

# COMUNE DI CORTE FRANCA



## PIANO ATTUATIVO \_ CASCINA BUDRIO

ART 14 L.R. 12/2005



PROGETTO DI RECUPERO, RISTRUTTURAZIONE, AMPLIAMENTO E CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO DEGLI IMMOBILI DENOMINATI "CASCINA BUDRIO" in NIGOLINE DI CORTE FRANCA

<p><b>PROGETTISTI COMPONENTE URBANISTICA ED EDILIZIA</b></p> <p><u>Progettista Architettonico ed Urbanistico:</u>  <b>Arch.BINA GIAMPAOLO</b>                  Via L. Buffoli 10, Corte Franca (BS)                  335.265490 - giampaolo.bina@archiworldpec.it</p> <p><b>Arch. ARMANELLI IVAN</b>                  Viale Mazzini 29/a, Chiari (BS)                  348 4610204 - ivan.armanelli@archiworldpec.it</p> <p><b>Arch. COGI PIERGIORGIO</b>                  Via A. DeGasperi 3/b, Chiari (BS)                  333 4185285 - piergiorgio.cogi@archiworldpec.it</p> <p><u>CONSULENTI SPECIALIZZATI:</u></p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>ING. DAVIDE GALEAZZI</td> <td>PROGETTO STRUTTURALE</td> </tr> <tr> <td>ING. FORNONI LUCA</td> <td>PROGETTO TERMOTECNICO PROGETTO ENERGETICO</td> </tr> <tr> <td>STUDIO MARCHETTI FONTANINI</td> <td>PROGETTO DI RESTAURO</td> </tr> <tr> <td>GEOL. MARCO CARRARO</td> <td>STUDIO GEOLOGICO INVARIANZA IDRAULICA</td> </tr> <tr> <td>LEONI ALICE</td> <td>INDAGINI ARCHEOLOGICHE</td> </tr> </table> <p><u>COLLABORATORE:</u>                  ARCH.IU NICOLA BOTTI</p>	ING. DAVIDE GALEAZZI	PROGETTO STRUTTURALE	ING. FORNONI LUCA	PROGETTO TERMOTECNICO PROGETTO ENERGETICO	STUDIO MARCHETTI FONTANINI	PROGETTO DI RESTAURO	GEOL. MARCO CARRARO	STUDIO GEOLOGICO INVARIANZA IDRAULICA	LEONI ALICE	INDAGINI ARCHEOLOGICHE	<p style="text-align: center;"><b>COMMITTENTE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MARIUCCIA EVENTI s.r.l.</b></p> <p style="text-align: center;">C.F. / P.IVA 02929970982                  VIA S. PERTINI, 18 - 25030 - ROVATO (BS)</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>DELIBERA DI ADOZIONE</b></p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>DELIBERA DI APPROVAZIONE DEFINITIVA</b></p>
ING. DAVIDE GALEAZZI	PROGETTO STRUTTURALE										
ING. FORNONI LUCA	PROGETTO TERMOTECNICO PROGETTO ENERGETICO										
STUDIO MARCHETTI FONTANINI	PROGETTO DI RESTAURO										
GEOL. MARCO CARRARO	STUDIO GEOLOGICO INVARIANZA IDRAULICA										
LEONI ALICE	INDAGINI ARCHEOLOGICHE										

<p>RELAZIONE</p> <p style="font-size: 2em; text-align: center;"><b>AII 03</b></p> <p>revisione</p>	<p>TITOLO</p> <p style="font-size: 2em; text-align: center;"><b>RELAZIONE GEOLOGICA</b></p>
	<p>FASE</p> <p style="font-size: 1.5em; text-align: center;"><b>Febbraio 2025</b></p>
<p>AI SENSI DELLE VIGENTI LEGGI SUI DIRITTI DI AUTORE QUESTO DISEGNO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O COMUNICATO AD ALTRE PERSONE O DITTE SENZA AUTORIZZAZIONE DELLO STUDIO DI ARCHITETTURA</p>	

