensamento, cementazione e spessore molto variabili. Tali sedimenti di origine continentale appoggiano su depositi di pro-delta, piattaforma, piana deltizia e di deltaconoide a litologia prevalentemente sabbiosa e limoso-sabbiosa, presenti nel sottosuolo dell'area sino a profondità di oltre 300 m e affioranti nelle aree collinari del territorio provinciale assieme ai depositi delle formazioni marine pre-Quaternarie (cfr. Figura 4 e Figura 5).

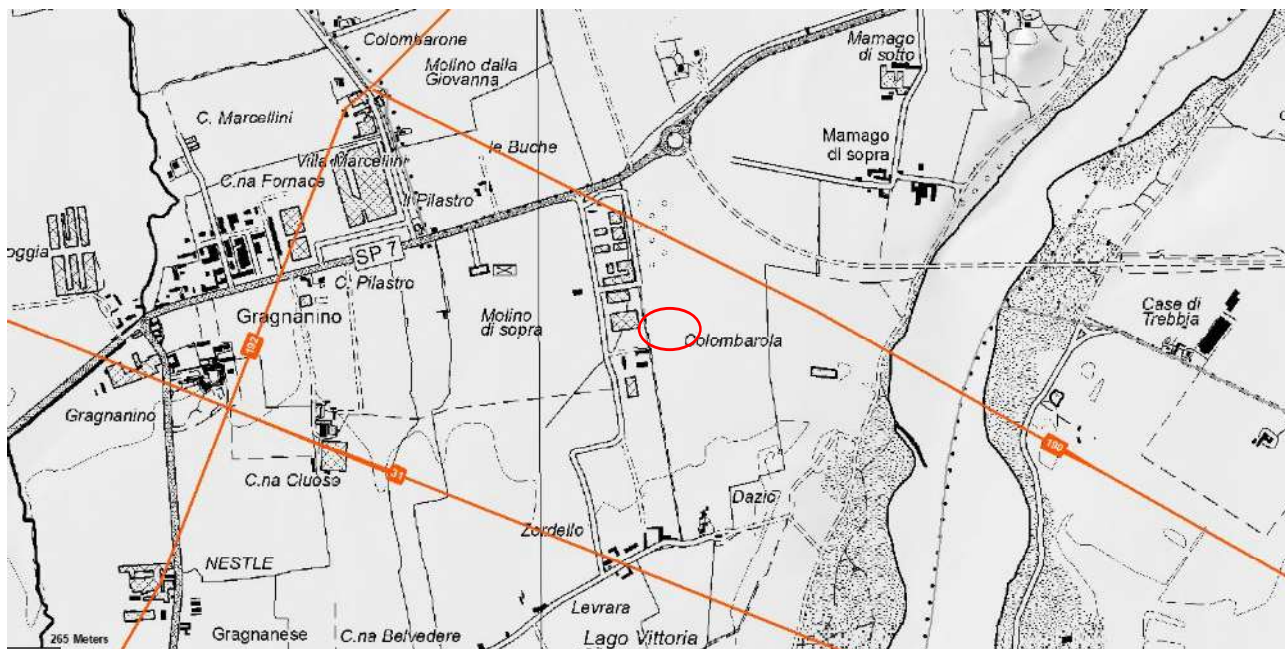


Figura 3 – Traccia Sezioni geologiche profonde (fonte: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna)

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 8
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	



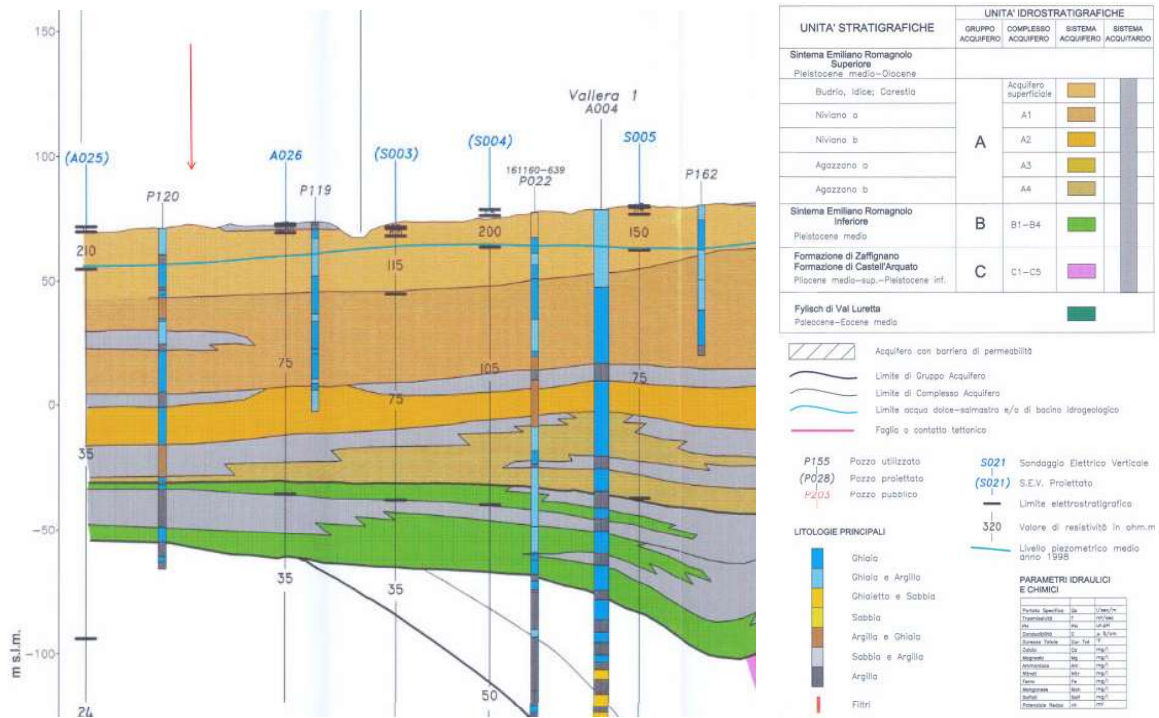


Figura 4 – Sezione geologica 190 (fonte: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna)

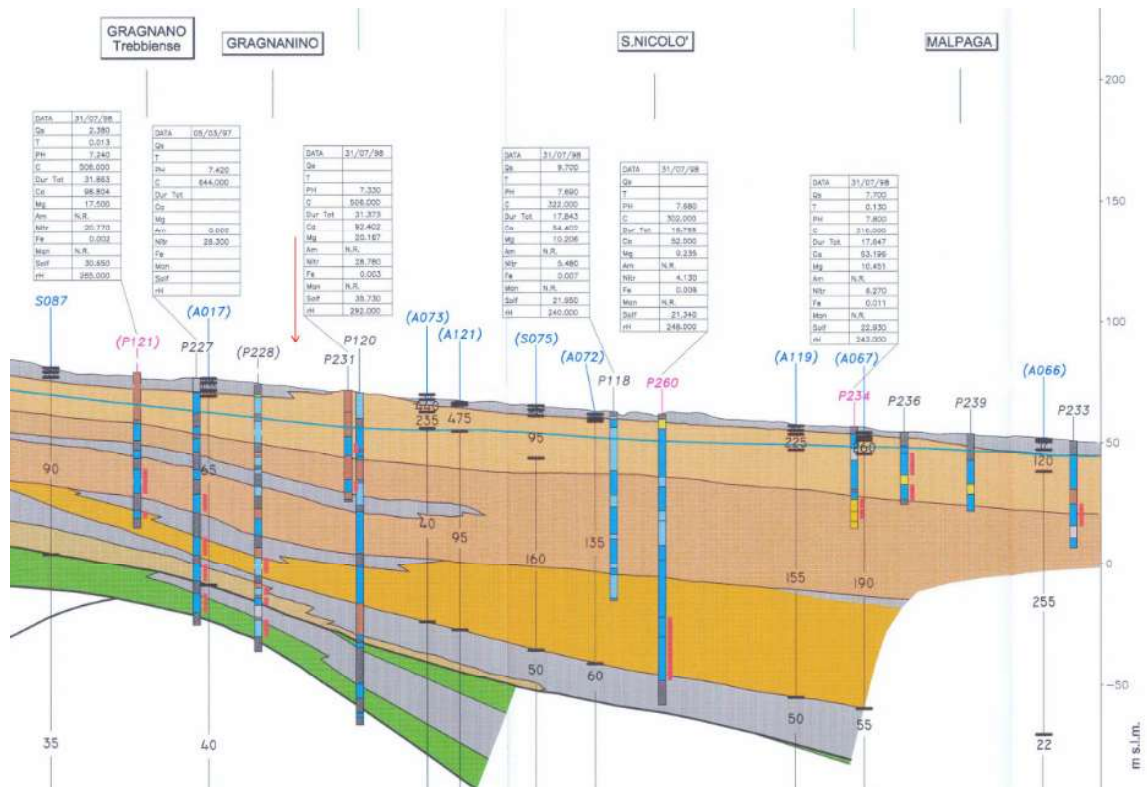


Figura 5 – Sezione geologica 192 (fonte: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna)

Nell'area in oggetto, i depositi affioranti sia in superficie che nel primo sottosuolo (ca 20 m da p.c.) e quindi interagenti con le fondazioni delle opere in progetto, appartengono all'Unità di Modena (AES8a), il cui tetto è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico.

Si tratta di depositi a tessitura prevalentemente grossolana (ghiaie e sabbie), ricoperti da sottile copertura di argille, limi e sabbie dello spessore di pochi metri.

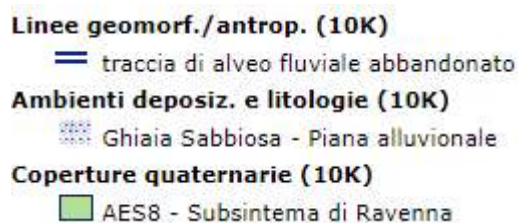


Figura 6 – Stralcio della Carta geologica della Regione Emilia-Romagna - Sezione n. 161160 "Gossolengo" (fonte: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna)

La rappresentazione grafica dell'assetto geologico e geomorfologico della porzione di territorio interessata dall'intervento in progetto è riportata in **Tavola 02 - Carta geologico-geomorfologica**, redatta sulla base delle seguenti cartografie ed elaborati esistenti:

- Carta Geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna – Sez. n. 161160 "Gossolengo";
- Banca Dati Geognostica della Regione Emilia-Romagna.
- Carta Geologica del PSC di Gragnano Trebbiense.

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 10
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

## 3.2 GEOMORFOLOGIA

L'area di progetto è ubicata in corrispondenza dell'alta pianura piacentina, comprendente quella fascia di territorio che borda il margine appenninico estendendosi in direzione Nord fino all'autostrada del Sole e poco oltre.

Questa unità territoriale è formata dalla coalescenza delle conoidi fluviali e dei terrazzi alluvionali intravallivi, che si raccordano alla bassa pianura (pianura a crescita verticale) con un passaggio graduale ed eteropico.

L'attuale assetto geomorfologico della porzione di territorio in esame è il risultato dell'effetto combinato di alterne vicende climatiche di varia intensità, lente deformazioni tettoniche ed interventi antropici, che si sono imposti negli ultimi millenni.

Le caratteristiche stratigrafico - sedimentologiche della pianura pedemontana sono tipiche dei corsi d'acqua con canali intrecciati a bassa sinuosità e ad alta energia, dove la sedimentazione all'interno dell'alveo è prevalentemente grossolana (ghiaie), mentre nelle aree perfluviali essenzialmente fine (argille, limi).

Allontanandosi dal corso d'acqua verso le porzioni più interne delle zone perfluviali sono individuabili vari ordini di terrazzi fluviali, impostati a quote progressivamente superiori e caratterizzati da superfici pianeggianti, digradanti verso N-NE.

L'area in esame, ubicata in sinistra idrografica del Fiume Trebbia, si trova a ridosso dell'area industriale di Colombarola di Sordello e risulta attualmente occupata da terreni agricoli incolti.

Dal punto di vista altimetrico, l'area in esame risulta pianeggiante con quote di circa 73-74 m s.l.m. e pendenze di circa 0,3%, degradanti blandamente verso NNE, con deboli ondulazioni a seguito delle incisioni prodotte dalla rete idrica secondaria.

Nell'area non si rilevano elementi geomorfologici di pregio.

Il rilievo geomorfologico effettuato evidenzia la stabilità complessiva della porzione di territorio su cui insisterà l'opera prevista, il sito in esame ricade infatti su di una superficie pianeggiante senza indizi di erosione in atto in grado di generare processi di instabilità.

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 11
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	



### 3.3 RISCHIO IDRAULICO

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è un Piano introdotto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. 'Direttiva Alluvioni') con la finalità di costruire una mappatura delle aree allagabili, classificate in base alla pericolosità e al rischio.

In particolare, per la porzione del territorio regionale ricadente nel distretto del fiume Po, l'aggiornamento delle mappe di pericolosità e di rischio di alluvioni relative al secondo ciclo di pianificazione previsto dalla Direttiva 2007/60/CE riguarda:

- le mappe di pericolosità (aree allagabili) complessive che costituiscono quadro conoscitivo dei PAI;
- le mappe di rischio (R1, R2, R3, R4) complessive, elaborate ai sensi del D. Lgs n. 49/2010;
- le mappe di pericolosità e rischio (aree allagabili, tiranti, velocità, elementi esposti) nelle Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSEFR).

Tutta la documentazione e i dati relativi agli aggiornamenti (2019 - 2020/2021 - 2021/2027) alle mappe di pericolosità complessive è consultabile e scaricabile al seguente link dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po: <https://pianoalluvioni.adbpo.it/mappe-della-pericolosita-e-del-rischio-di-alluvione/>

Sulla base di quanto riportato nella Mappa di pericolosità di alluvioni e degli elementi potenzialmente esposti, l'area di intervento non ricade nelle aree alluvionabili del reticolo principale, secondario collinare e secondario di pianura.

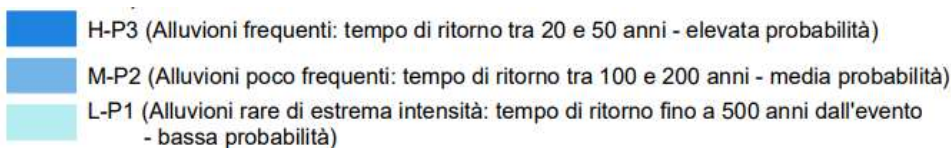
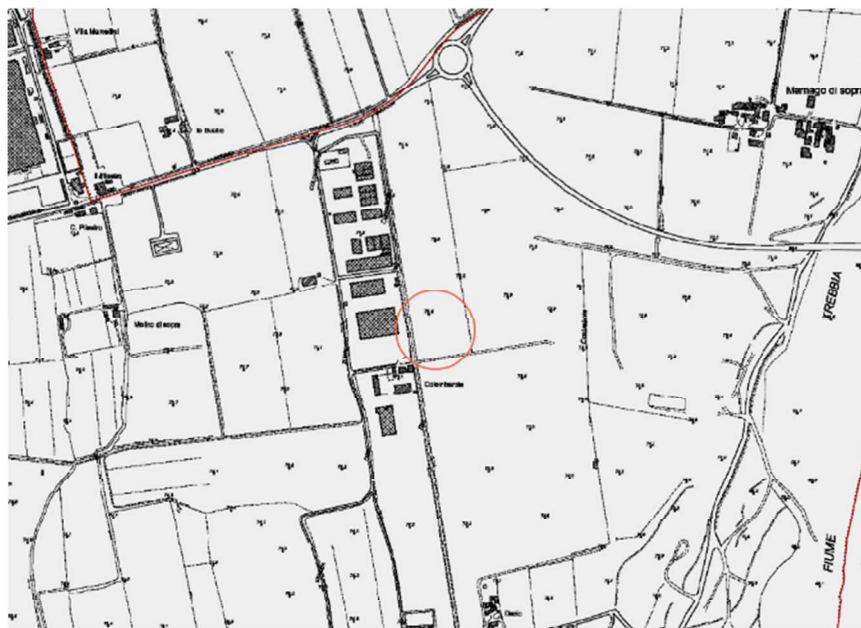


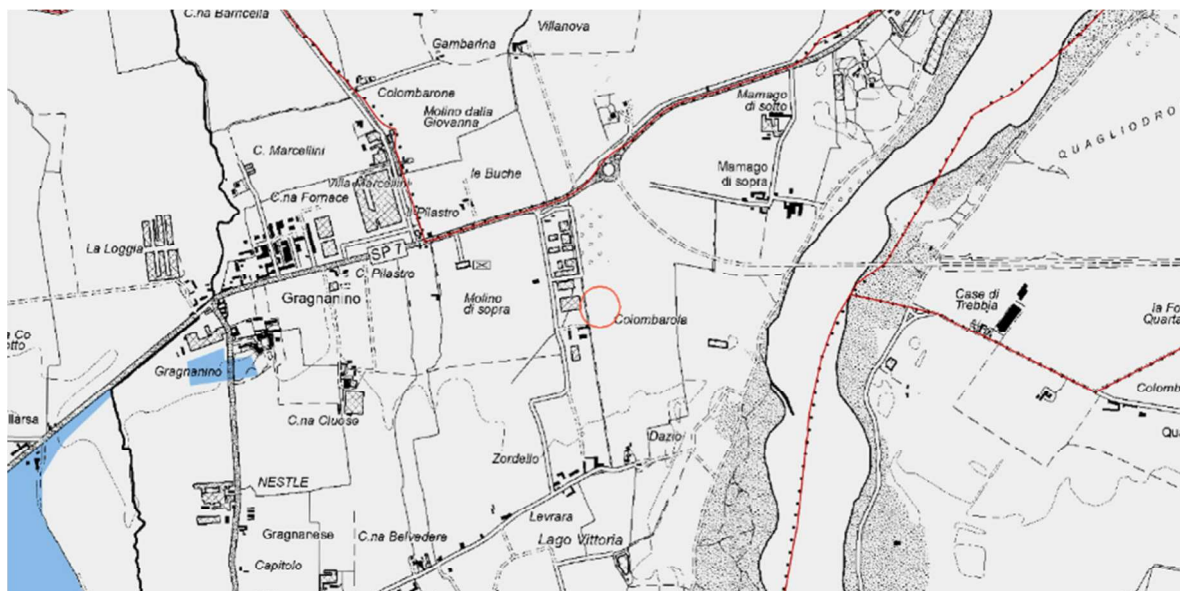
Figura 7 – Stralcio Mappa di pericolosità del Piano Gestione Rischio Alluvioni per il Reticolo principale





- H-P3 (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- M-P2 (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- L-P1 (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento - bassa probabilità)

Figura 8 – Stralcio Mappa di pericolosità del Piano Gestione Rischio Alluvioni per il Reticolo secondario collinare



- H-P3 (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- M-P2 (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- L-P1 (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento - bassa probabilità)

Figura 9 – Stralcio Mappa di pericolosità del Piano Gestione Rischio Alluvioni per il Reticolo secondario di pianura

### 3.4 ASPETTI IDROGEOLOGICI

Le caratteristiche degli acquiferi del territorio in esame sono inserite nel quadro evolutivo idrogeologico e stratigrafico della Pianura Padana emiliano-romagnola.

Secondo quanto riportato nello studio del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola, il Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna distingue tre Unità Idrostratigrafiche, denominate Unità Idrostratigrafico-Sequenziali (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998), le cui caratteristiche peculiari sono le seguenti (v. Figura 10):

- sono costituite da una o più unità Stratigrafiche a limiti discontinui (limiti di discontinuità stratigrafica), denominate Sequenze Deposizionali, sensu Mitchum et Al. (1977);
- comprendono in posizione basale e/o sommitale una Barriera di Permeabilità Regionale.

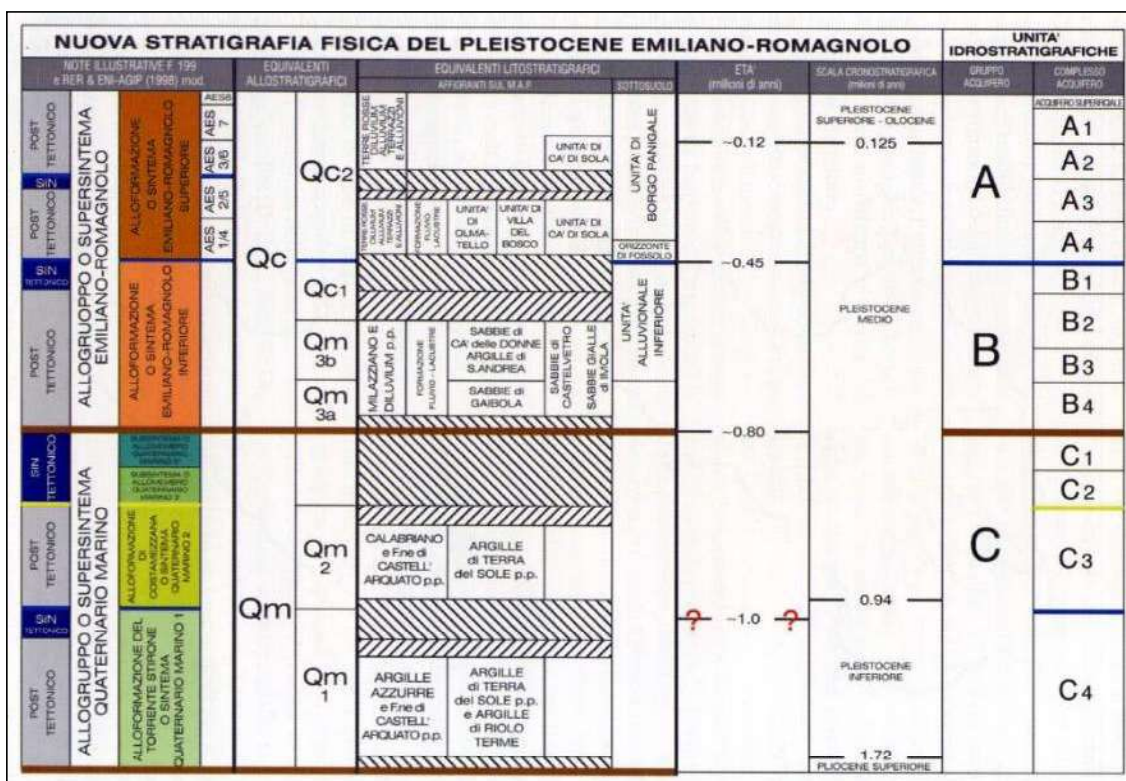


Figura 10 – Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola. Da "Di Dio G. (2001)

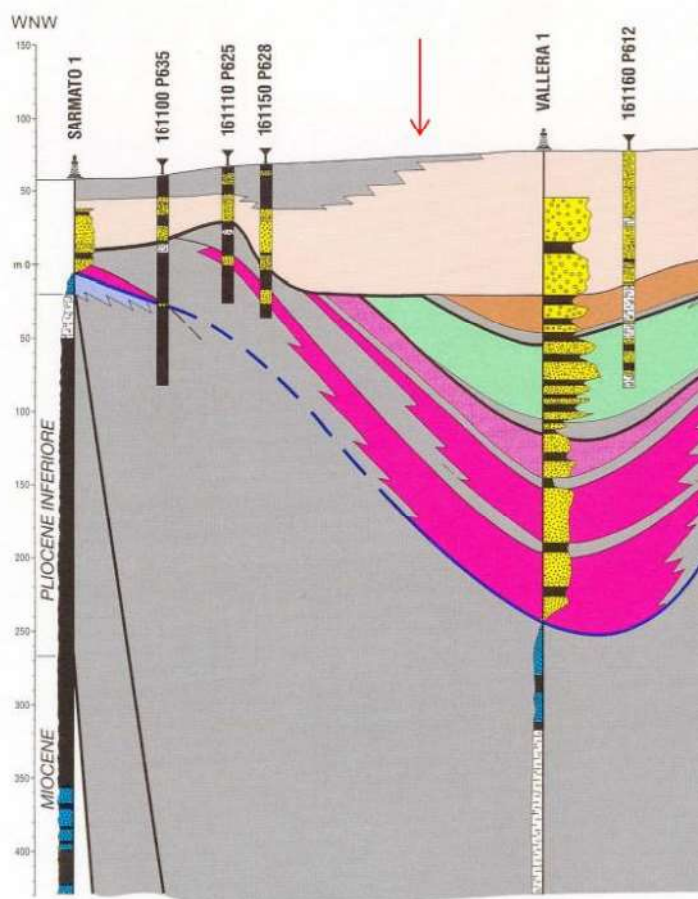
Le Unità Idrostratigrafico-Sequenziali di rango superiore, denominate Gruppi Acquiferi A, B e C, a loro volta sono suddivise in 12 UIS, gerarchicamente inferiori, denominate Complessi Acquiferi. Esse affiorano estesamente sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal Fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20.000 anni, contenenti Sistemi Acquiferi quasi sempre freatici, di scarsa estensione e potenzialità (Complesso Acquifero Superficiale o A0).