Vittoria g. Srl

Via Sandro Pertini n. 18  
25038 Rovato

---

Progetto di recupero del cascinale corte budrio - via nazario sauro  
/ via sant'afra - frazione nigoline di Corte Franca bs – cap. 25040  
Corte Franca (BS) – Foglio 13 mappali 35-36-40-43-44 (cod. D058)

## RELAZIONE GEOLOGICA

D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 e N.T.C. 2018 p.to 6.2.1

## RELAZIONE GEOTECNICA

N.T.C. 2018 p.to 6.2.2



ecosphera s.r.l. - via Malogno, 2 - 25036 Palazzolo sull'Oglio (BS) - Tel. 030.7402007 - 030.7401749 - Fax  
030.7402017 - www.ecosphera.net - mail:info@ecosphera.net

---



Data emissione	03/2024
Commessa	24/0864-5-6-7
File	J:\Geotecnica\Prov_BS\CORTE FRANCA\2024\Nigoline Vittoria G srl Mariuccia Corte Budrio arch GP Bina\RelGeoGeot_Vittoria.docx
Referente	Dott. Geol. Carraro Marco

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. RELAZIONE GEOLOGICA</b>	<b>5</b>
2.1. GEOLITOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	5
2.2. IDROGEOLOGICA E IDROGRAFIA	7
2.3. VINCOLI, SINTESI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA	10
<b>3. PERICOLOSITÀ SISMICA</b>	<b>12</b>
3.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	12
3.2. APPROFONDIMENTO SISMICO DA PIANIFICAZIONE COMUNALE	13
3.3. INDAGINE SISMICA SITO-SPECIFICA	15
3.3.1. MASW	16
3.3.2. HOLISURFACE	16
3.3.1. HVSr	16
3.3.2. Elaborazione indagine sismica	18
3.4. APPROFONDIMENTO DI II LIVELLO RELATIVO AL SITO IN STUDIO – APP 5	19
3.5. CATEGORIA SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE E TOPOGRAFICA	21
3.6. PARAMETRI SISMICI DI SITO	23
<b>4. RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>24</b>
4.1. ACQUISIZIONE DATI – APP 4	24
4.1.1. Almanacco fotografico postazioni di prova	25
4.2. VALORI CARATTERISTICI E DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI	26
4.3. CALCOLI AGLI STATI LIMITE	27
4.3.1. Dati geometrici e azioni sulle fondazioni	27
4.3.2. Calcoli agli Stati Limite Ultimi (SLU)	27
4.3.3. Calcoli agli Stati Limite di Esercizio (SLE)	32
4.4. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE	33

### Allegati

- **N. 7 diagrammi prove penetrometriche dinamiche**
- **MASW e Modello geofisico**

## 1. PREMESSA

Su incarico della soc. Vittoria G. srl sono state redatte una Relazione Geologica ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 e delle N.T.C. 2018 p.to 6.2.1 e una Relazione Geotecnica sulle indagini ai sensi delle N.T.C. 2018 p.to 6.2.2 a supporto del progetto di recupero del cascinale corte budrio - via nazario sauro / via sant'afra in frazione nigoline di Corte Franca bs – cap. 25040 Corte Franca (BS), all'interno dei terreni distinti catastalmente la foglio 13 mappali 35-36-40-43-44 (cod. D058).



Figura 1: Ubicazione sito di studio su foto aerea

Il presente studio è stato condotto ai sensi del cap. 6 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 dove si legge che la caratterizzazione e modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio (par. 6.2.1 NTC 2018) e ai sensi della DGR IX/2616 del 30 novembre 2011.

L'analisi degli aspetti geologici del sito in esame è stata condotta utilizzando le informazioni rilevate durante i sopralluoghi effettuati ed integrate con le informazioni riportate nello studio geologico comunale redatto a supporto del PGT. In particolare sono state eseguite n. 2 trincee esplorative sito-specifiche.

Trattandosi di indagini di tipo puntuale si premette che il sottoscritto resta disponibile per la verifica all'atto dell'esecuzione degli scavi (con la D.L. e l'impresa esecutrice dei lavori) che le condizioni del sottosuolo descritte nella presente indagine siano proprie di tutta l'area interessata dalla nuova edificazione. Eventuali difformità, con particolare riferimento all'evidenza di ex buche riempite con materiali di riporto, che venissero rilevate in fase di esecuzione lavori, si chiede vengano comunicate immediatamente allo scrivente.



**Figura 2: Ubicazione sito di studio su base catastale**

## 2. RELAZIONE GEOLOGICA

### 2.1. GEOLITOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Dall'osservazione della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Progetto CARG) – Foglio Iseo, di cui se ne riporta un estratto realizzato tramite shape file forniti dalla Regione Lombardia, l'area in studio ricade fra l'Unità di Torbiato e l'Unità di Timoline, costituite entrambe da depositi glaciali - Till indifferenziato.

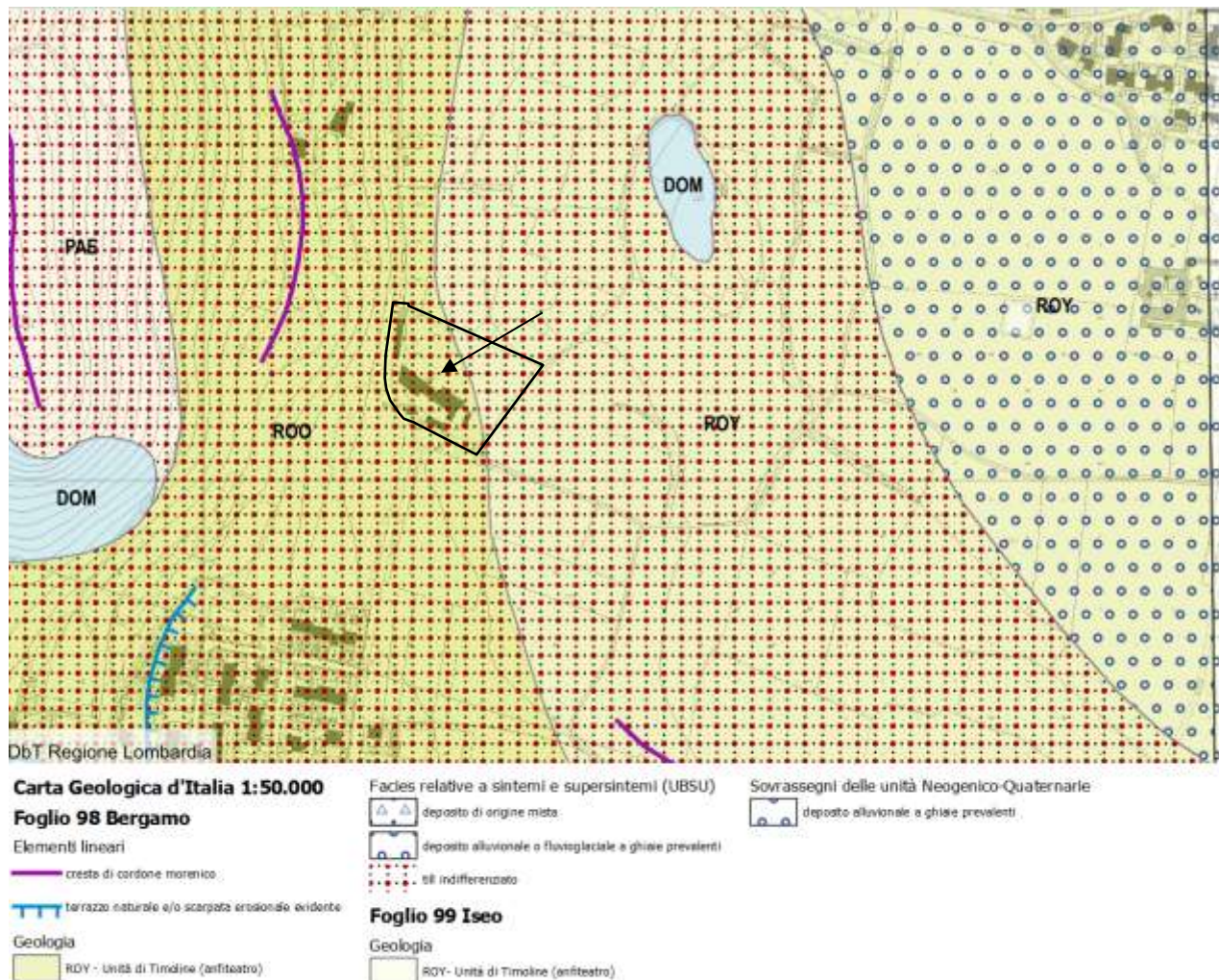


Figura 3: Estratto Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – CARG – Foglio Iseo

Alcune decine di metri ad ovest si elevano i colli costituiti da substrato roccioso (calcere di Domaro).

Nella Carta geologica dello studio geologico comunale di Corte Franca (BS), le aree in studio sono caratterizzate dalle seguenti tipologie di depositi:

- **Depositi glaciali (dg):** nella carta sono rappresentati con la medesima simbologia i depositi glaciali della pianura e quelli che ricoprono i pendii dei rilievi collinari e i versanti del M. Alto. I depositi glaciali consistono in morene frontali suddivise in cordoni disposti ad anfiteatro nella pianura di Corte Franca. La litologia di questi depositi è in genere caratterizzata da morene ghiaiose – sabbiose con abbondante matrice fine limosa con ciottoli spesso striati eterometrici e massi metrici. I clasti sono di natura calcarea, granitoidi (tonalite e granodioriti), metamorfici e sedimentari, in buono stato di conservazione.

*Mentre le morene laterali si rinvergono fino alla quota massima di 490 m s.l.m. lungo il versante del Monte Alto. La morena laterale visibile nelle scarpate naturali delle valli di S. Michele, del Forno e Broccaglio, appare sempre nettamente stratificata, con blanda inclinazione verso valle (10° - 20°). Questi depositi hanno in genere una matrice fine sabbioso-limosa abbondante che, in alta valle del Forno e in Val Broccaglio, prevale sulla frazione grossolana.*

L'area di studio si trova all'interno di depositi glaciali in matrice limoso-argillosa, in adiacenza a depositi torbosi (dt) in zona umida per emergenza/ristagno idrico, avente caput fluminis in corrispondenza del laghetto interno all'area di studio (Budrio).