I corpi geologici che fungono da acquiferi sono costituiti da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi di origine deltizia, litorale e alluvionale depositi dai corsi d'acqua appenninici e dal Fiume Po a partire da circa 1 milione di anni fa. Ciascun Gruppo Acquifero è idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie a Barriere di Permeabilità Regionali.

Al suo interno ogni Gruppo Acquifero è composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti, parzialmente o totalmente isolati tra loro, suddivisi in Complessi e Sistemi Acquiferi.

Le principali barriere di permeabilità in senso orizzontale sono costituite da corpi geologici decametrici, a prevalente granulometria fine, interpretabili come sistemi deposizionali interdeltizi o di interconoide e bacino interfluviale, che si giustappongono a sistemi deposizionali deltizi, di conoide alluvionale e fluviali, ricchi in materiali grossolani.

L'Unità Idrostratigrafica-Sequenziale affiorante nell'area in esame e direttamente coinvolta dalle opere di fondazione dell'intervento in progetto è denominata Gruppo Acquifero A (Complesso Acquifero A0), che ricalca il Sintema Emiliano Romagnolo superiore (450.000 - 350.000 anni BP).



UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE			ETÀ	SCALA CRONO-STRATIGRAFICA
GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO	SISTEMA ACQUIFERO	(milioni di anni)	(milioni di anni)
A	A1		- 0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE
	A2			
	A3			
	A4			
B	B1		- 0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO
	B2			
	B3			
	B4			
C	C1		- 0.65	PLEISTOCENE INFERIORE
	C2			
	C3			
	C4			
	C5			
ACQUITANDO BASEALE			- 0.89	PLEISTOCENE INFERIORE
			- 1.72	PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE
			- 3.55	PLEISTOCENE INFERIORE
			- 3.9	PLEISTOCENE INFERIORE

PRINCIPALI LITOLOGIE DI PIANURA

- GHIAIE
- GHIAIE SABBIOSE
- GHIAIE ARGILLOSE
- SABBIE
- SABBIE GHIAIOSE
- SABBIE ARGILLOSE
- ARGILLE GHIAIOSE
- ARGILLE SABBIOSE
- ARGILLE E LIMI
- MARINE
- INTERVALLO MANCANTE
- LIVELLO SATURO D'ACQUA DOLCE
- LIVELLO SATURO D'ACQUA SALMASTRA/SALATA

- Limite di Gruppo Acquifero o di importante Unità Stratigrafica
- Limite di Complesso Acquifero
- Limite tra Sistema Acquifero e Sistema Acquifero
- Limite acqua dolce/salmastro
- Superficie di Trasgressione Tirimena
- Barriera di permeabilità regionale
- Sistema di faglie inverse
- Strato guida "Contessa"
- Faglia o contatto tettonico (certo e presunto)
- Limite stratigrafico (certo e presunto)
- Unconformity
- Superficie assiale di sinclinale (certo e presunto)
- Superficie assiale di anticlinale (certo e presunto)



POZZO AGIP



POZZO PER ACQUA

Figura 11 – Sezione geologica 31 (fonte: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna)



Nella zona in esame l'acquifero si presenta monostrato, costituito da ghiaie e sabbie della conoide alluvionale del Fiume Trebbia che dalla superficie continuano nel sottosuolo per alcune decine di metri

L'acquifero è freatico (o libero) e la falda può oscillare liberamente all'interno del deposito permeabile in cui è contenuta.

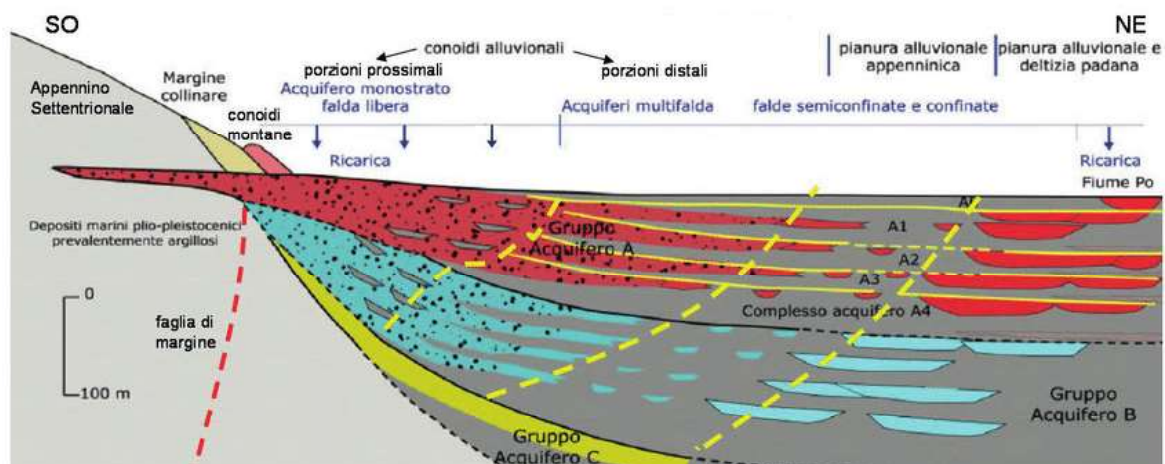


Figura 12 – Distribuzione schematica dei corpi idrici e delle unità idrostratigrafiche nel sottosuolo della pianura emiliano – romagnola

### 3.4.1 Comportamento idrodinamico dell'acquifero superficiale

Nell'area in esame la superficie freatica si trova all'interno dei depositi alluvionali ghiaiosi a quote assolute di circa 60 ÷ 61 m.s.l.m. per una soggiacenza (distanza della superficie piezometrica dal piano campagna) di circa 10 ÷ 11 m; in relazione alle variabilità degli apporti idrici, è possibile ipotizzare che il livello piezometrico possa subire variazioni stagionali di 1 ÷ 2 metri, tali comunque da non interferire con le opere previste (a meno che non si debba ricorrere a fondazioni profonde).

Il flusso idrico sotterraneo è diretto verso NNO, con un gradiente pari a 0,2%.

L'andamento della superficie piezometrica è riportato graficamente in **Tav. 03 - Carta idrogeologica e della vulnerabilità**.

### 3.5 Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità degli acquiferi rappresenta un indicatore ambientale di suscettibilità delle falde idriche all'inquinamento dovuto al carico antropico esistente.

Facendo riferimento alla Tavola PSC3.7 - 'Sistema idrogeologico: aspetti idrogeologici' - del Quadro Conoscitivo del PSC di Gragnano Trebbiense, l'area in esame ricade nelle zone a vulnerabilità elevata.

L'area risulta ricompresa nelle zone di ricarica della falda di tipo B – ricarica indiretta.

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 16
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

## 4 SISMICITA'

### 4.1 ZONIZZAZIONE SISMICA

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha prodotto una zonizzazione sismogenetica (ZS) del territorio nazionale che tiene conto dell'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale ("Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O P C M 20-3-2003, n 3274 Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp + 5 appendici").

La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismo genetiche.

Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2 488 eventi degli ultimi 1000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

Dall'esame della si evince che il Comune di Gragnano Trebbiense ricade nella Zona Sismogenetica 911 che fa parte del complesso "Appennino settentrionale e centrale" (zone che vanno dalla 911 alla 923).

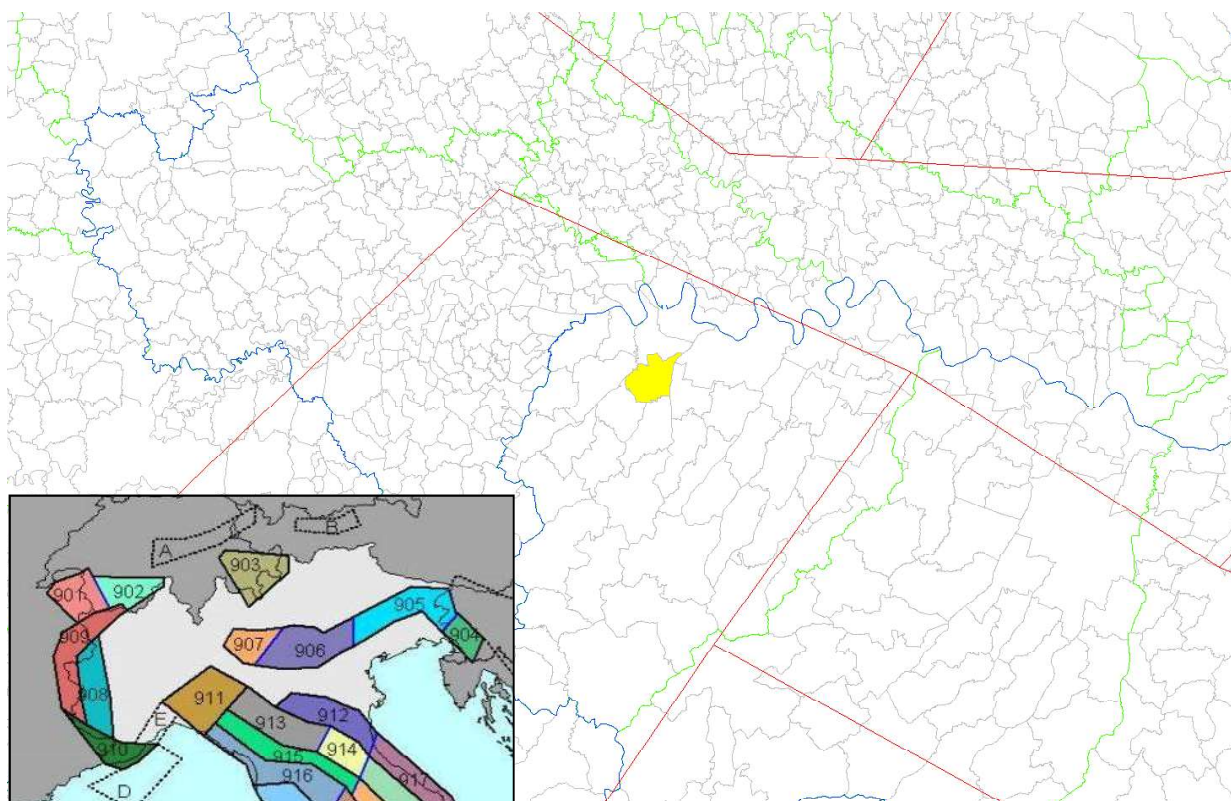
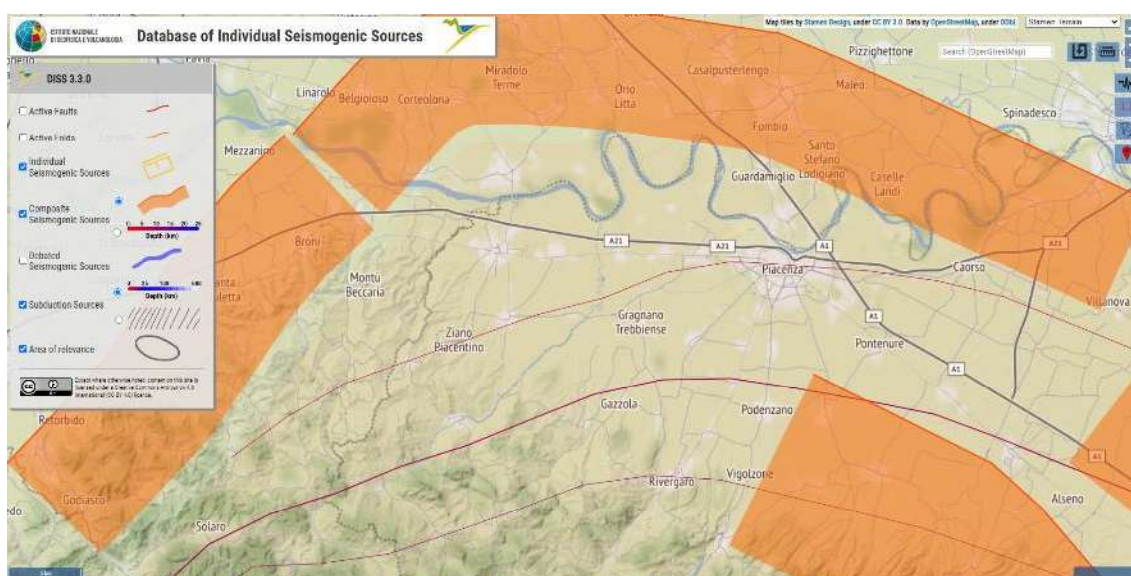


Figura 13 – Stralcio della Zonizzazione sismogenetica ZS9.

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 17
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

La Zona Sismogenetica 911 rappresenta la porzione più esterna ed occidentale della fascia in compressione dell'Appennino Settentrionale, caratterizzata dallo sprofondamento passivo della litosfera adriatica (placca tettonica "Adria") sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale (placca tettonica "Northern Apenninic Arc") con cinematismi attesi di sovrascorrimenti e faglie trascorrenti aventi assi SW-NE. I terremoti storici hanno raggiunto il valore massimo pari a  $M_d = 4,1$ ; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 8 e 12 Km con profondità efficace di 8 km; nella Zona Sismogenetica 911 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a  $M_{max} = 6,14$ .

Secondo quanto riportato dal database DISS v. 3.3.0 (DISS Working Group, 2021), il Comune di Gragnano Trebbiense non è interessato direttamente da nessuna sorgente sismogenica. Le sorgenti più vicine all'area in oggetto sono la ITCS044 Portalbera-Cremona a Nord e la ITCS045 San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro (v. Figura 14).



PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	7.0	OD Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	30...115	OD Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ Inferred from geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.4800... 0.5400	OD Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.7	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

ITCS044 Portalbera-Cremona a Nord

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	10.0	OD Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	110...150	OD Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.2400... 0.6300	EJ Inferred from geological data by Ponza et al. (2010) and Gunderson et al. (2013)
Max Magnitude [Mw]	7.2	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

ITCS045 San Giorgio Piacentino-Fornovo di Taro

Figura 14: Strutture sismogenetiche nella fascia pedemontana adriatica (Rif. DISS – Database of Individual Seisogenic Source – Versione 3.3.0).



## 4.2 SISMICITA' STORICA DEL COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE

La sismicità storica del Comune di Gragnano Trebbiense è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15 v. 4.0 pubblicato nel 2022 che illustra i terremoti dal 1000 al 2020, consultabile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

In Tabella 1 sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Nella tabella sono indicate oltre alla stessa intensità al sito (Int), l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi), in cui si è verificato, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io), e la magnitudo momento (Mw):

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
NF	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	604	6	4,43
NF	1995 12 31 21 29 47.60	Appennino reggiano	96	4-5	4,51
NF	2000 08 21 17 14	Monferrato	595	6	4,94

Tabella 1 - Eventi sismici di maggiore intensità verificatisi nel Comune di Gragnano Trebbiense.

## 4.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE

La classificazione sismica è stata approvata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica".

Il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 classi con livelli decrescenti di pericolosità sismica in relazione a 4 differenti valori di accelerazione orizzontale (ag/g) d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico e a 4 differenti valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag/g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g)
1	>0,25
2	0,15 - 0,25
3	0,05 - 0,15
4	<0,05

Tabella 2: Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g)

Con Delibera G.R. Emilia-Romagna 06/02/2023, n. 146, la Regione Emilia-Romagna ha recentemente predisposto l'aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni della Regione, la quale prevede che il territorio comunale di Gragnano Trebbiense venga classificato in classe 3, con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compreso tra 0,05 - 0,15 (a g /g).

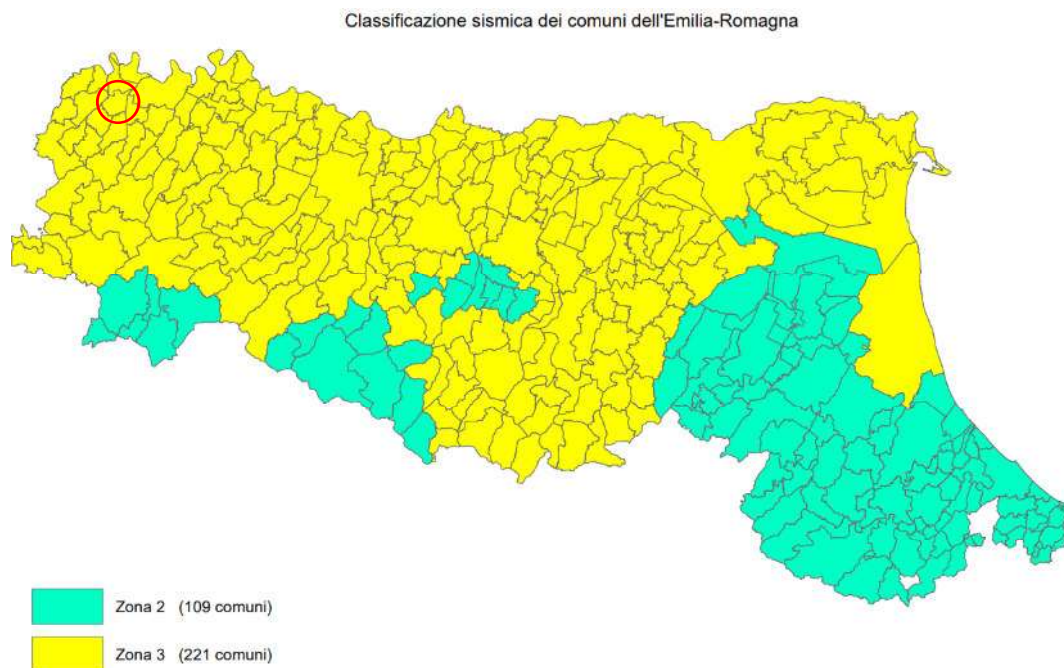


Figura 15: Classificazione sismica vigente dei Comuni della Regione Emilia-Romagna

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 20
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	



## 5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Sulla base del modello geologico descritto nei paragrafi precedenti, al fine di determinare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni interessati dalla costruzione dell'edificio in oggetto, sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche e geofisiche:

- n. 4 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- n. 1 prova penetrometrica statica CPT;
- n. 1 prova geofisica con il metodo ReMi;

Le prove penetrometriche sono state realizzate dalla Ditta specializzata Soilsystem di Piacenza mentre l'indagine geofisica è stata realizzata dalla Ditta Georeflex di Piacenza, nel mese di giugno 2023.

Nelle aree circostanti sono inoltre disponibili i dati delle seguenti indagini:

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo (Relazione Geologico Sismica – Testing Area ITAS Fives, Ambiter srl, 2014)
- n. 4 prove penetrometriche statiche CPT (Relazione Geologico Sismica – Testing Area ITAS Fives, Ambiter srl, 2014);
- n.4 prove penetrometriche statiche CPT (fonte: Relazione Geologico-Geotecnica-Sismica per il Progetto di realizzazione di nuovo capannone TMV Molinari srl, Dott. Geol. Gian Luca Corsi, 2021)
- n.2 prove penetrometriche dinamiche SCPT (Database Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia-Romagna);
- n.1 pozzo idrico (Database Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia-Romagna)
- n. 1 indagine MASW (fonte: Studio di Microzonazione Sismica Comune di Gragnano)
- n.1 prova geofisica con il metodo ReMi (fonte: Relazione Geologico-Geotecnica-Sismica per il Progetto di realizzazione di nuovo capannone TMV Molinari srl, Dott. Geol. Gian Luca Corsi, 2021)

I punti di indagine realizzati a corredo della presente Relazione sono rappresentati in **Tavola 04 – Planimetria con ubicazione indagini**.

L'ubicazione di massima delle ulteriori indagini disponibili è riportata in Figura 32.

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 21
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

## 5.1 CAMPAGNA GEOGNOSTICA GIUGNO 2023

### 5.1.1 Prova penetrometrica statica CPT

La prova penetrometrica statica con punta meccanica consiste nel misurare la resistenza alla penetrazione di una punta conica metallica, di dimensioni e caratteristiche standard, infissa a velocità costante nel terreno tramite un dispositivo di spinta idraulico che agisce alternativamente su una batteria di aste esterne e una batteria di aste interne alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

La misura in superficie viene eseguita mediante gruppi di due manometri in serie.

La prova deve essere eseguita secondo la seguente normativa e specifica di riferimento:

- ASTM D 3441 – 94 Standard Test Method for Deep, Quasi-Static, Cone and Friction – Cone Penetration Tests of Soil;
- UNI EN 1997-2 (2007) – Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica. Parte 2. Indagini e prove nel sottosuolo [EN 1997-2 – Eurocode 7 – Geotechnical Design – Part 2: Ground investigation and Testing];
- ISO 22476-12 – Geotechnical investigation and testing – Field Testing – Part 12: Mechanical CPT.

Le prove penetrometriche statiche con punta meccanica sono state realizzate mediante l'utilizzo di punta meccanica tipo Begemann con le seguenti caratteristiche:

- diametro della punta 3,6 cm;
- angolo della punta 60°;
- superficie della punta 10 cm<sup>2</sup>;
- superficie del manicotto 150 cm<sup>2</sup>.

La prova viene eseguita facendo avanzare, ad una velocità costante di 2 cm/s ( $\pm 0.5$  cm/s), le aste interne fino ad esaurire l'intera corsa della punta (4 cm) e della punta + manicotto (altri 4 cm), misurando la pressione di spinta nel primo e nel secondo caso; si faranno quindi avanzare le aste cave, fino alla chiusura delle aste telescopiche (altri 12 cm), misurando ed annotando la pressione totale di spinta.

Le misure di resistenza alla punta  $q_c$  e resistenza per attrito laterale  $f_s$  sono discontinue, con annotazione dei valori di resistenza ogni 20 cm di penetrazione.

La prova viene proseguita sino alla profondità massima specificata nel progetto delle indagini o fino a rifiuto, corrispondente al raggiungimento del limite di spinta nominale dell'attrezzatura conforme al progetto delle indagini.

Al termine della prova, si provvede a misurare la profondità da p.c. del tratto di foro aperto e ispezionabile o alla quota di soggiacenza della falda freatica. Tale quota viene riportata in una nota nella documentazione finale.

Nello specifico all'interno dell'area in esame è stata realizzata n. 1 prova penetrometrica CPT effettuata nel mese di giugno 2023 dalla Ditta specializzata Soil System di Piacenza).

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 22
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

CPT01		
Data: 26/06/2023		
Ubicazione: Gragnano Trebbiense, loc. Sordello		
Committente: CIVARDI S.r.l.		
Esecutore: Soil System – Dott. Gian Luca Corsi		
Falda: assente		
Profondità (m)	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rp+Rl (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,2	-	-
0,4	12	23
0,6	35	48
0,8	24	53
1,0	63	92
1,2	195	248
1,4	316	-

Tabella 3 - Prova penetrometrica statica

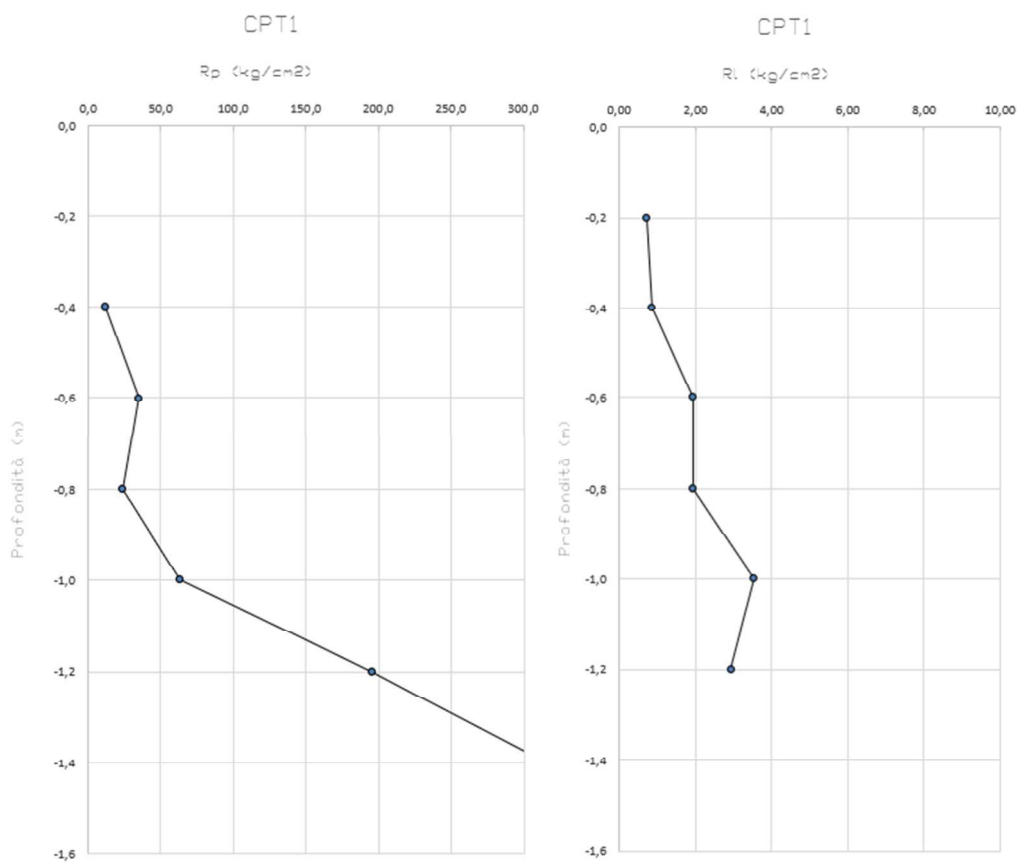


Figura 16: Diagrammi valori di resistenza alla punta e resistenza laterale della prova CPT01



Figura 17: Ubicazione prove penetrometrica statica CPT

### 5.1.2 Prove penetrometriche dinamiche DPSH

La prova penetrometrica dinamica DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione.

Durante la prova viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione ogni 20 cm di affondamento. L'attrezzatura è composta da una batteria di aste lunghe 1 metro con diametro di 32 mm, alla cui estremità inferiore è collegata una punta conica avente angolo di apertura di 60°, e da un maglio battente di 63.5 kg che viene fatto cadere da un'altezza di 75 cm.

Nello specifico all'interno dell'area in esame sono state realizzate n. 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH effettuate nel mese di giugno 2023 dalla Ditta specializzata Soil system di Piacenza con penetrometro Pagani TG 63-100.

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 24
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

Data: 26/06/2023				
Ubicazione: Gragnano Trebbiense, loc. Sordello				
Committente: CIVARDI S.r.l.				
Esecutore: Soil System – Dott. Gian Luca Corsi				
Falda: assente				
Profondità (m)	DPSH01	DPSH02	DPSH03	DPSH04
	Ncolpi/20cm	Ncolpi/20cm	Ncolpi/20cm	Ncolpi/20cm
0,2	2	2	1	3
0,4	3	5	5	2
0,6	4	6	6	4
0,8	4	5	7	6
1,0	8	8	13	10
1,2	13	21	23	16
1,4	21	37	32	26
1,6	35	65	58	32
1,8	27	-	74	44
2,0	39	-	-	38
2,2	46	-	-	57
2,4	78	-	-	65

Tabella 4 - Prove penetrometriche dinamiche DPSH

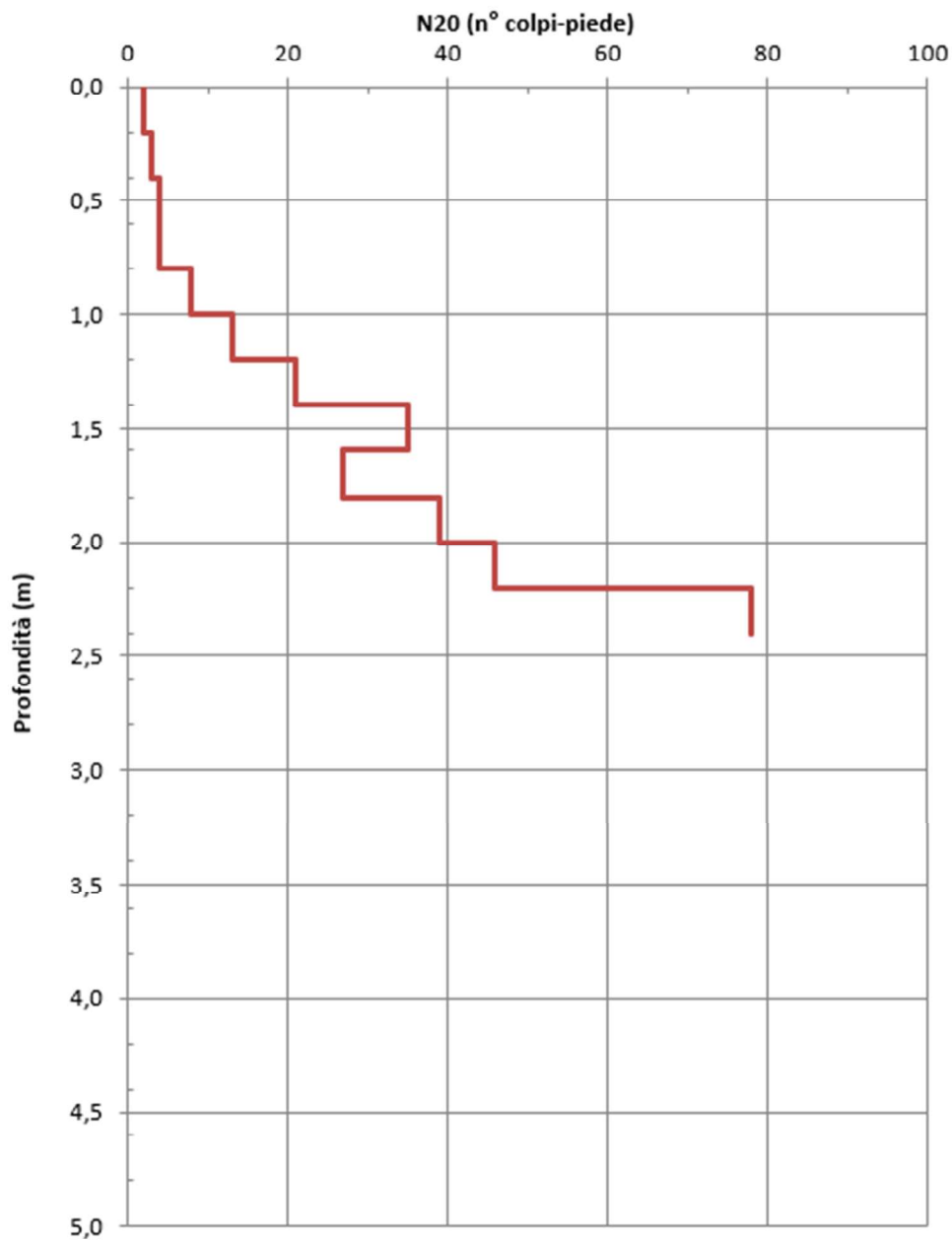


Figura 18: Diagramma Ncolpi/20cm – profondità prova DPSH01

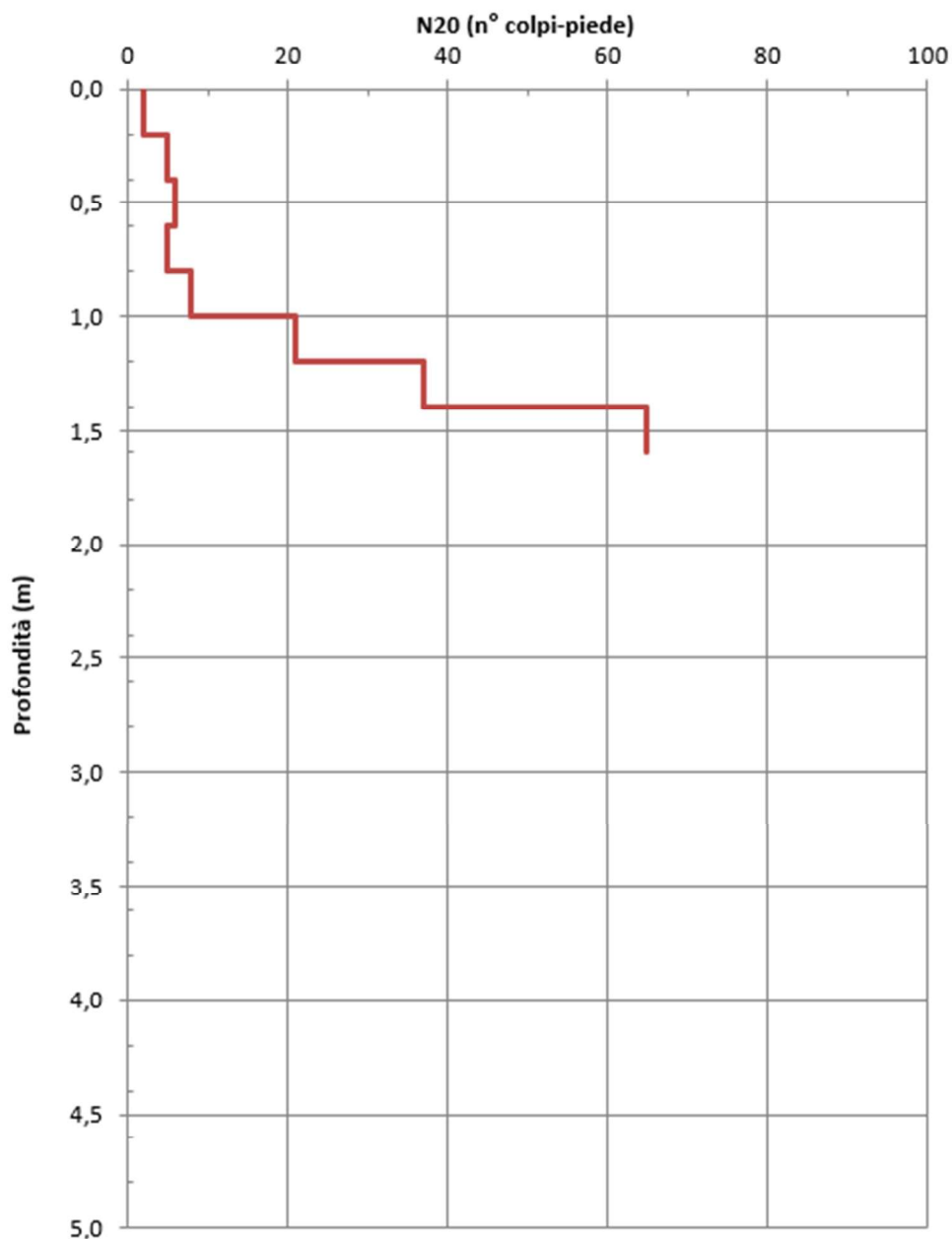


Figura 19: Diagramma Ncolpi/20cm – profondità prova DPSH02

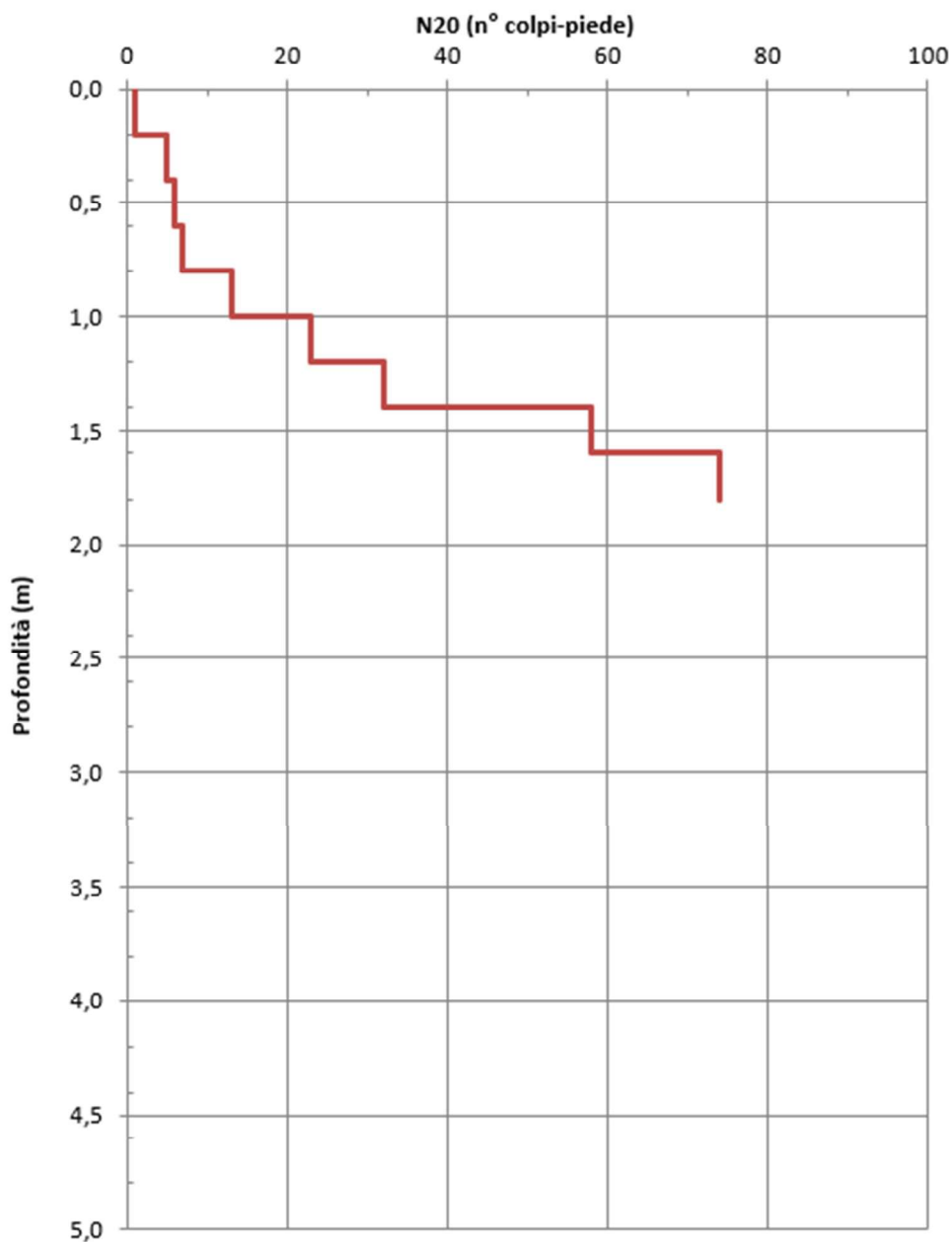


Figura 20: Diagramma Ncolpi/20cm – profondità prova DPSH03



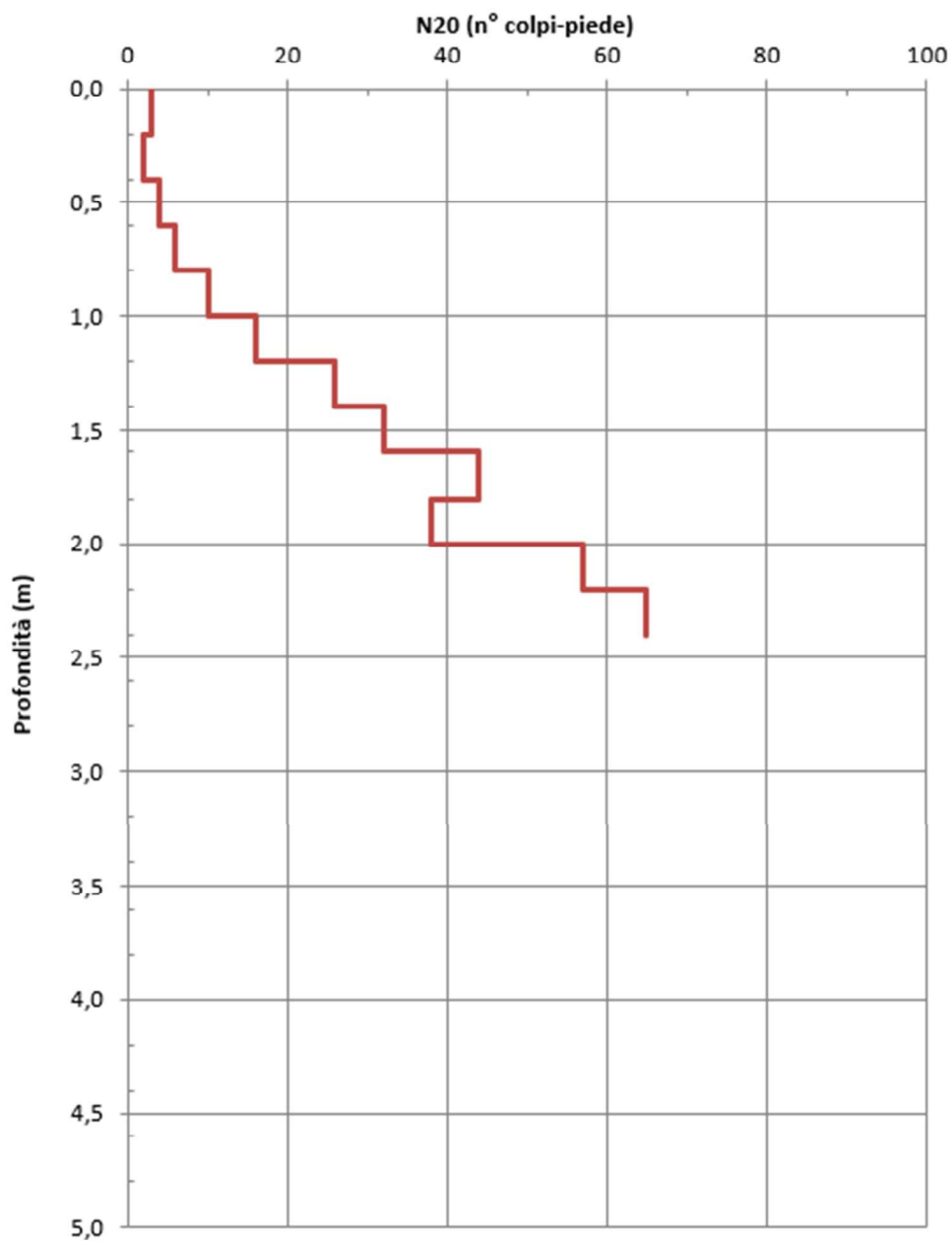


Figura 21: Diagramma Ncolpi/20cm – profondità prova DPSH04



Figura 22: Postazione prova DPSH 01



Figura 23: Postazione prova DPSH 02

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 30
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	



*Figura 24: Postazione prova DPSH 03*



*Figura 25: Postazione prova DPSH 04*

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 31
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	



## 5.2 ANALISI DEI MICROTREMORI

### 5.2.1 Descrizione del metodo

La determinazione delle Vseq risulta essere fondamentale per la definizione dei suoli secondo l'inquadramento della normativa tecnica in materia di progettazione antisismica.

Per tale valutazione, oltre alla sismica in foro (downhole e crosshole) ed alla sismica di superficie (rifrazione e riflessione ad onde S) metodi alternativi di modellazione del sottosuolo basati sull'analisi delle onde superficiali (Rayleigh) hanno assunto importanza progressivamente crescente negli ultimi anni.

Tra le varie tecniche disponibili, l'analisi dei microtremori risulta essere particolarmente soddisfacente sia dal punto di vista dei risultati che dal punto di vista economico, essendo realizzabile con procedure operative molto simili a quelle impiegate per la sismica di superficie convenzionale.

Nel caso specifico tuttavia i tempi di registrazione dei files sismici devono essere necessariamente più lunghi, generalmente non inferiori ai 15 secondi.

Le geometrie e la strumentazione di acquisizione devono essere in grado di fornire informazioni sulle onde di superficie internamente ad una banda di frequenza che va dai 2 ai 40 Hz circa.

L'elaborazione del segnale consiste nel trasformare le registrazioni effettuate in spettri bidimensionali di tipo "slowness-frequency" che permettono, attraverso un *picking* manuale, la definizione di una curva di dispersione caratteristica del moto sismico in superficie, strettamente correlata ai valori Vs relativi ai terreni prossimi alla superficie.

L'inversione di questa curva consente di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde S con la profondità, da cui poi risulta agevole determinare le Vseq.

Il software con cui è stato realizzato questo tipo di elaborazione è denominato ReMi e viene prodotto dalla Optim LLC (Reno, Nevada, USA).

## 5.3 Strumentazione e criteri di acquisizione

Per l'acquisizione sismica effettuata all'interno dell'area in progetto, è stato impiegato un sismografo a 24 canali (GEODE) facente parte della gamma dei prodotti Geometrics Ltd; questo strumento è dotato di un convertitore analogico-digitale a 24 bit che permette intervalli di campionamento estremamente ridotti (da 0.02 ms a 16 ms), di un *range* dinamico di sistema di ben 144 dB e di un'ampia banda di ingresso (da 1.75 Hz a 20 kHz), in grado di riprodurre in modo molto accurato il segnale sismico.

I sensori disposti sul terreno sono geofoni caratterizzati da una frequenza di smorzamento di 4.5 Hz. La geometria di acquisizione in campagna è stata realizzata mediante l'allineamento di nr. 24 geofoni con spaziatura costante pari a 5.0 metri.

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 32
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

Qui di seguito vengono riportati i parametri di acquisizione applicati:

- intervallo di campionamento (*sample rate*) = 2 ms
- tempo di registrazione (*record length*) = 32.768 s



Figura 26: Postazione indagine ReMi



Figura 27: Stendimento sismico

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 33
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	



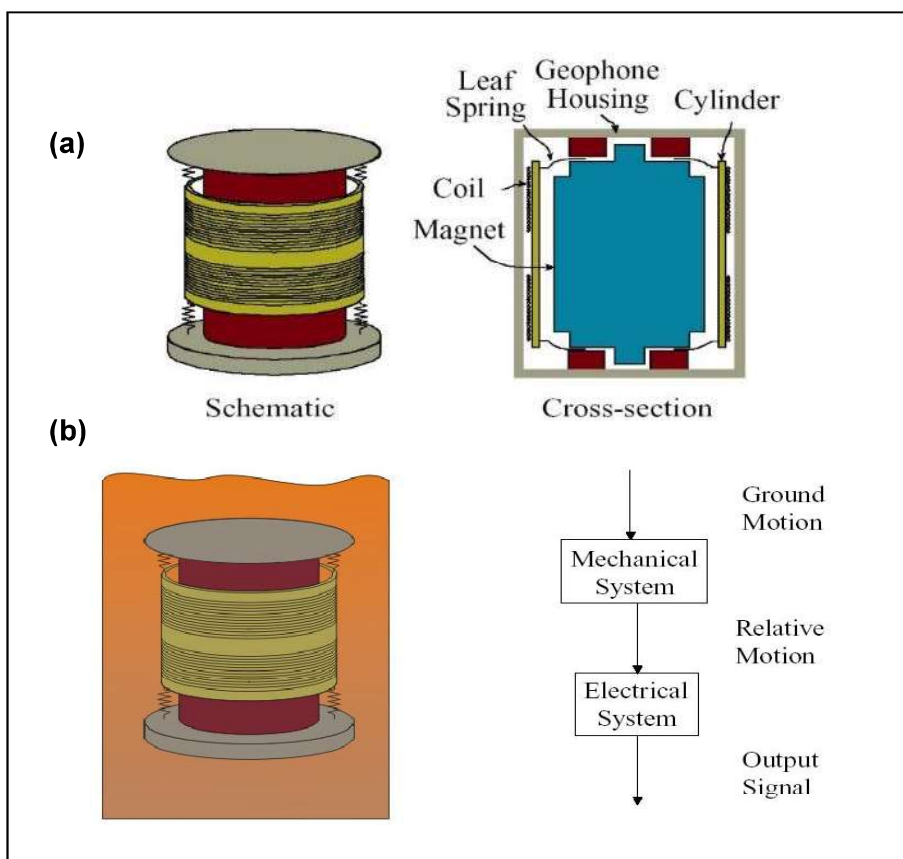


Figura 28: Schema funzionamento geofoni rilevatori.

## 5.4 Elaborazione dati

I dati, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (SEGY) con il software ReMi impiegato per l'elaborazione.

Ciascuna delle registrazioni effettuate, è stata convertita in uno spettro *frequency-slowness*, sul quale è stata interpretata la curva di dispersione relativa alle componenti in frequenza dei tremori alla quale è sottoposto il sottosuolo del sito in esame.

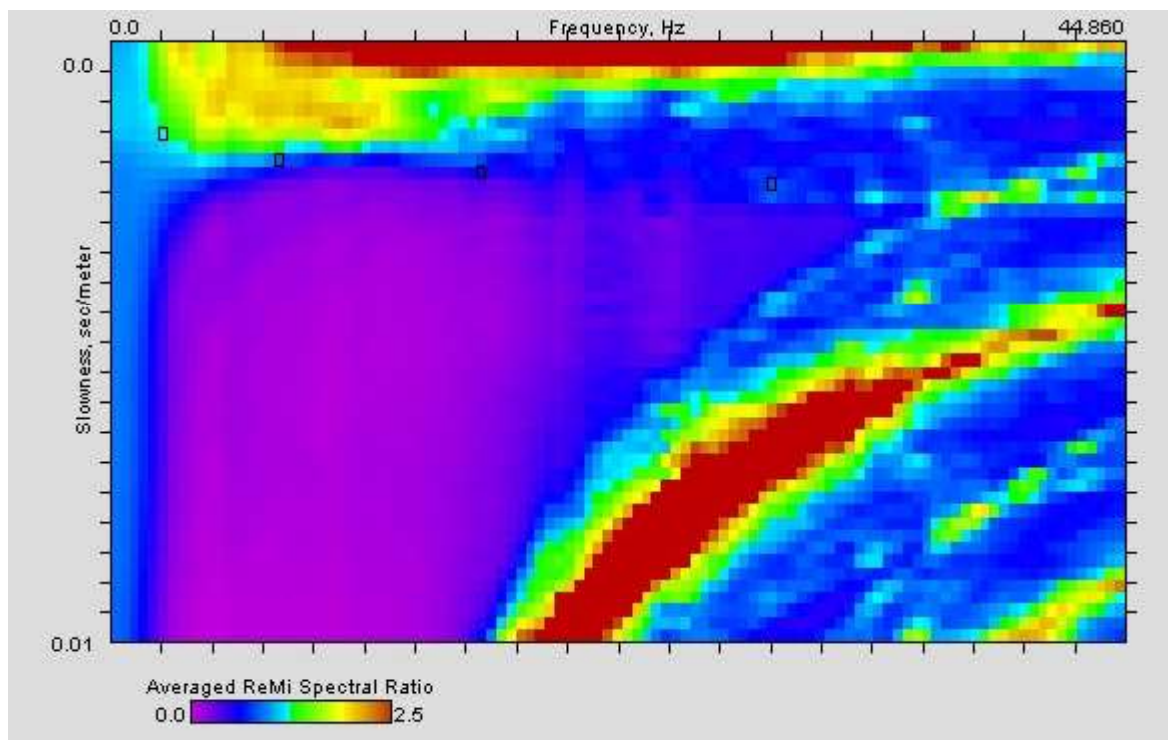
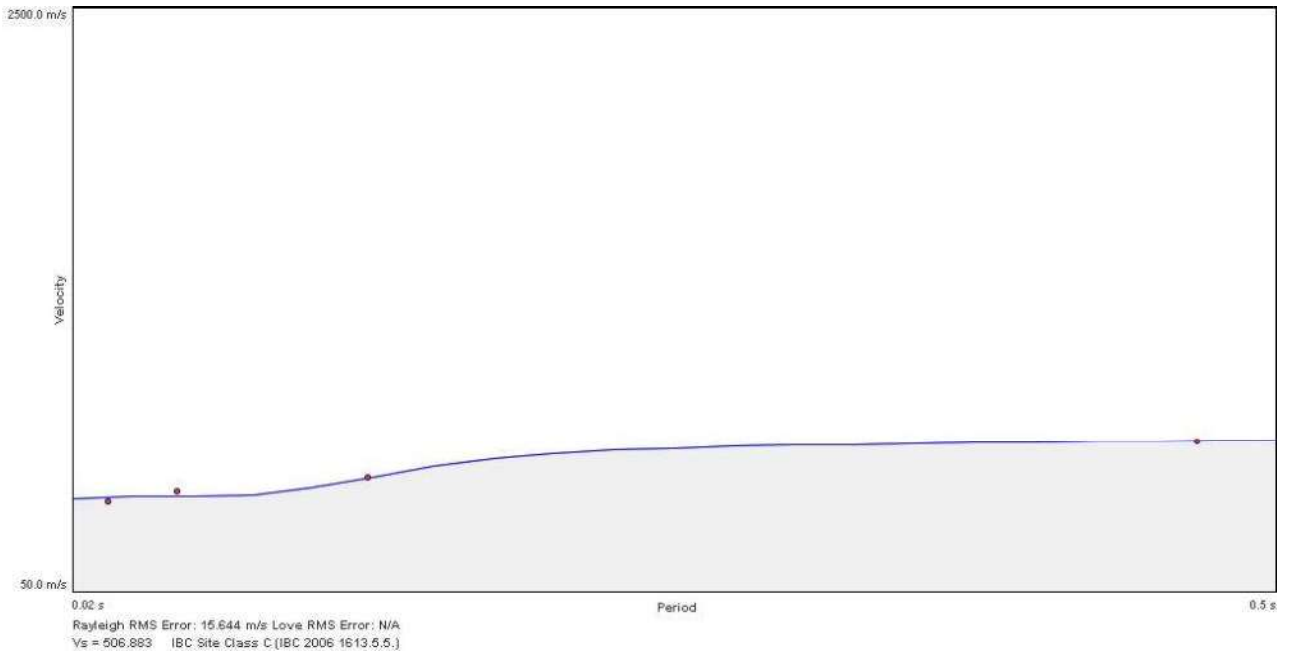


Figura 29: Grafico illustrante un esempio di spettro di tipo "frequency-slowness" e picking della curva di dispersione.

L'inversione della curva di dispersione ha consentito la valutazione dell'andamento delle Vs con buona affidabilità fino a circa 40 metri di profondità.

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 35
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	



	Density	Shear Velocity
1.8 m	1.828 g/cc 1.944 g/cc	378.659 m/s 534.688 m/s
13.8 m	1.906 g/cc	445.054 m/s
25.9 m	2.1 g/cc	796.951 m/s
40.0 m		

Figura 30: Grafico illustrante i risultati dell'inversione della curva di dispersione stimata.



## 5.5 CALCOLO DELLE $V_{seq}$

Per il calcolo delle  $V_{seq}$ , sulla base dei dati ottenuti dalle indagini dei microtremori (ReMI), è stata impiegata la formula riportata nel D.M. del 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" così di seguito enunciata:

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

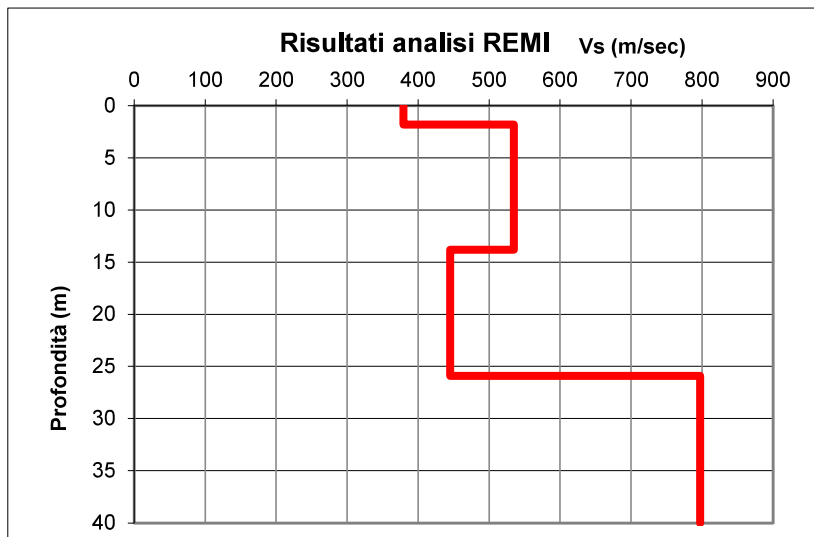


Figura 31: Profilo  $V_s$

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

Strato	Spessore	Velocità
(n)	(m)	(m/sec)
1	2	379
2	12	535
3	12	445
4	14	797

Tabella 5 - Sismostrati

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo per un totale di  $N$  strati.

$$V_{seq H} = 504 \text{ m/sec}$$

## 5.6 ULTERIORI INDAGINI DISPONIBILI

Per la ricostruzione della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche dei terreni dell'area, oltre ai dati desunti dalle specifiche indagini geognostiche effettuate è possibile fare riferimento alle seguenti indagini effettuate nelle aree circostanti.

In particolare, è possibile fare riferimento alle seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in Figura 32:

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo (Relazione Geologico Sismica – Testing Area ITAS Fives, Ambiter srl, 2014 – in rosso nella Figura 32)
- n. 4 prove penetrometriche statiche CPT (Relazione Geologico Sismica – Testing Area ITAS Fives, Ambiter srl, 2014 – in rosso nella Figura 32)
- n.4 prove penetrometriche statiche CPT (fonte: Relazione Geologico-Geotecnica-Sismica per il Progetto di realizzazione di nuovo capannone TMV Molinari srl, Dott. Geol. Gian Luca Corsi, 2021 – in giallo nella Figura 32)
- n.2 prove penetrometriche dinamiche SCPT (Database Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia-Romagna – in ciano nella Figura 32);
- n.1 pozzo idrico (Database Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia-Romagna – in bianco nella Figura 32)
- n. 1 indagine MASW (fonte: Studio di Microzonazione Sismica Comune di Gragnano – in verde nella Figura 32)
- n.1 prova geofisica con il metodo ReMi (fonte: Relazione Geologico-Geotecnica-Sismica per il Progetto di realizzazione di nuovo capannone TMV Molinari srl, Dott. Geol. Gian Luca Corsi, 2021 – in giallo nella Figura 32)

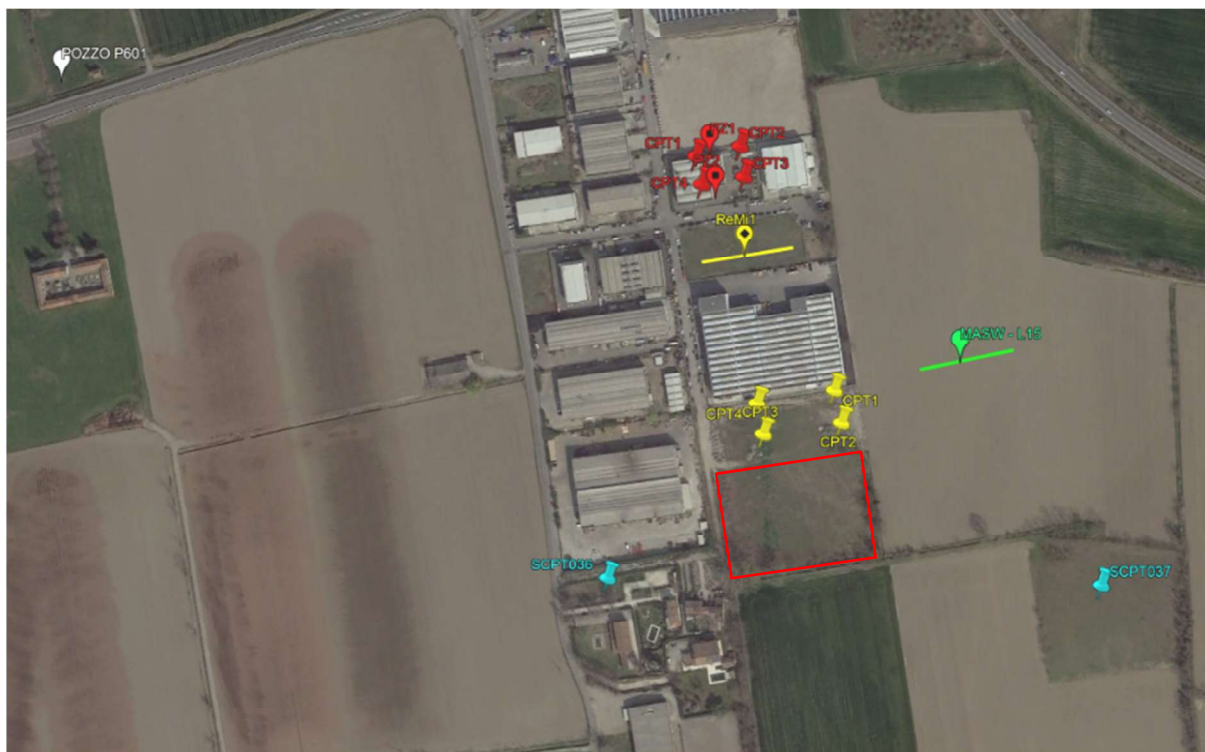


Figura 32: Ubicazione indagini disponibili

A. BIASIA	07/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 38
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

5.6.1 Pozzo idrico

Regione Emilia-Romagna → Scheda da ritornare al Genio Civile

Pratica N° 2658 COMPENSORIO GRAGNANO  
 COMUNE-Istat GRAGNANO

-Ditta F.LLI DELLAGIOVANNA  
 residente a GRAGNANO TREBBIENSE in Via Madonna del Pilastro, 2

-Pozzo ad uso \_\_\_\_\_ in Comune di GRAGNANO TREBBIENSE  
 Frazione PILASTRO Località GRAGNANINO Mapp.N° \_\_\_\_\_ /Fg. \_\_\_\_\_

-Data di ultimazione della perforazione: 30.11.1982 73  
 -Ditta perforatrice: NEGRETTI NICOLA S.N.C. CORTEOLONA PV 66

**CARATTERISTICHE DEL POZZO**

\*avanpozzo (sì o no) \_\_\_\_\_  
 \*diametro interno tubi mm. 400  
 \*profondità mt. 46.00

**EQUIPAGGIAMENTO**

\*tipo della pompa sommersa  
 \*potenza Cv 5 kw  
 \*prevalenza mt. 25  
 \*portata lt/sec. 2

-Livello statico mt. 13.00  
 -Portata pozzo:lt/sec. 20.00  
 -Superficie irrigata:  
 ha. \_\_\_\_\_ are \_\_\_\_\_ ca. \_\_\_\_\_  
 -Consumo giornaliero (24 ore):  
 metri cubi 110

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera.

Data 10-12-1982  
 Firma \_\_\_\_\_  
F.LLI DELLAGIOVANNA  
GRAGNANO TREBBIENSE (PC)  
Via Madonna del Pilastro, 2

STRATIGRAFIA DEL TERRENO		Palde cappate
Indicare la natura dei terreni e le PALDE ACQUIFERE attraversati		
-da mt. <u>0.00</u> a mt. <u>9.00</u>	Terreno argilloso, ghiaia con ciottoli	
-da mt. <u>9.00</u> a mt. <u>19.00</u>	Argilla con ghiaia e ciottoli	
-da mt. <u>19.00</u> a mt. <u>27.00</u>	Ghiaietto con ghiaia e ciottoli	da 22 a 26
-da mt. <u>27.00</u> a mt. <u>37.00</u>	Argilla con ghiaia e ciottoli	
-da mt. <u>37.00</u> a mt. <u>42.00</u>	Ghiaietto e ghiaia con ciottoli	da 37.50 a 41.50
-da mt. <u>42.00</u> a mt. <u>45.00</u>	Blocchi argilla con ghiaia	
-da mt. <u>45.00</u> a mt. <u>46.00</u>	Argilla compatta	
-da mt. _____ a mt. _____		

**Localizzazione del pozzo**

Long.		Lat.		Ha.	
Quota piano campagna:m.s.l.m.					

ANNOTAZIONI: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

N.B. : Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo,

Figura 33: Stratigrafia Pozzo idrico 161150P601

(fonte: Database Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia-Romagna)

### 5.6.2 Prove penetrometriche dinamica con penetrometro superpesante (SCPT)

Committente : Amministrazione Comunale di Gragnano  
 Località : Mamago  
 Data : 22.6.93

S036

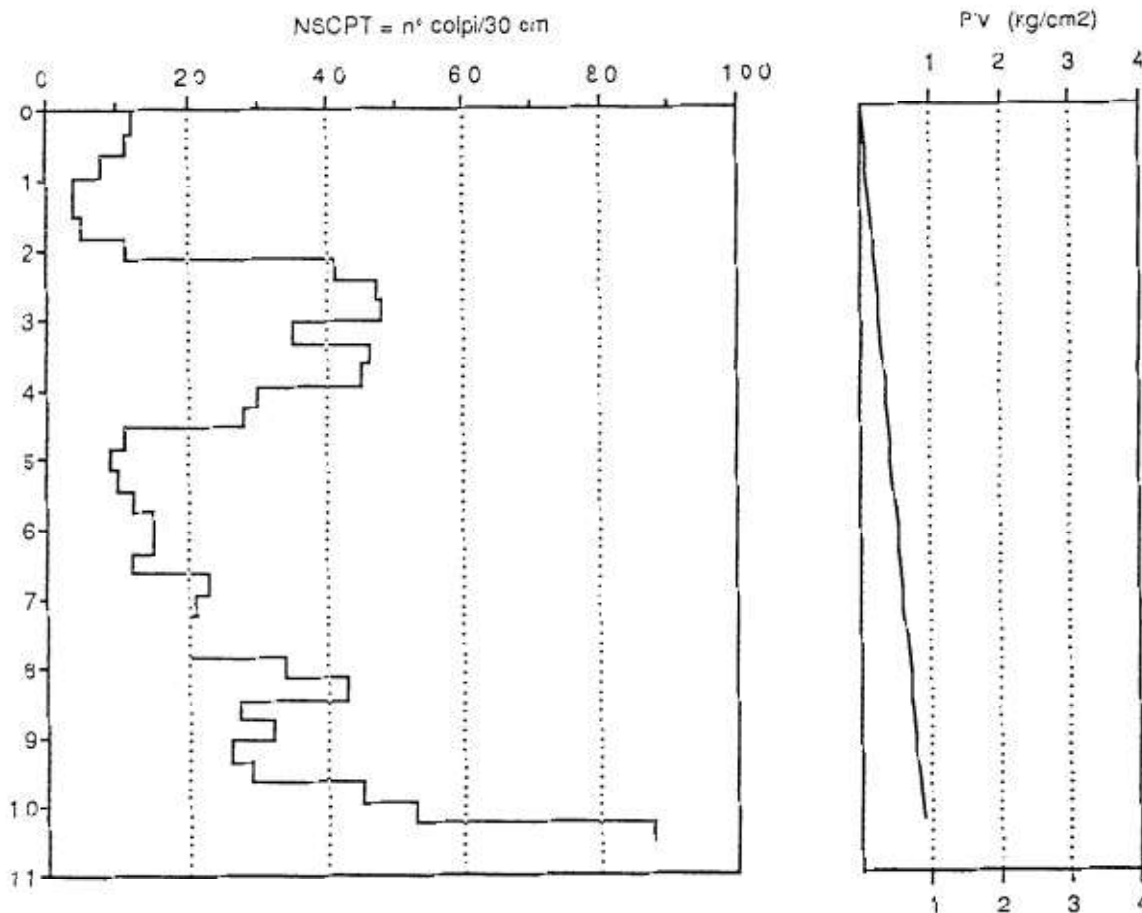


Figura 34: Diagramma n. colpi/30cm prova penetrometrica dinamica superpesante SCPT 161160S036

(fonte: Database Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia-Romagna)

Dall'esame del diagramma n. colpi/30cm della prova penetrometrica dinamica superpesante SCPT 161160S036 è possibile osservare che i depositi ghiaiosi si rinvengono a partire da una profondità di circa 2 m dal piano campagna e si presentano continui sino alle massime profondità investigate (circa 10 m). Nell'intervallo compreso tra 4,5-6,5 m da p.c. si trova un livello verosimilmente sabbioso ghiaioso poco addensato.

Committente : Amministrazione Comunale di Gragnano  
 Località : Mamago  
 Data : 22.6.93

S037

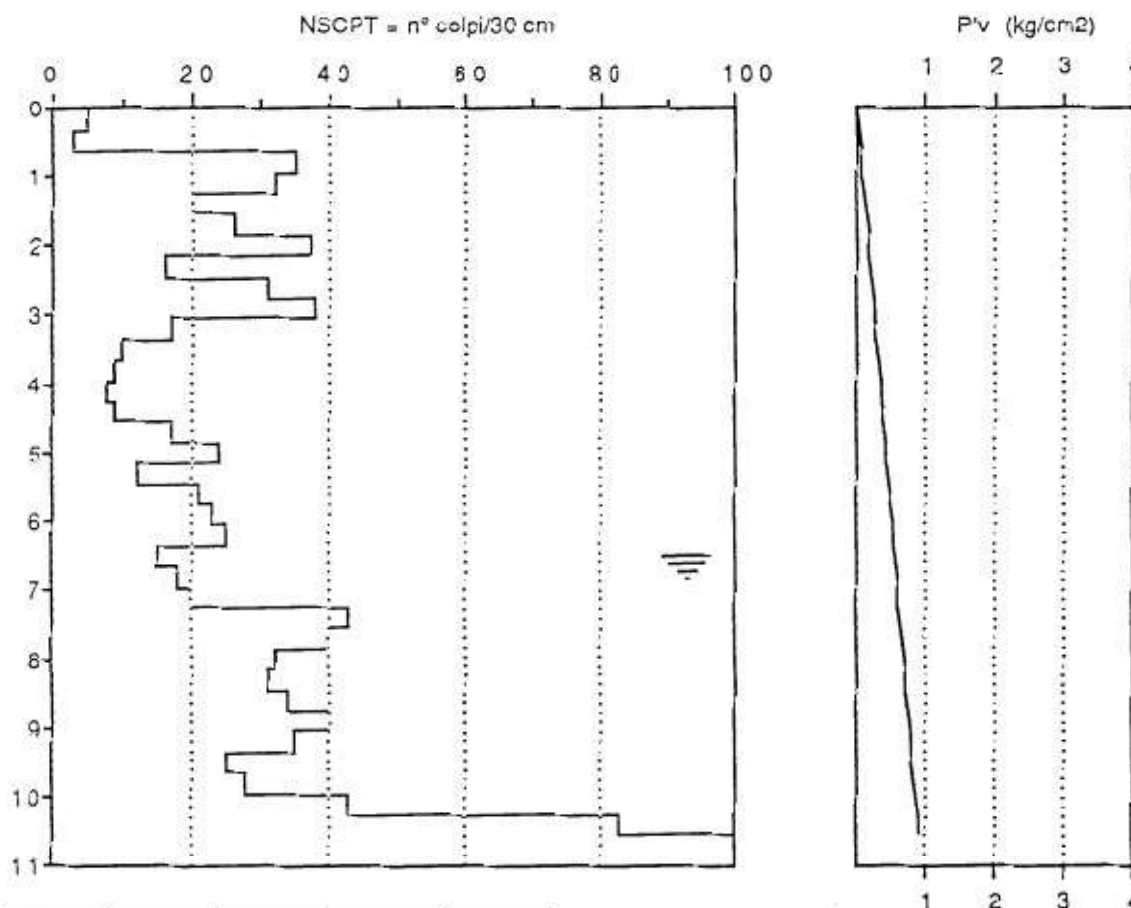


Figura 35: Diagramma n. colpi/30cm prova penetrometrica dinamica superpesante SCPT 161160S037

(fonte: Database Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione Emilia-Romagna)

Dall'esame del diagramma n. colpi/30cm della prova penetrometrica dinamica superpesante SCPT 161160S037 è possibile osservare che i depositi ghiaiosi si rinvengono a partire da una profondità di circa 0,5 m dal piano campagna e si presentano continui sino alle massime profondità investigate (circa 10 m). Nell'intervallo compreso tra 3,5-4,5 m da p.c. si trova un livello verosimilmente sabbioso ghiaioso poco addensato.

### 5.6.3 Sondaggi a carotaggio continuo

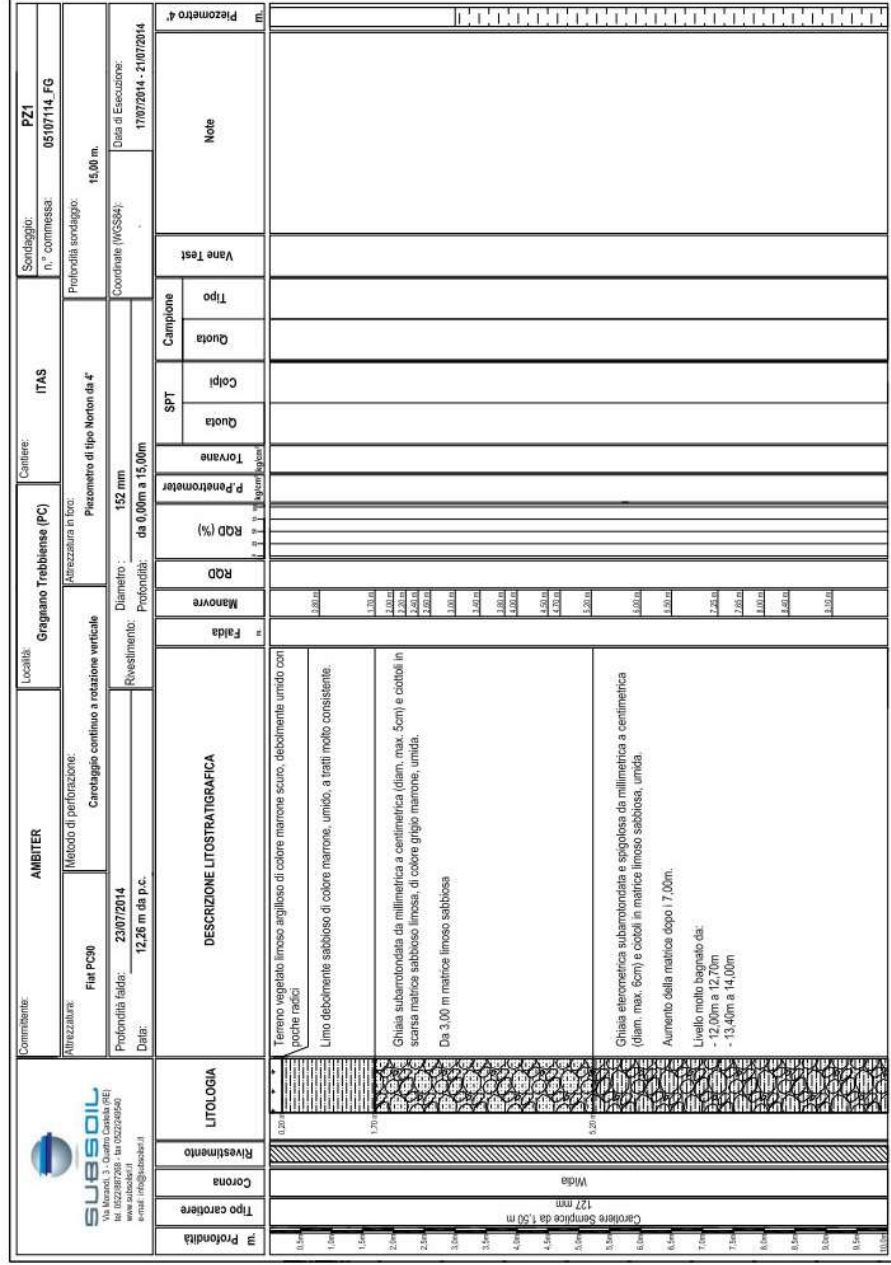


Figura 36: Profilo stratigrafico sondaggio PZ1 da 5 m a 10 m (fonte: Relazione Geologica Sismica – Testing Area ITAS Fives, Ambiter srl, 2014)



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN CAPANNONE NECESSARIO ALL'AMPLIAMENTO E TRASFORMAZIONE DELL'ATTIVITÀ INDUSTRIALE CIVARDI SRL, IN LOCALITÀ COLOMBAROLA, COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE, IN VARIANTE ALLA STRUMENTAZIONE URBANISTICA VIGENTE AI SENSI DELL'ART. 53 COMMA 1 LETTERA B) DELLA LEGGE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA N.° 24 DEL 21 DICEMBRE 2017

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

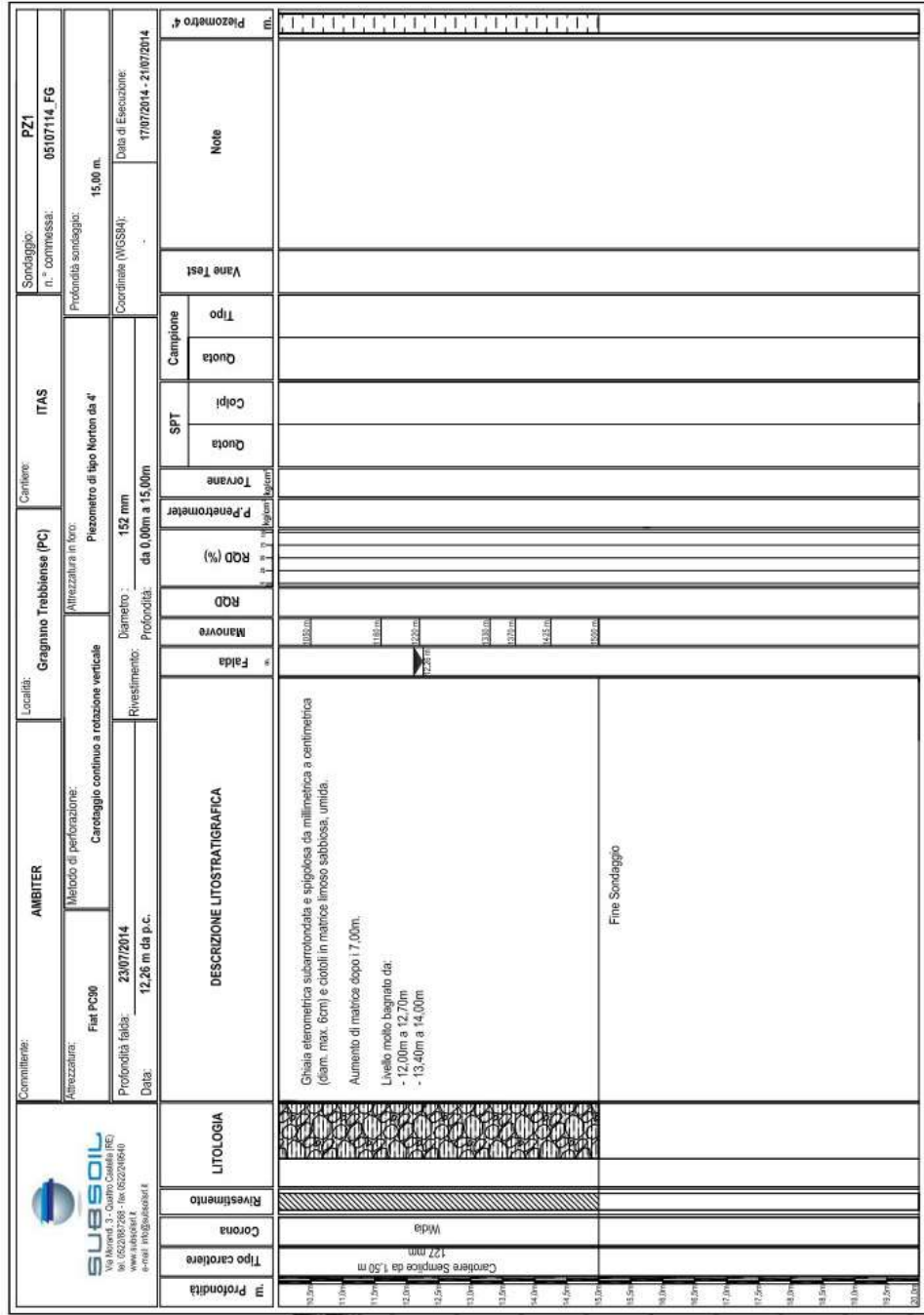


Figura 37: Profilo stratigrafico sondaggio PZ1 da 10 m a 15 m (fonte: Relazione Geologica Sismica – Testing Area ITAS Fives, Ambiter srl, 2014)





PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN CAPANNONE NECESSARIO ALL'AMPLIAMENTO E TRASFORMAZIONE DELL'ATTIVITÀ INDUSTRIALE CIVARDI SRL, IN LOCALITÀ COLOMBAROLA, COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE, IN VARIANTE ALLA STRUMENTAZIONE URBANISTICA VIGENTE AI SENSI DELL'ART. 53 COMMA 1 LETTERA B) DELLA LEGGE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA N.° 24 DEL 21 DICEMBRE 2017

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

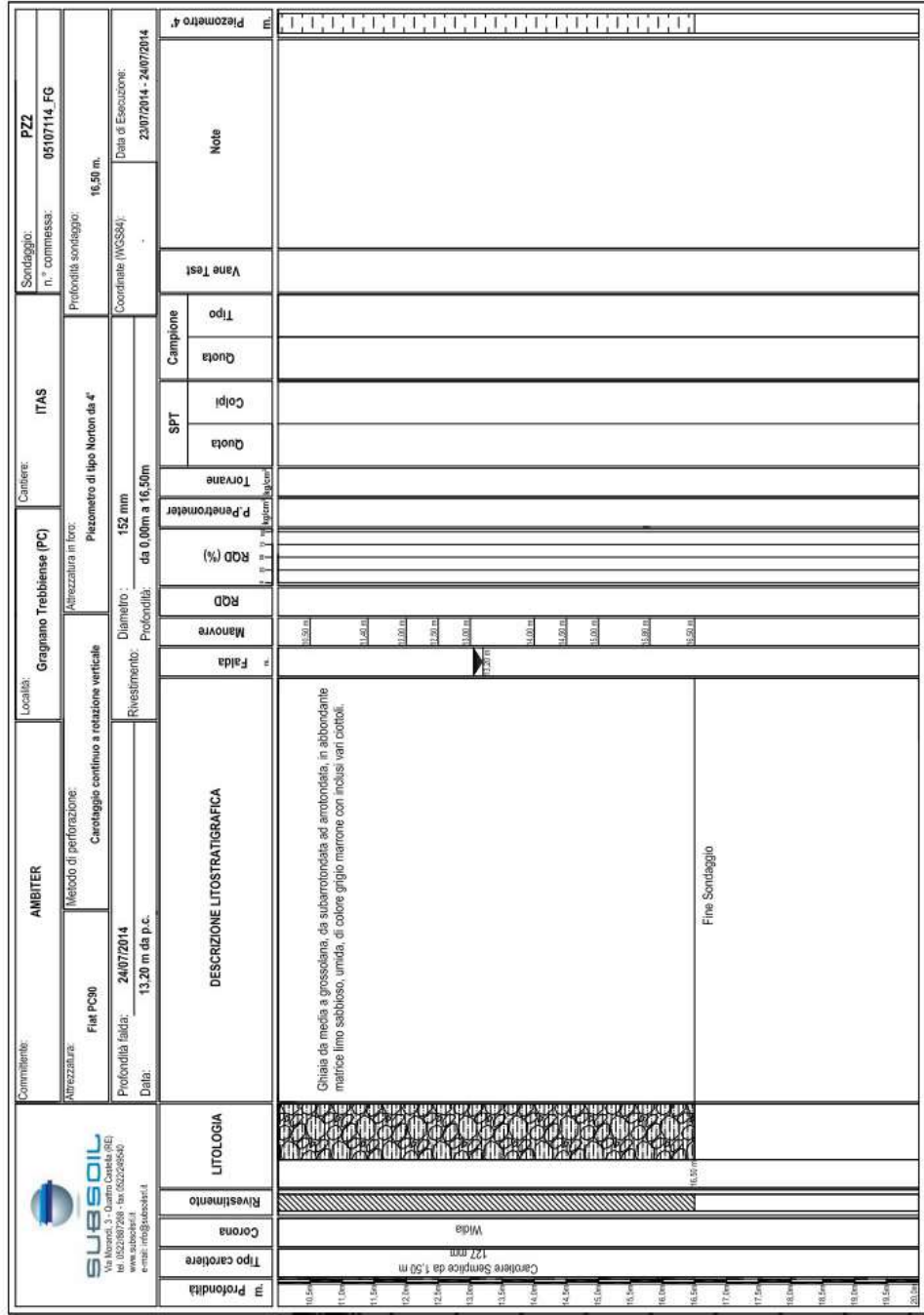


Figura 39: Profilo stratigrafico sondaggio PZZ da 10 m a 15 m (fonte: Relazione Geologico Sismica – Testing Area ITAS Fives, Ambiter srl, 2014)

Dall'esame dei profili stratigrafici dei due sondaggi a carotaggio continuo (Pz1 e PZ2) è possibile osservare che i depositi ghiaiosi si rinvergono a partire da una profondità di variabile da circa 1,7 a 2,4 m dal piano campagna e si presentano continui sino alle massime profondità investigate (circa 15 m). A partire dalla profondità di 5-6 m dal piano campagna si osserva un aumento della matrice limoso-sabbiosa.

Nella seguente Tabella 6 vengono riportati i dati di prove SPT in foro effettuate durante i sondaggi.

Sondaggio	Sigla	Da prof (m)	Colpi	NSPT
PZ2	SPT1	2,00 – 2,45	5 – 8 – 18	26
	SPT2	4,20 – 4,65	Rif. 14cm	R
	SPT3	6,00 – 6,45	33 – 20 – 18	36

Tabella 6 - Prove penetrometriche dinamiche SPT in foro

#### 5.6.4 Prove penetrometriche statiche CPT

#### Relazione Geologico Sismica – Testing Area ITAS Fives, Ambiter srl, 2014

#### PROVA PENETROMETRICA STATICA n. 1

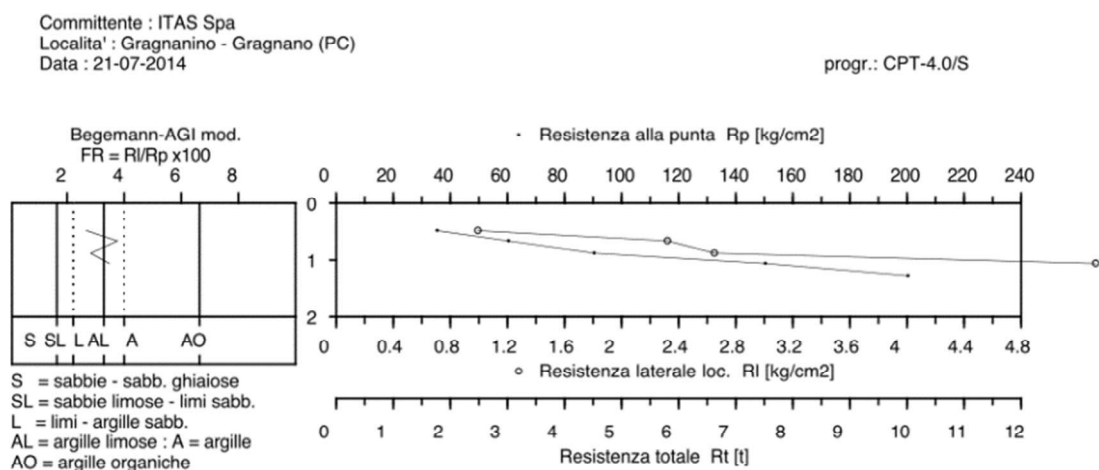


Figura 40: Diagrammi prova penetrometrica statica CPT1

### PROVA PENETROMETRICA STATICA n. 2

Committente : ITAS Spa  
Località : Gragnanino - Gragnano (PC)  
Data : 21-07-2014

progr.: CPT-4.0/S

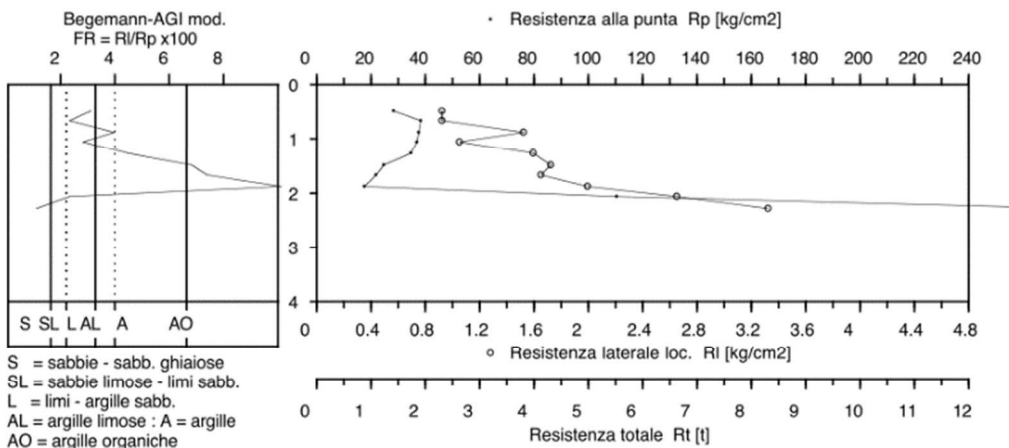


Figura 41: Diagrammi prova penetrometrica statica CPT1

### PROVA PENETROMETRICA STATICA n. 3

Committente : ITAS Spa  
Località : Gragnanino - Gragnano (PC)  
Data : 21-07-2014

progr.: CPT-4.0/S

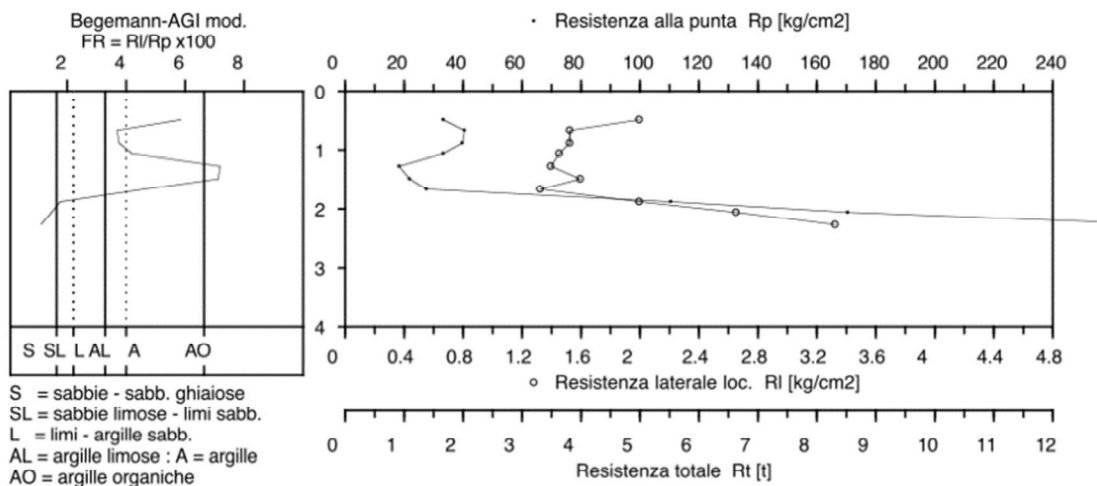


Figura 42: Diagrammi prova penetrometrica statica CPT1

PROVA PENETROMETRICA STATICA n. 4

Committente : ITAS Spa  
 Localita' : Gragnano - Gragnano (PC)  
 Data : 21-07-2014

progr.: CPT-4.0/S

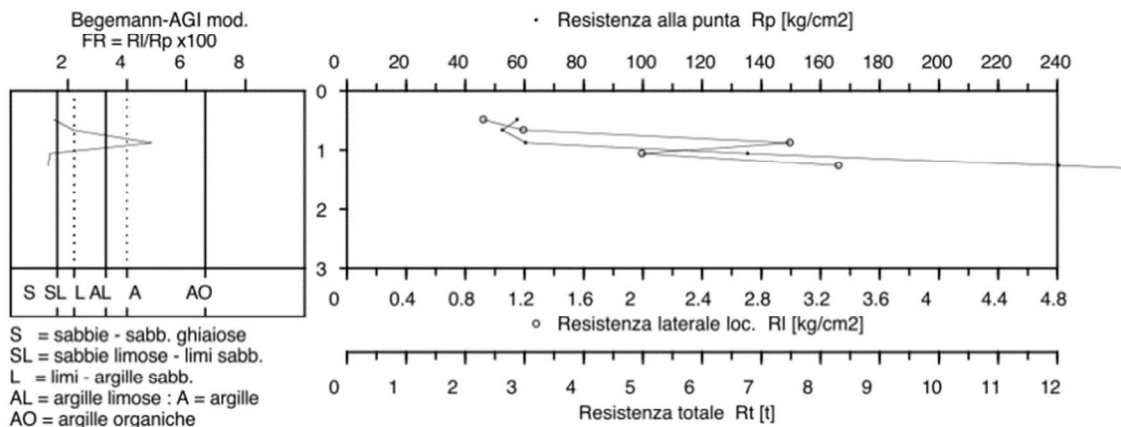


Figura 43: Diagrammi prova penetrometrica statica CPT4

Dall'esame dei diagrammi di resistenza delle prove penetrometriche statiche è possibile osservare che i depositi ghiaiosi si rinvencono a partire da una profondità di variabile da circa 1,4 a 2,6 m dal piano campagna.

Relazione Geologico-Geotecnica-Sismica per il Progetto di realizzazione di nuovo capannone TMV Molinari srl, Dott. Geol. Gian Luca Corsi, 2021

**PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 01 - TABULATO PARAMETRI GEOTECNICI**

Prof.	Qc	fs	Rf	Strat.	Litologia	$\gamma$	$\sigma$	$\phi$	Cu	E
ml	Kg/cmq	Kg/cmq	%			t/mc	kg/cmq	(°)	Kg/cmq	Kg/cmq
0,2	1	0,07	6,67	=====	argilla inconsistente	1,70	0,03	0	0,1	8,0
0,4	38	1,40	3,68	~~~~~	limo argi. molto consist.	1,80	0,07	0	1,4	58,1
0,6	37	1,60	4,32	~~~~~	limo argi. molto consist.	1,80	0,11	0	1,6	57,2
0,8	48	1,93	4,03	~~~~~	limo argi. molto consist.	1,80	0,14	0	1,9	72,0
1,0	61	2,27	3,72	~~~~~	limo argi. molto consist.	1,80	0,18	0	2,3	91,5
1,2	67	2,93	4,38	~~~~~	limo argi. molto consist.	1,80	0,21	0	2,9	100,5
1,4	350	0,53	0,15	o°o°o°o	ghiaia molto addensata	2,10	0,26	80	0,0	525,0

Figura 44: Elaborazioni prova penetrometrica statica CPT01

**PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 02 - TABULATO PARAMETRI GEOTECNICI**

Prof.	Qc	fs	Rf	Strat.	Litologia	$\gamma$	$\sigma$	$\phi$	Cu	E
ml	Kg/cmq	Kg/cmq	%			t/mc	kg/cmq	(°)	Kg/cmq	Kg/cmq
0,2	1	0,07	6,67	=====	argilla inconsistente	1,70	0,03	0	0,1	8,0
0,4	20	0,67	3,33	~~~~~	limo argilloso consist.	1,80	0,07	0	0,7	50,0
0,6	17	0,87	5,10	~~~~~	argilla limosa consist.	1,75	0,11	0	0,9	49,4
0,8	13	1,13	8,72	=====	argilla consistente	1,70	0,14	0	0,8	45,9
1,0	28	2,27	8,10	=====	argilla molto consistente	1,75	0,17	0	1,7	51,6
1,2	275	3,47	1,26	.....	sabbia molto addensata	2,00	0,21	38	0,0	412,5
1,4	420	0,93	0,22	o°o°o°o	ghiaia molto addensata	2,10	0,26	76	0,0	630,0
1,6	424	0,73	0,17	o°o°o°o	ghiaia molto addensata	2,10	0,30	79	0,0	636,0

Figura 45: Elaborazioni prova penetrometrica statica CPT02

**PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 03 - TABULATO PARAMETRI GEOTECNICI**

Prof.	Qc	fs	Rf	Strat.	Litologia	$\gamma$	$\sigma$	$\phi$	Cu	E
ml	Kg/cmq	Kg/cmq	%			t/mc	kg/cmq	(°)	Kg/cmq	Kg/cmq
0,2	1	0,07	6,67	=====	argilla inconsistente	1,70	0,03	0	0,1	8,0
0,4	25	1,00	4,00	~~~~~	limo argi. molto consist.	1,80	0,07	0	1,0	50,6
0,6	15	0,93	6,22	==~==	argilla limosa consist.	1,75	0,11	0	0,9	48,0
0,8	19	0,87	4,56	==~==	argilla limosa consist.	1,75	0,14	0	0,9	50,0
1,0	19	0,87	4,56	==~==	argilla limosa consist.	1,75	0,18	0	0,9	50,0
1,2	26	1,33	5,13	==~==	argilla lim. molto cons.	1,75	0,21	0	1,3	50,9
1,4	173	2,13	1,23	.....	sabbia addensata	2,00	0,25	38	0,0	259,5
1,6	95	1,60	1,68	.....	sabbia limosa mod. add.	2,00	0,29	31	0,0	142,5
1,8	32	3,07	9,58	=====	argilla molto consistente	1,75	0,33	0	2,0	53,6
2,0	192	5,53	2,88	.....	limo sabb. molto consist.	1,90	0,36	22	0,0	288,0
2,2	315	4,47	1,42	.....	sabbia molto addensata	2,00	0,40	35	0,0	472,5
2,4	445	1,73	0,39	o°o°o°o	ghiaia molto addensata	2,10	0,45	66	0,0	667,5

Figura 46: Elaborazioni prova penetrometrica statica CPT03



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 04 - TABULATO PARAMETRI GEOTECNICI

Prof. ml	Qc Kg/cmq	fs Kg/cmq	Rf %	Strat.	Litologia	$\gamma$ t/mc	$\sigma$ kg/cmq	$\phi$ (°)	Cu Kg/cmq	E Kg/cmq
0,2	1	0,07	6,67	=====	argilla inconsistente	1,70	0,03	0	0,1	8,0
0,4	17	1,40	8,24	=====	argilla consistente	1,70	0,07	0	1,1	49,4
0,6	14	0,73	5,24	==~==~	argilla limosa consist.	1,75	0,10	0	0,7	47,0
0,8	13	0,93	7,18	=====	argilla consistente	1,70	0,14	0	0,8	45,9
1,0	12	0,73	6,11	==~==~	argilla limosa consist.	1,75	0,17	0	0,7	44,5
1,2	18	0,53	2,96	~::~::~	limo sabbioso consistente	1,80	0,21	0	0,5	49,8
1,4	18	0,67	3,70	~::~::~	limo argilloso consist.	1,80	0,24	0	0,7	49,8
1,6	22	1,00	4,55	==~==~	argilla lim. molto cons.	1,75	0,28	0	1,0	50,1
1,8	17	1,27	7,45	=====	argilla consistente	1,75	0,31	0	1,0	49,4
2,0	15	1,33	8,89	=====	argilla consistente	1,70	0,35	0	0,9	48,0
2,2	9	0,80	8,89	=====	argilla mod. consistente	1,70	0,38	0	0,5	39,4
2,4	43	1,73	4,03	~::~::~	limo argi. molto consist.	1,80	0,42	0	1,7	64,5
2,6	124	3,60	2,90	~::~::~	limo sabb. molto consist.	1,90	0,46	21	0,0	186,0
2,8	192	2,87	1,49	.....	sabbia addensata	2,00	0,50	34	0,0	288,0
3,0	265	3,67	1,38	.....	sabbia molto addensata	2,00	0,54	36	0,0	397,5
3,2	268	3,13	1,17	.....	sabbia ghiaiosa mol. add.	2,00	0,58	40	0,0	402,0

Figura 47: Elaborazioni prova penetrometrica statica CPT04

Dall'esame dei dati delle prove penetrometriche statiche è possibile osservare che i depositi ghiaiosi si rinvennero a partire da una profondità di variabile da circa 1,4 a 3,2 m dal piano campagna.

### 5.6.5 Indagine MASW

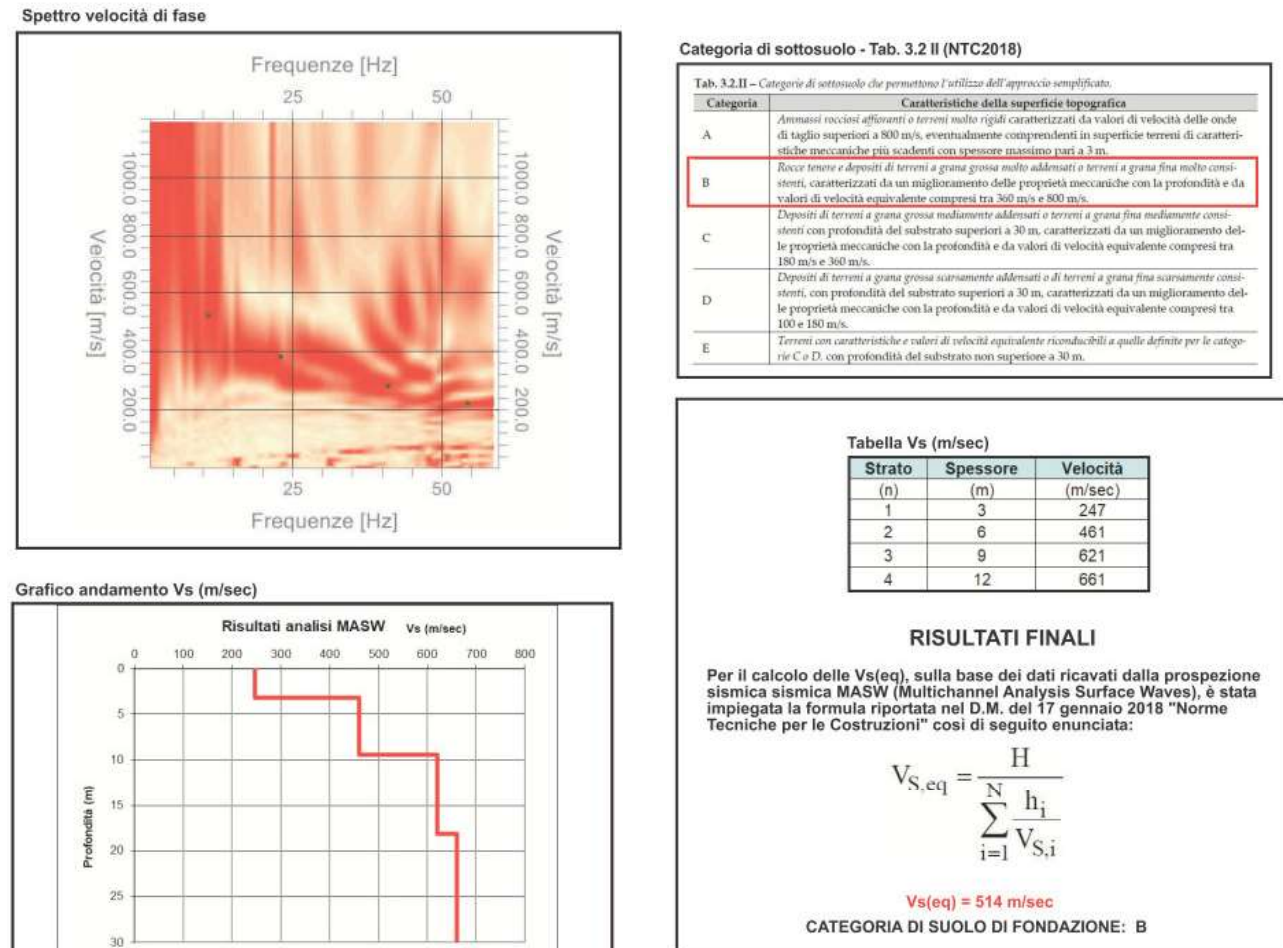


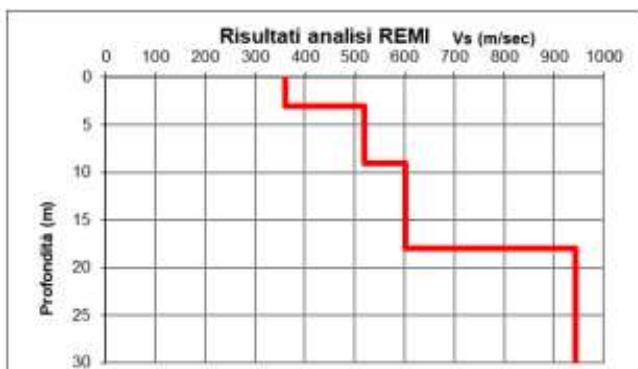
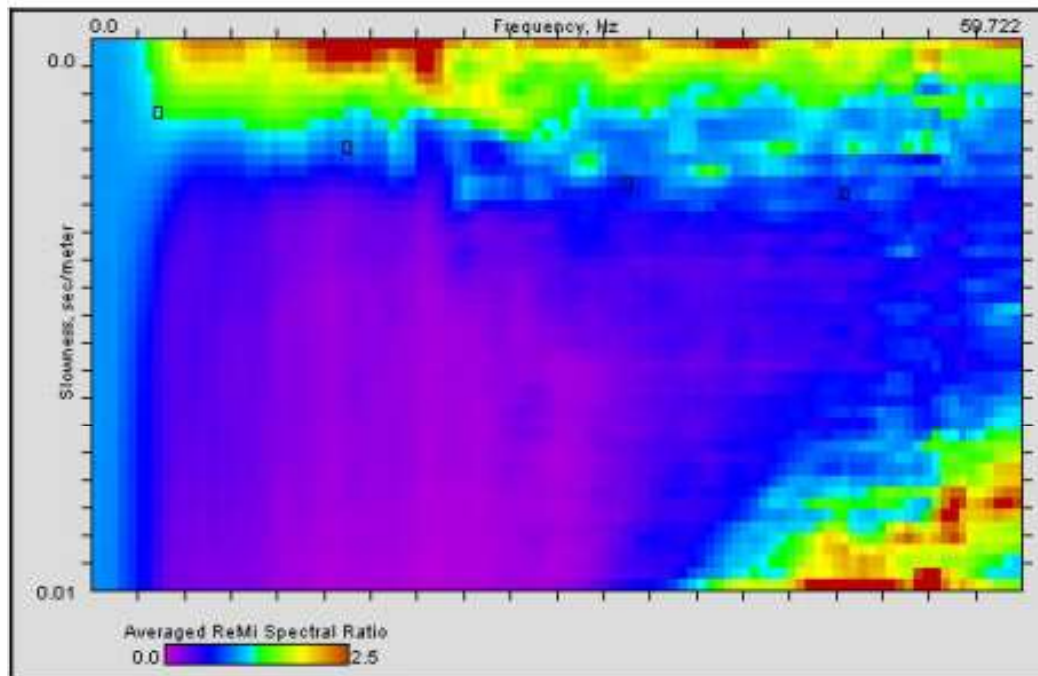
Figura 48: indagine MASW L15

(fonte: Studio di Microzonazione Sismica Comune di Gragnano)

Dall'esame dei dati provenienti dall'indagine MASW realizzata nell'ambito dello Studio di Microzonazione sismica di Livello 2 del Comune di Gragnano Trebbiense è possibile osservare che i valori di Vseq sono risultati pari a 514 m/s.



### 5.6.6 Indagine ReMi



Strato (n)	Spessore (m)	Velocità (m/sec)
1	3	361
2	6	519
3	9	603
4	12	943

**Vseq 517 m/sec**

Figura 49: indagine ReMi

(fonte: Relazione Geologico-Geotecnica-Sismica per il Progetto di realizzazione di nuovo capannone TMV Molinari srl, (Dott. Geol. Gian Luca Corsi, 2021)

## 6 MODELLO GEOTECNICO

### 6.1 ASSETTO STRATIGRAFICO DI DETTAGLIO

Sulla base dei risultati delle prove penetrometriche eseguite nell'area in esame e delle ulteriori indagini disponibili nell'intorno è stato possibile riconoscere la seguente sequenza stratigrafica:

#### LIVELLO A

Terreno vegetale rappresentante il tetto dell'Unità di Modena (AES8a), costituito da argille, argille limose e argille organiche, al quale può essere attribuito un comportamento coesivo.

Il livello A si estende da p.c. a  $0,8 \div 1$  m dal p.c. e risulta ben individuato in tutte le prove penetrometriche eseguite.

Il numero di colpi necessari alla penetrazione di tratti di lunghezza di 20 cm della punta del penetrometro dinamico è risultato variabile tra 2 e 8.

I valori rappresentativi della resistenza alla punta del penetrometro statico sono compresi tra  $q_c = 1 - 6$  MPa.

Il livello A è sensibile alle variazioni d'umidità stagionali, alle variazioni del livello piezometrico e all'azione del gelo e del disgelo, le quali determinano dopo prolungati eventi meteorici fenomeni di plasticizzazione e di rigonfiamento, mentre nei periodi siccitosi fenomeni di contrazione e fessurazione con aumento considerevole dell'indice di consistenza.

#### LIVELLO B

Livello costituito da ghiaia da media a grossolana molto addensata, arrotondata o sub arrotondata in matrice limoso sabbiosa.

Il livello B si estende da  $0,8 \div 1$  m dal p.c. a  $5 \div 6$  m dal p.c. In corrispondenza di questo livello le prove penetrometriche statiche e dinamiche raggiungono i limiti di rifiuto strumentale di resistenza.

Il numero di colpi necessari alla penetrazione di tratti di lunghezza di 20 cm della punta del penetrometro dinamico è risultato variabile tra 13 e 78, dopodiché si registrano valori di rifiuto strumentale.

La prova penetrometrica dinamica con punta chiusa eseguita nel foro di sondaggio PZ2 alla profondità di  $4,20 - 4,65$  m dal p.c. ha raggiunto anch'essa il rifiuto strumentale (RIF 14cm).

#### LIVELLO C

Livello costituito da ghiaia da media a grossolana addensata, arrotondata o sub arrotondata in matrice limoso sabbiosa molto abbondante.

Il livello C si estende da  $5 \div 6$  m dal p.c. sino ad oltre 15 m dal p.c.

La prova penetrometrica dinamica in foro con punta chiusa eseguita nel foro di sondaggio PZ2 alla profondità di  $6,00 - 6,45$  m dal p.c. ha evidenziato un valore di NSPT pari a 36.

A. BIASIA	25/06/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 53
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

## 7 PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base dell'interpretazione dei risultati delle prove penetrometriche eseguite nell'area in esame e delle ulteriori indagini geognostiche disponibili in aree limitrofe, tramite le correlazioni semi-empiriche note in letteratura geotecnica, è stato possibile determinare il campo di oscillazione dei parametri geotecnici per i livelli riconosciuti.

### Livello A (dal piano campagna sino a 0,8 ÷ 1 m dal p.c.)

Argille, argille limose e argille organiche

Parametri geotecnici		Intervallo di oscillazione
$\gamma$	peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	18,0 – 18,5

### Livello B (da 0,8 ÷ 1 m dal p.c. sino a 5 ÷ 6 m dal p.c.)

Ghiaia molto addensata in matrice limoso - sabbiosa

Parametri geotecnici		Intervallo di oscillazione
$\gamma$	peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	19,5 – 20,5
$c'$	coesione in termini di sforzi efficaci (KPa)	0
$\varphi'$	angolo di attrito in termini di sforzi efficaci (°)	38 – 40
$\varphi'_{cv}$	angolo di attrito a volume costante in termini di sforzi efficaci	36 – 38
E	modulo elastico (MPa)	18 – 20

### Livello C (da 5 ÷ 6 m dal p.c. sino a oltre 15 m dal p.c.)

Ghiaia addensata in matrice limoso – sabbiosa abbondante

Parametri geotecnici		Intervallo di oscillazione
$\gamma$	peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	19,5 – 20,5
$c'$	coesione in termini di sforzi efficaci (KPa)	0
$\varphi'$	angolo di attrito in termini di sforzi efficaci (°)	36 – 38
$\varphi'_{cv}$	angolo di attrito a volume costante in termini di sforzi efficaci	34 – 36
E	modulo elastico (MPa)	14 – 16

## 8 VALUTAZIONE AZIONE SISMICA

### 8.1 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Le Norme Tecniche per le costruzioni del D.M. 17.1.2018 valutano l'azione sismica a partire dalla pericolosità sismica di base, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Le norme tecniche forniscono le forme spettrali in funzione dei tre parametri:

- ag accelerazione orizzontale massima del terreno;
- Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC\* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento (cfr. Figura 50), i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

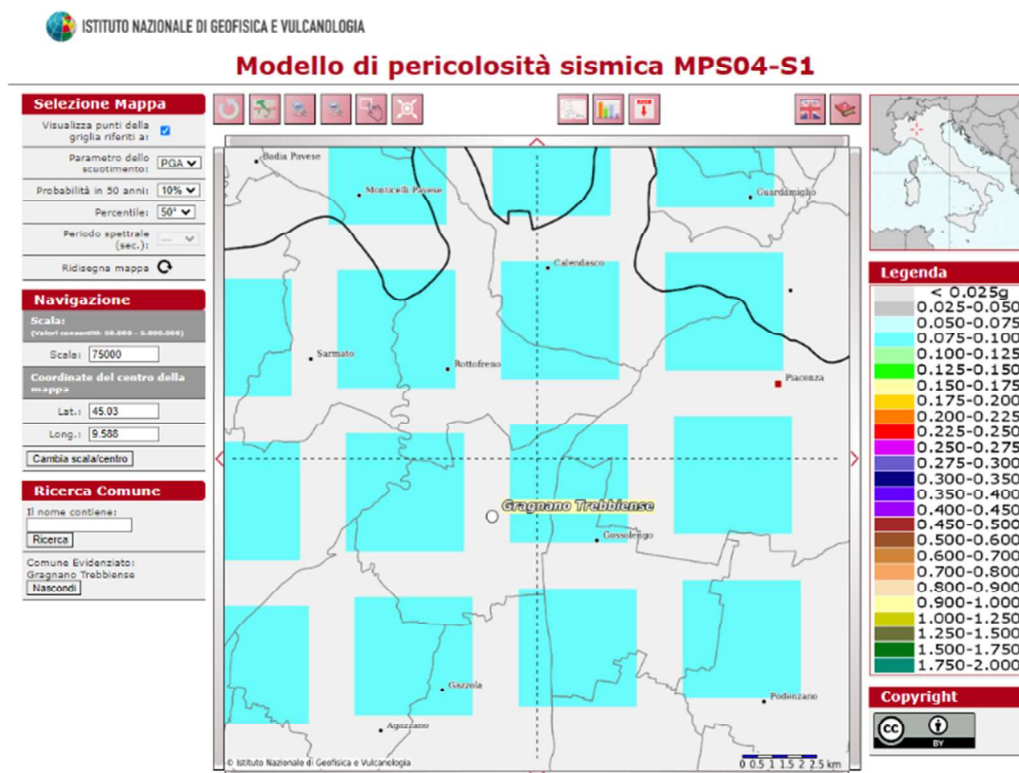


Figura 50 - Mappatura dell'accelerazione orizzontale massima del terreno (ag) con tempi di ritorno di 475 anni

A. BIASIA	25/06/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 55
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	



Come evidenziato in Figura 50 si trova in una zona caratterizzata da valori di  $a_g$  compresi tra 0.050 e 0.075 per probabilità di superamento in 50 anni del 10 %

Occorre tuttavia sottolineare che i valori di accelerazione massima indicati sono riferiti a suoli rigidi ( $V_s > 800$  m/sec; Cat. A); per tale motivo, le carte di pericolosità sismica non tengono conto dei possibili fenomeni di amplificazione dovuti a condizioni geologiche locali, che sono invece oggetto delle analisi di risposta sismica locale (RSL).

Sulla base della documentazione allegata alle NTC 2018, si riportano di seguito i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  (sito riferiti) per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento, dove:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima;
- $F_0$  = 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.

Stato Limite	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_C^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.031	2.524	0.204
Danno (SLD)	50	0.038	2.568	0.220
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.094	2.489	0.285
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.124	2.472	0.290
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Figura 51: Parametri sismici di base

Al fine di definire la Magnitudo ( $M$ ) di riferimento, ci si è riferiti ai metodi di "disaggregazione sismica del terremoto di progetto", desunta dal sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

La disaggregazione della pericolosità sismica consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento, di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio, che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Per il terremoto di progetto, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) fornisce tali valori e anche i valori medi.

Dall'esame dei grafici sotto riportati risulta che il contributo percentuale massimo alla pericolosità è fornito da terremoti con magnitudo compresa tra 4,5 - 5,0 e da una distanza  $R \leq 10$  Km. I valori medi sono invece caratterizzati da una magnitudo  $M=4,81$  e da una distanza  $R=14,5$  km

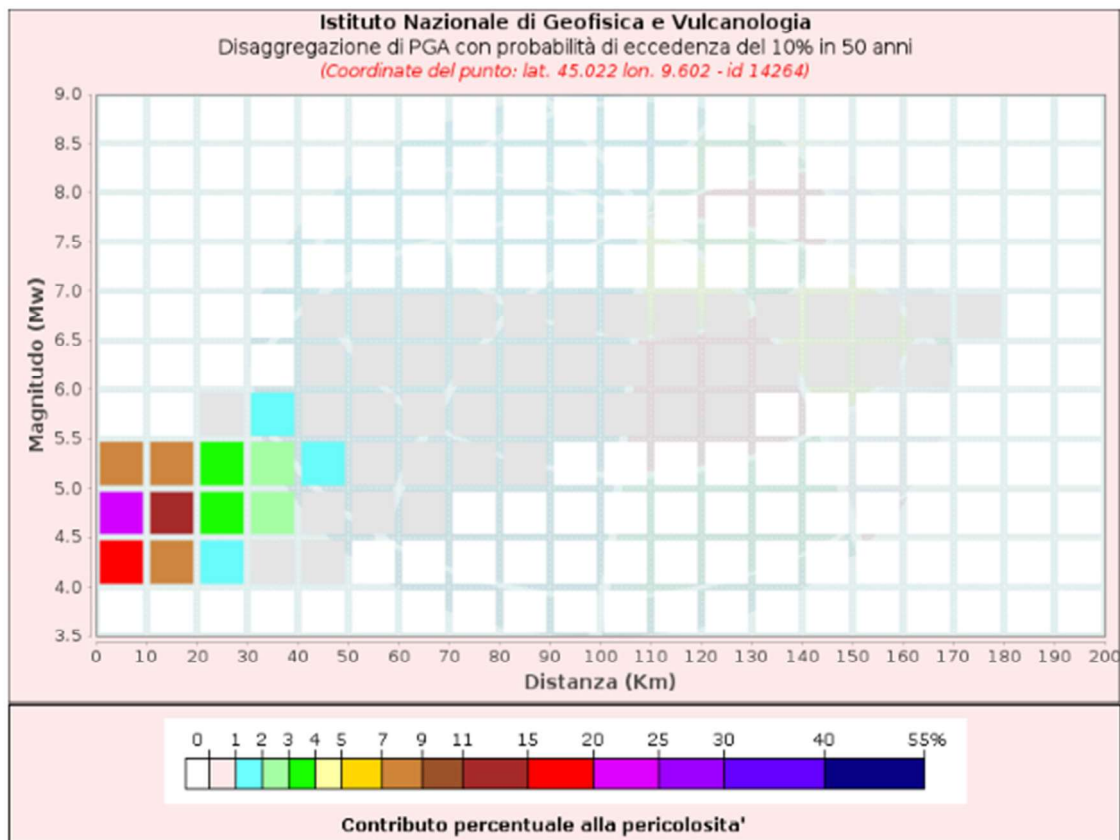


Figura 52: Disaggregazione del terremoto di progetto

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.81	14.5	0.754

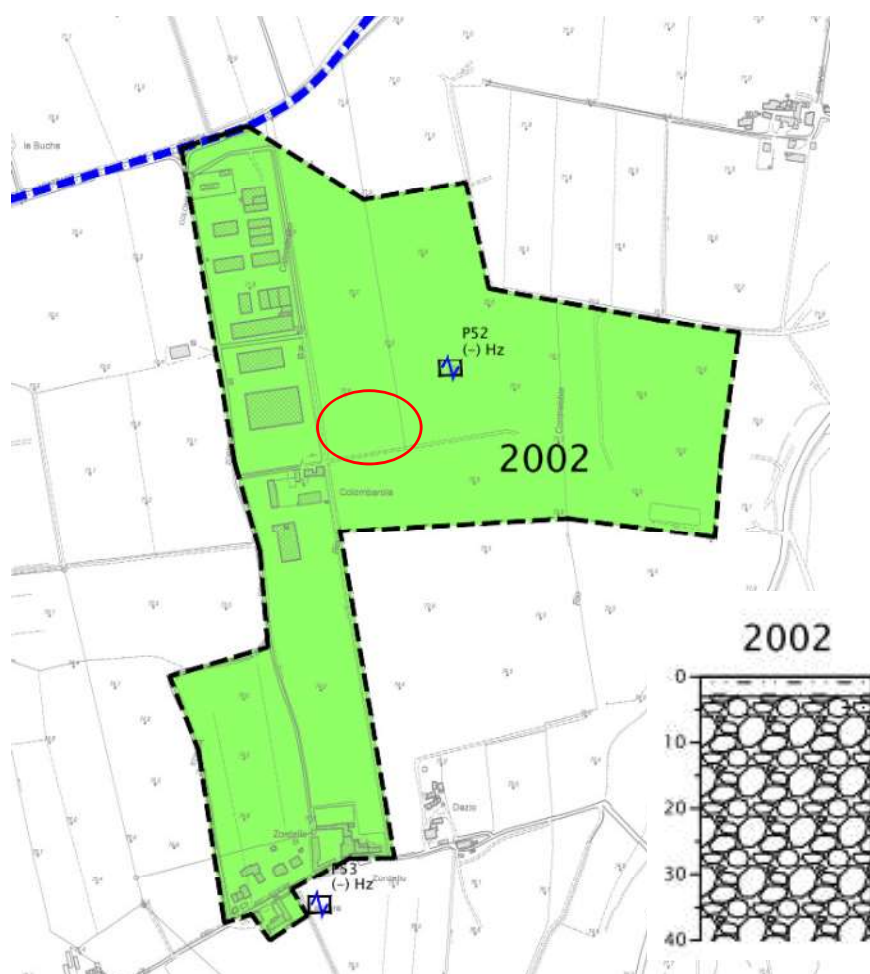
Figura 53: Valori medi del terremoto di progetto

## 8.2 MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE

Il Comune di Gragnano Trebbiense è dotato di Studio di Microzonazione Sismica di secondo livello (DGR2245/2018 - MS2+CLE), valutato positivamente da parte della Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica del Dipartimento della Protezione Civile in data 03/11/2021.

L'area oggetto di intervento ricade nella Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali n. 2002, caratterizzata da *Depositi prevalentemente ghiaiosi in abbondante matrice limoso sabbiosa e limoso argillosa, dello spessore di oltre 30-40 metri e coperture politessurali di spessore variabile compreso tra 3-5. Substrato non rigido caratterizzato da  $V_s < 800$  m/s.*

In tale area non sono previste zone di instabilità legate a possibili fenomeni di liquefazione.



### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI SISMICHE LOCALI

- 2002** Depositi prevalentemente ghiaiosi in abbondante matrice limoso sabbiosa e limoso argillosa, dello spessore di oltre 30-40 metri e coperture politessurali di spessore variabile compreso tra 3-5. Substrato non rigido caratterizzato da  $V_s < 800$  m/s

Figura 54 – Stralcio Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS) dello Studio di MS del Comune di Gragnano T.

A. BIASIA	25/06/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 58
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

### 8.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Il capitolo 3.2.2 delle NTC 2018 prevede che, per la definizione dell'azione sismica in progetto, si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab 3.2.II delle NTC 2018).

Tale classificazione si basa sui valori della velocità equivalente  $V_s$  di propagazione delle onde di taglio, calcolata secondo le indicazioni descritte nel paragrafo 5.4 della presente relazione.

Il valore della velocità delle onde sismiche di taglio  $V_s$  determinato grazie all'elaborazione della prova sismica a rifrazione MASW (504 m/s), permette di attribuire ai suoli di fondazione delle opere in progetto la **Categoria B** "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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."

Suolo	Descrizione geotecnica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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	<b>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.</b>
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 7 - Categorie sismiche dei terreni

### 8.4 AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per la determinazione dell'azione sismica locale occorre considerare anche il contributo derivante dalla morfologia superficiale. Per condizioni topografiche complesse occorre predisporre specifiche analisi di Risposta Sismica Locale; nel caso in cui la topografia non presenti particolare complessità, è possibile adottare la seguente classificazione:

A. BIASIA	25/06/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 59
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	



### NTC 2018 - Tabella 3.2.III - Categorie topografiche

Categorie	Caratteristiche della superficie topografica (anni)
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 8: Categorie in base alle caratteristiche topografiche

L'area in esame ricade nella categoria T1.

## 8.5 VITA NOMINALE DELL'OPERA

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab 2.4.I delle NTC 2018 e deve essere precisata nei documenti di progetto.

### NTC 2018 - Tabella 2.4.I - Valori minimi della Vita nominale $V_N$ di progetto per i diversi tipi di costruzioni

Tipi di costruzione		Vita Nominale $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 9: Parametri per il calcolo della vita nominale da NTC 2018

Le opere in progetto appartengono alla Classe 2 con  $V_N$  50 anni.

## 8.6 CLASSE D'USO

Le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso, la cui definizione viene di seguito sinteticamente riportata:

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

- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

#### NTC 2018 - Tabella 2.4.II - Valori del coefficiente d'uso $C_u$

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 10: Parametri per il calcolo del coefficiente d'uso da NTC 2018

Secondo quanto indicato dal progettista, in via cautelativa, le opere previste sono state assimilate alla Classe II con  $C_u = 1,0$

## 8.7 PERIODO DI RIFERIMENTO

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_u$ :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

In relazione alla destinazione d'uso prevista, per determinare il tempo di ritorno sono stati quindi considerati i seguenti parametri delle opere in progetto quali:

- Tipo di costruzione: "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale".
- Classe d'uso II: "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti".

Da questi due parametri si ottiene il periodo di riferimento della costruzione che è dato da:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1 = 50$$

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento.

A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione;

A. BIASIA	25/06/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 61
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di *pericolosità sismica* disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , il tempo di ritorno è desunto dalla seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Qualora l'attuale *pericolosità sismica* su *reticolo di riferimento* non contempli il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e alla  $P_{VR}$  fissate, il valore del generico parametro  $p$  ( $a_g, F_0, T^*$ ) ad esso corrispondente può essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai  $T_R$  previsti nella *pericolosità sismica*, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\frac{T_R}{T_{R1}} \times \left[\log\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right]^{-1}$$

nella quale:

- $p$  è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno  $T_R$  desiderato;
- $T_{R1}, T_{R2}$  sono i periodi di ritorno più prossimi a  $T_R$  per i quali si dispone dei valori  $p_1$  e  $p_2$  del generico parametro  $p$

I valori dei parametri  $a_g, F_0, T^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

A. BIASIA	25/06/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 62
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella 3.2.I delle NTC 2018.

**NTC 2018 - Tabella 3.2. I - Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite considerato**

Stati limite		P <sub>V,R</sub> : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V <sub>R</sub>
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 11: Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite considerato da NTC 2018

Nel caso in esame, considerando lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e quindi una probabilità di superamento nel periodo di riferimento della vita dell'edificio (50 anni) pari al 10%, occorre considerare un tempo di ritorno dell'evento sismico di 475 anni.

## 8.8 PARAMETRI SISMICI DEL SITO

In riferimento alle considerazioni espresse nei paragrafi precedenti, si riportano di seguito i parametri sismici del sito in progetto:

- Coordinate del sito (espresse in ED50): latitudine: 45.029787 - longitudine: 9.588463 [°]
- Categoria di sottosuolo: B
- Categoria topografica: T1
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50 anni
- Coefficiente  $C_u$ : 1

Stato Limite	$T_R$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$
Operatività (SLO)	30	0,031	2,524	0,204
Danno (SLD)	50	0,038	2,568	0,220
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,094	2,489	0,285
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,124	2,472	0,290

Tabella 12: Valori dei parametri sismici  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  secondo Tempi di ritorno  $T_R$  variabili

Stato Limite	$S_s$	$C_c$	$S_t$	$K_h$	$K_v$	A max	Beta
Operatività (SLO)	1,20	1,51	1,0	0,007	0,004	0,366	0,20
Danno (SLD)	1,20	1,49	1,0	0,009	0,005	0,448	0,20
Salvaguardia vita (SLV)	1,20	1,41	1,0	0,023	0,011	1,112	0,20
Prevenzione collasso (SLC)	1,20	1,41	1,0	0,036	0,018	1,455	0,24

Tabella 13: Coefficienti sismici



## 9 LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Il fenomeno della liquefazione dei terreni durante i terremoti interessa i depositi sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti, a granulometria uniforme normalmente consolidati e saturi.

La causa principale della liquefazione è il sorgere di un notevole aumento delle pressioni interstiziali, che assumono valori prossimi a quelli delle pressioni totali, annullando la resistenza al taglio e inducendo fenomeni di fluidificazione.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 55 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

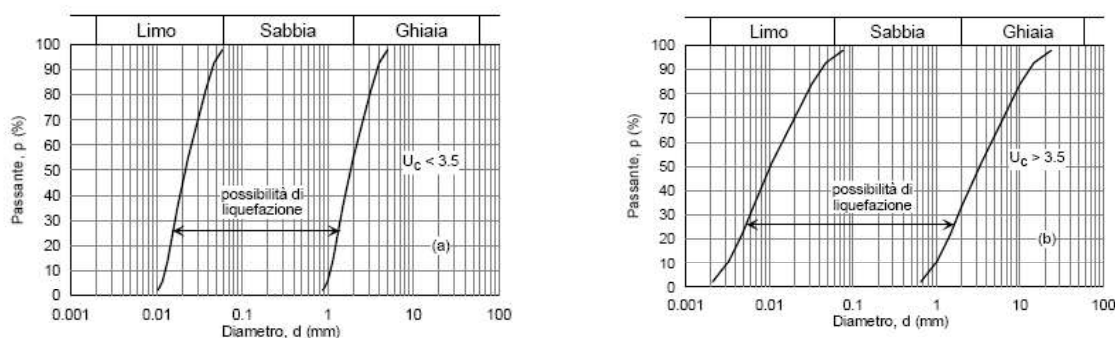


Figura 55 – Distribuzione granulometrica dei terreni suscettibili a liquefazione

In considerazione della presenza depositi alluvionali ghiaiosi nei primi 15-20 metri di profondità, il rischio di liquefazione dei terreni di fondazione delle opere in progetto può ritenersi trascurabile e le verifiche sono state omesse.

A. BIASIA	25/06/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 65
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

## 10 CONCLUSIONI

1. Il presente documento e gli elaborati cartografici allegati contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica e sismica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, fornendo un quadro d'insieme adeguato alla fase progettuale di Richiesta di accordo operativo ex art. 53 della l.r. 24/17.
2. L'area interessata dalle opere in progetto è pianeggiante e stabile; non sono presenti fenomeni geologici e geomorfologici attivi in grado di comprometterne la stabilità.
3. L'assetto litostratigrafico dell'area in esame è costituito da una coltre di depositi alluvionali fini di copertura (argille e argille limose prevalenti) dello spessore di circa 1 metro, tali depositi appoggiano su un banco di depositi ghiaiosi addensati dello spessore verosimile di oltre 15 metri.
4. Dal punto di vista idrogeologico, nell'area in esame la superficie piezometrica si trova a quote assolute di circa 60÷62 m.s.l.m. per una soggiacenza (distanza della superficie piezometrica dal piano campagna) di circa 10÷11 m.
5. In relazione alle variabilità degli apporti idrici è possibile ipotizzare che il livello piezometrico possa subire variazioni stagionali significative, tali comunque da non permettere l'interferenza con le opere previste a meno che non si debba ricorrere a fondazioni profonde.
6. Facendo riferimento alla Tavola PSC3.7 - 'Sistema idrogeologico: aspetti idrogeologici' - del Quadro Conoscitivo del PSC di Gragnano Trebbiense, l'area in esame ricade nelle zone a vulnerabilità elevata.
7. L'area risulta ricompresa nelle zone di ricarica della falda di tipo B – ricarica indiretta.
8. Sulla base di quanto riportato nella Mappa di pericolosità di alluvioni e degli elementi potenzialmente esposti del piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), l'area di intervento non ricade nelle aree alluvionabili dal reticolo idrografico principale e secondario.
9. Con Delibera G.R. Emilia-Romagna 06/02/2023, n. 146, la Regione Emilia-Romagna ha recentemente predisposto l'aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni della Regione, la quale prevede che il territorio comunale di Gragnano Trebbiense venga classificato in classe 3, con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compreso tra 0,05 - 0,15 (ag/g).
10. L'area è soggetta ad un'attività sismica indotta sia da terremoti documentati con epicentro nell'ambito del territorio provinciale sia, di riflesso, dagli eventi più intensi provenienti dalle province limitrofe.
11. Nell'area non sono presenti faglie superficiali, discontinuità o cavità tali da indurre un pericolo sismico aggiuntivo, non sono inoltre prevedibili fenomeni di amplificazione locale dell'accelerazione sismica dovuti all'assetto topografico o ad effetti di bordo.
12. Il valore di  $V_{seq}$  desunto da indagine sismica tipo ReMi è di 504 m/s. Tale valore inquadra i terreni di fondazione dell'area di studio in categoria di tipo B, per la quale sono prevedibili amplificazioni sismiche locali di tipo stratigrafico.

A. BIASIA	25/06/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 66
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

13. Secondo quanto riportato nello Studio di Microzonazione Sismica del Comune di Gragnano Trebbiense, la frequenza di risonanza dei terreni di fondazione presenta valori superiori a 8 Hz.
14. In relazione alla natura dei terreni d'imposta delle opere in progetto (ghiaie in matrice limoso-sabbiosa), il fenomeno della liquefazione, di cui peraltro non si ha memoria storica in questa zona, è da ritenersi trascurabile.
15. La scelta della tipologia fondazionale (superficiale o profonda) dovrà essere determinata in funzione dei risultati della verifica di stabilità per i vari stati limite (SLE, SLU), una volta definiti puntualmente i carichi trasmessi alle fondazioni, la geometria e i requisiti prestazionali della struttura in elevazione.
16. In ogni caso, in relazione alla ridotta resistenza al taglio e all'elevata deformabilità dei terreni superficiali si consiglia di intestare le fondazioni nel livello ghiaioso presente a partire dalla profondità di circa 1 metro dal piano campagna attuale.

Nel caso di realizzazione di fondazioni superficiali:

- il piano di fondazione dovrà essere posto al di fuori del campo di variazione significative del contenuto d'acqua del terreno e a profondità tali da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento di acque superficiali; e comunque al di sotto della coltre di terreno vegetale;
- il terreno di fondazione non dovrà subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera;
- eventuali acque ruscellanti o stagnanti dovranno essere allontanate dagli scavi;
- il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione dovrà essere regolarizzato e protetto con conglomerato magro o altro materiale idoneo;
- è opportuno che il piano di posa delle fondazioni sia tutto sullo stesso livello;
- particolare attenzione dovrà essere posta alla realizzazione degli sbancamenti; dovranno essere eseguite, prima dell'esecuzione degli scavi, opportune opere di sostegno e, in caso di esecuzione di scavi non sostenuti, con altezza superiore a 1.0 m, la pendenza dovrà essere sempre  $< 25^\circ$ ;

Sulla base degli approfondimenti effettuati e nel rispetto delle prescrizioni indicate, **l'area è idonea dal punto di vista geologico e sismico alla destinazione d'uso prevista.**

Il presente Studio è stato effettuato nell'ambito della Richiesta di accordo operativo ex art. 53 della l.r. 24/17, si evidenzia pertanto che, nelle successive fasi di progettazione, dovranno essere eseguiti opportuni studi geologico-sismici, supportati da indagini geognostiche per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni di fondazione, secondo le indicazioni del DM 17.1.2018, nonché delle prescrizioni dell'AGI (1977) e degli Eurocodici 7 e 8. In particolare, dovranno essere eseguiti sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro al fine di verificare l'effettivo spessore e la consistenza dei depositi ghiaiosi.

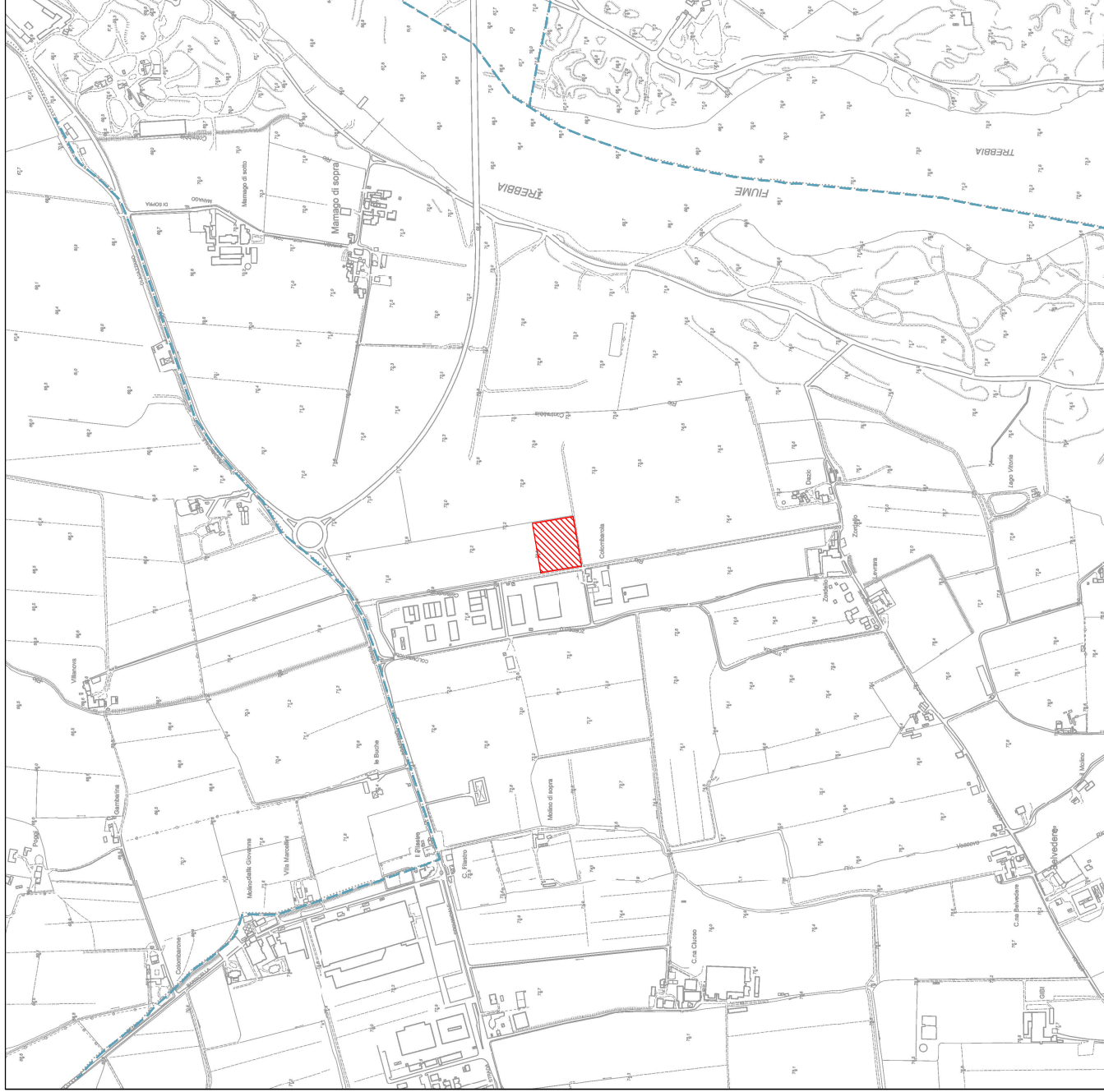
A. BIASIA	25/06/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 67
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

# ALLEGATO 1

## TAVOLE

A. BIASIA	25/06/2023	229_00_RT_01_01	PAGINA 68
REDAZIONE	DATA	DOCUMENTO	

# INQUADRAMENTO TERRITORIALE - Scala 1:10.000



REALIZZAZIONE DI UN CAPANNONE NECESSARIO ALL'AMPLIAMENTO E TRASFORMAZIONE DELL'ATTIVITÀ INDUSTRIALE CIVARDI SRL, IN LOCALITÀ COLOMBAROLA, COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE, IN VARIANTE ALLA STRUMENTAZIONE URBANISTICA VIGENTE AI SENSI DELL'ART. 53 COMMA 1 LETTERA B) DELLA LEGGE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA N. 24 DEL 21 DICEMBRE 2017 - RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

TAVOLA  
**01**

## LEGENDA

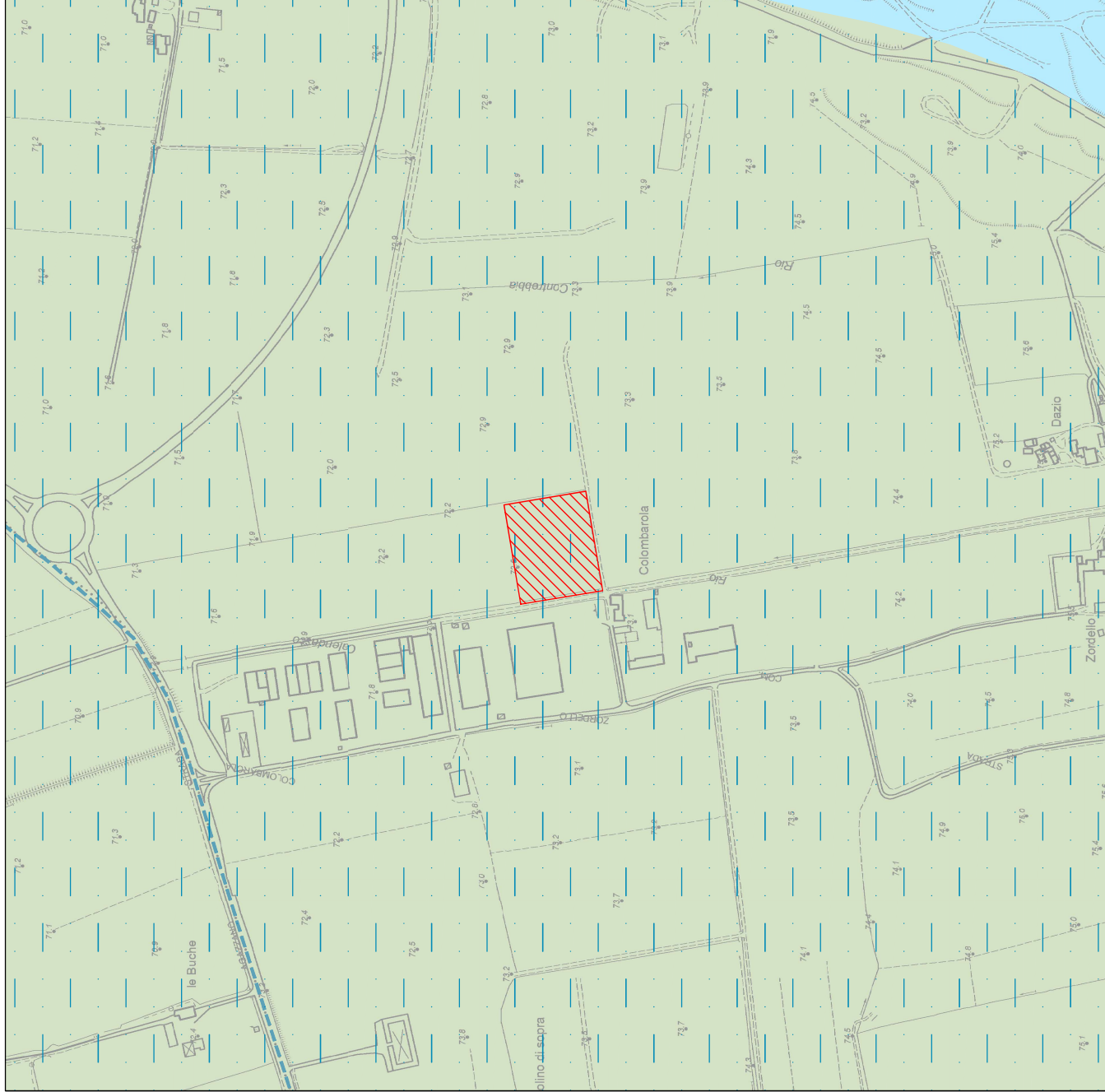
-  AREA IN ESAME
-  CONFINI COMUNALE

00	07/2023	229_00_01	A. BIASIA	A. BIASIA
REV.	DATA	NOME FILE	REDATTO	APPROVATO



# CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA - Scala 1:5.000

REALIZZAZIONE DI UN CAPANNONE NECESSARIO ALL'AMPLIAMENTO E TRASFORMAZIONE DELL'ATTIVITÀ INDUSTRIALE CIVARDI SRL, IN LOCALITÀ COLOMBAROLA, COMUNE DI GRAGNANO TREBIENSE, IN VARIANTE ALLA STRUMENTAZIONE URBANISTICA VIGENTE AI SENSI DELL'ART. 53 COMMA 1 LETTERA B) DELLA LEGGE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA N. 24 DEL 21 DICEMBRE 2017 - **RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**



## LEGENDA

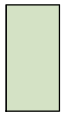


AREA IN ESAME

### DEPOSITI ALLUVIONALI QUATERNARI



B1. DEPOSITI ALLUVIONALI IN EVOLUZIONE (GHIAIE E SABBIE)



AES8a. UNITÀ DI MODENA (GHIAIE E SABBIE PREVALENTI)

### LITOLOGIA DI SUPERFICIE (FINO A 1-2 m DA P.C.)



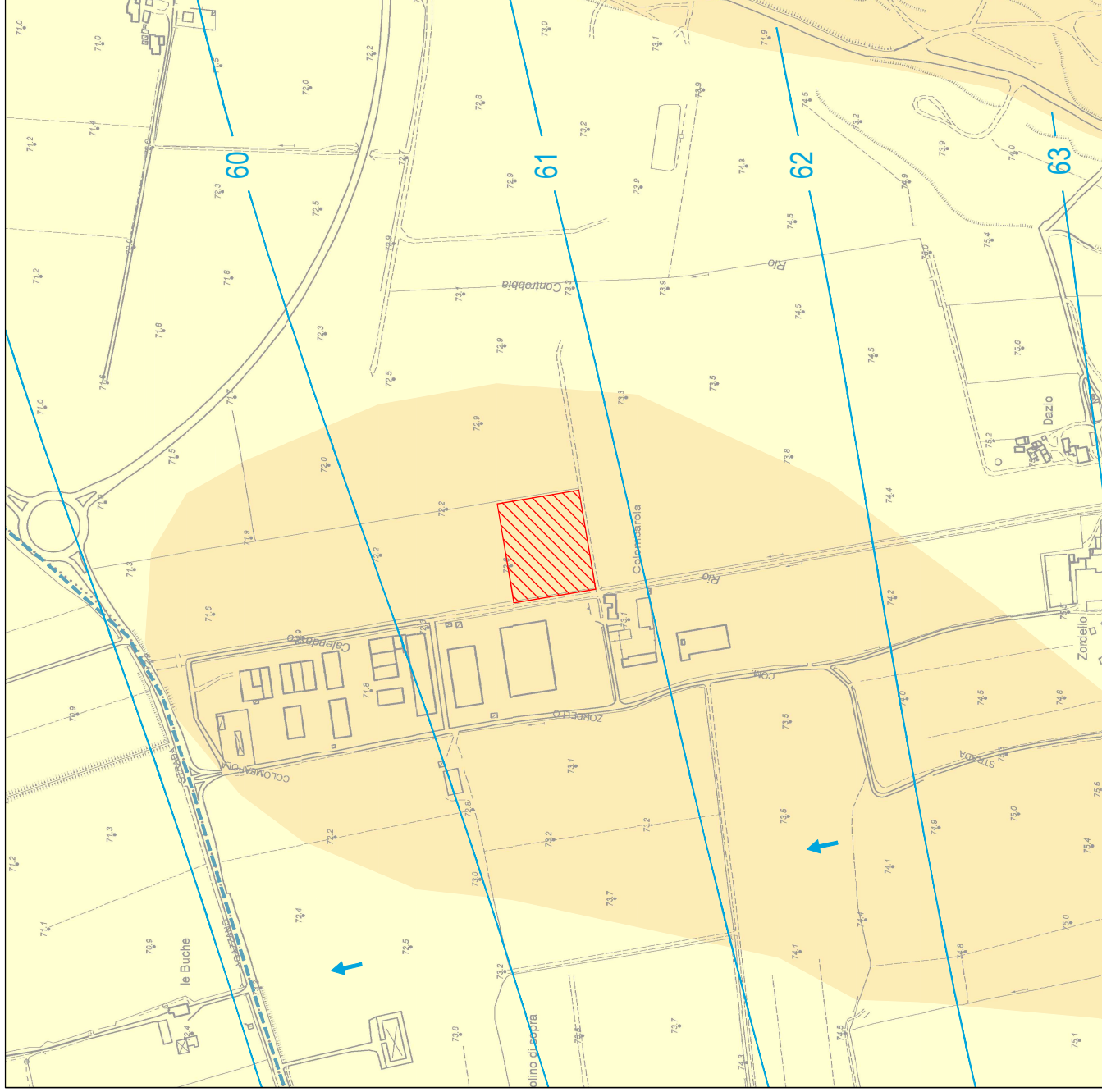
DEPOSITI LIMOSO SABBIOSI

TAVOLA

# 02

00	07/2023	229_00_01	A. BIASIA	A. BIASIA
REV.	DATA	NOME FILE	REDATTO	APPROVATO

# CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' - Scala 1:5.000



REALIZZAZIONE DI UN CAPANNONE NECESSARIO ALL'AMPLIAMENTO E TRASFORMAZIONE DELL'ATTIVITÀ INDUSTRIALE CIVARDI SRL, IN LOCALITÀ COLOMBAROLA, COMUNE DI GRAGNANO TREBIENSE, IN VARIANTE ALLA STRUMENTAZIONE URBANISTICA VIGENTE AI SENSI DELL'ART. 53 COMMA 1 LETTERA B) DELLA LEGGE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA N. 24 DEL 21 DICEMBRE 2017 - RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

TAVOLA  
**03**

## LEGENDA



AREA IN ESAME

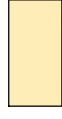
## ELEMENTI IDROGEOLOGICI

ISOPIEZA (M. S.L.M.)

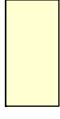
DIREZIONE DEL FLUSSO IDRICO SOTTERRANEO



## VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI



VULNERABILITA' ELEVATA



VULNERABILITA' ALTA

00	07/2023	229_00_01	A. BIASIA	A. BIASIA
REV.	DATA	NOME FILE	REDATTO	APPROVATO

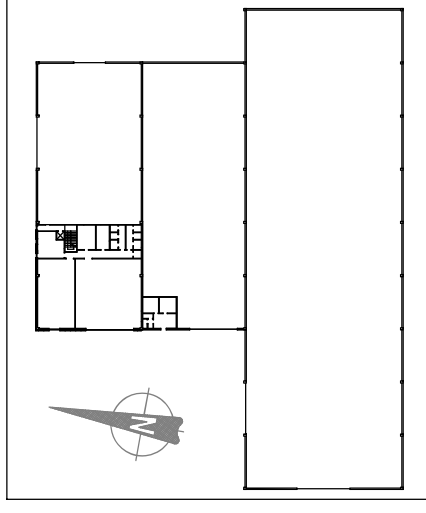
# UBICAZIONE INDAGINI - Scala 1:500



REALIZZAZIONE DI UN CAPANNONE NECESSARIO ALL'AMPLIAMENTO E TRASFORMAZIONE DELL'ATTIVITÀ INDUSTRIALE CIVARDI SRL, IN LOCALITÀ COLOMBAROLA, COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE, IN VARIANTE ALLA STRUMENTAZIONE URBANISTICA VIGENTE AI SENSI DELL'ART. 53 COMMA 1 LETTERA B) DELLA LEGGE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA N.° 24 DEL 21 DICEMBRE 2017 - RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

## LEGENDA

- DP  PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
- CPT  PROVA PENETROMETRICA STATICA
-  INDAGINE ReMi



00	07/2023	229_00_01	A. BIASIA	A. BIASIA
REV.	DATA	NOME FILE	REDATTO	APPROVATO

TAVOLA

04



# SEZIONE STRATIGRAFICA DI RIFERIMENTO - Scala grafica

REALIZZAZIONE DI UN CAPANNONE NECESSARIO ALL'AMPLIAMENTO E TRASFORMAZIONE DELL'ATTIVITÀ INDUSTRIALE CIVARDI SRL, IN LOCALITÀ COLOMBAROLA, COMUNE DI GRAGNANO TREBIENSE, IN VARIANTE ALLA STRUMENTAZIONE URBANISTICA VIGENTE AI SENSI DELL'ART. 53 COMMA 1 LETTERA B) DELLA LEGGE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA N.° 24 DEL 21 DICEMBRE 2017 - RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

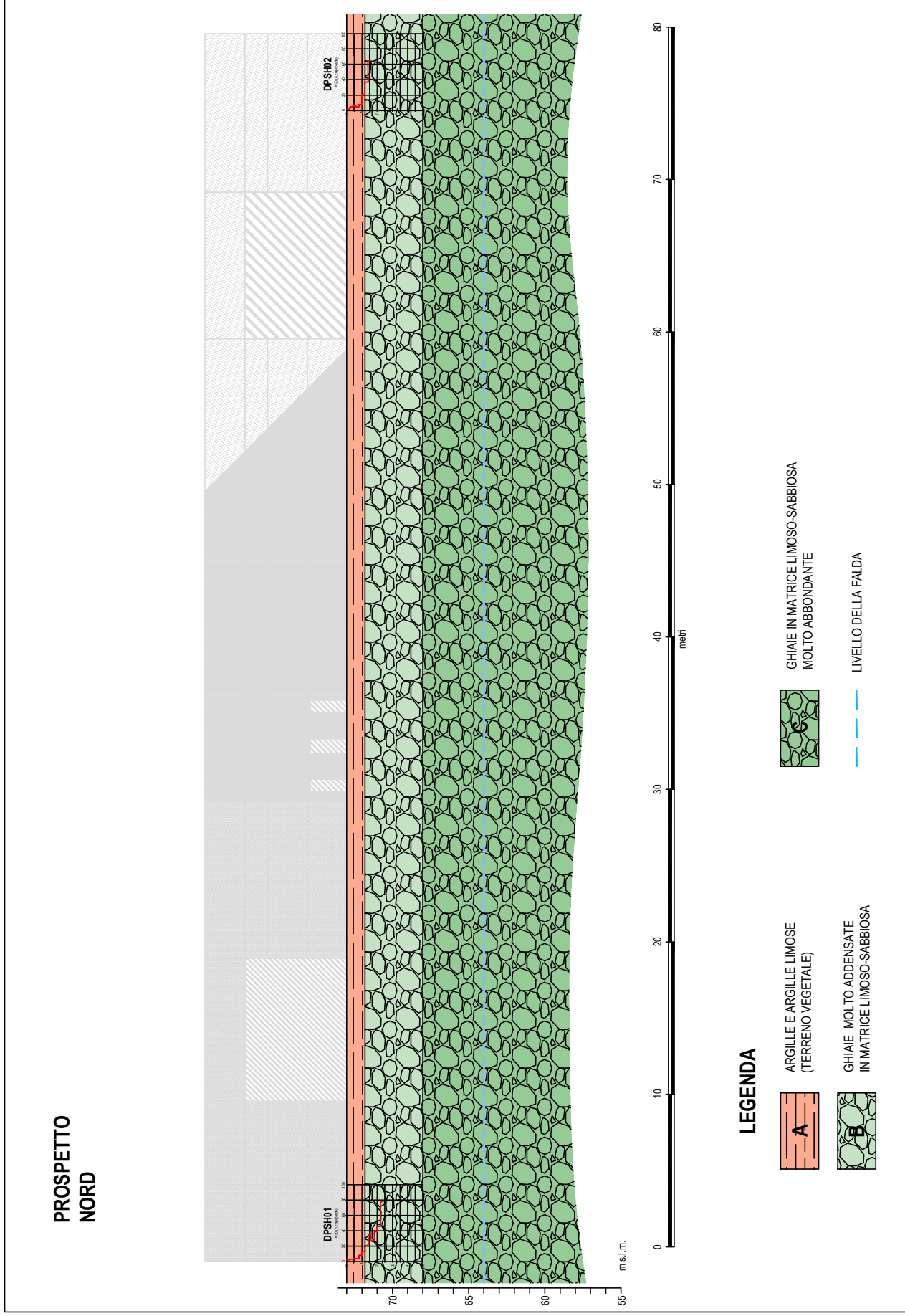


TAVOLA  
**05**

00	07/2023	229_00_01	A. BIASIA	A. BIASIA
REV.	DATA	NOME FILE	REDATTO	APPROVATO