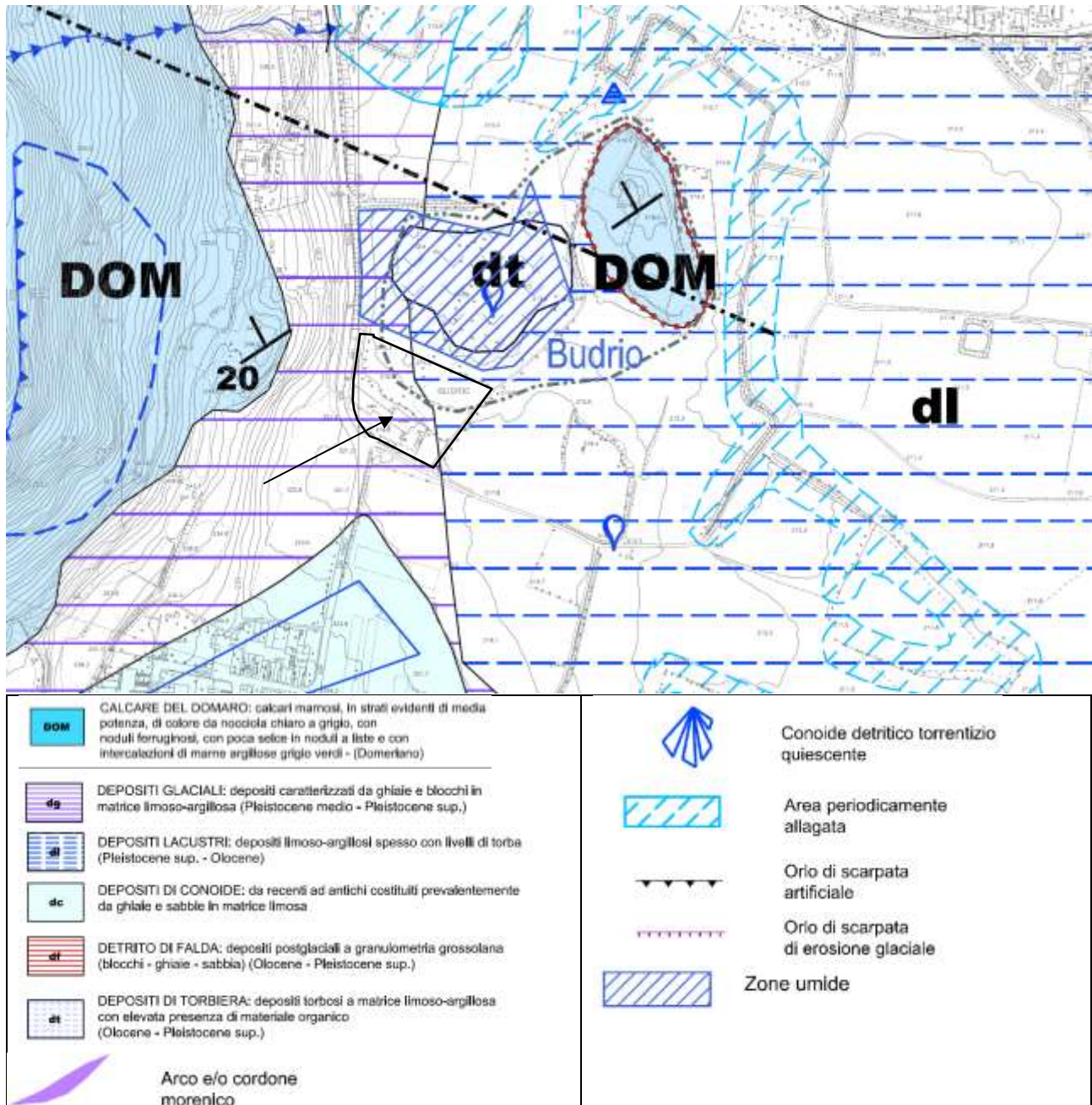


Figura 4- Estratto Carta geologica e geomorfologica – Studio geologico comunale di Corte Franca

I depositi glaciali consistono in morene frontali, suddivise in cordoni disposti ad anfiteatro nella pianura di Corte Franca. La litologia di questi depositi è in genere caratterizzata da morene ghiaiose – sabbiose con

abbondante matrice fine limosa con ciottoli eterometrici e massi metrici. I clasti sono di natura calcarea, granitoidi (tonaliti e granodioriti), metamorfici e sedimentari, in buono stato di conservazione.

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame si trova in una fascia infra-morenica con andamento locale WNW→ESE con gradiente medio intorno al 4% e quota in corrispondenza del sito fra 220 mlm a 215 mslm.

## 2.2. IDROGEOLOGICA E IDROGRAFIA

Nella cartografia comunale è segnalato un fontanile in corrispondenza del sito, lungo il perimetro nord.

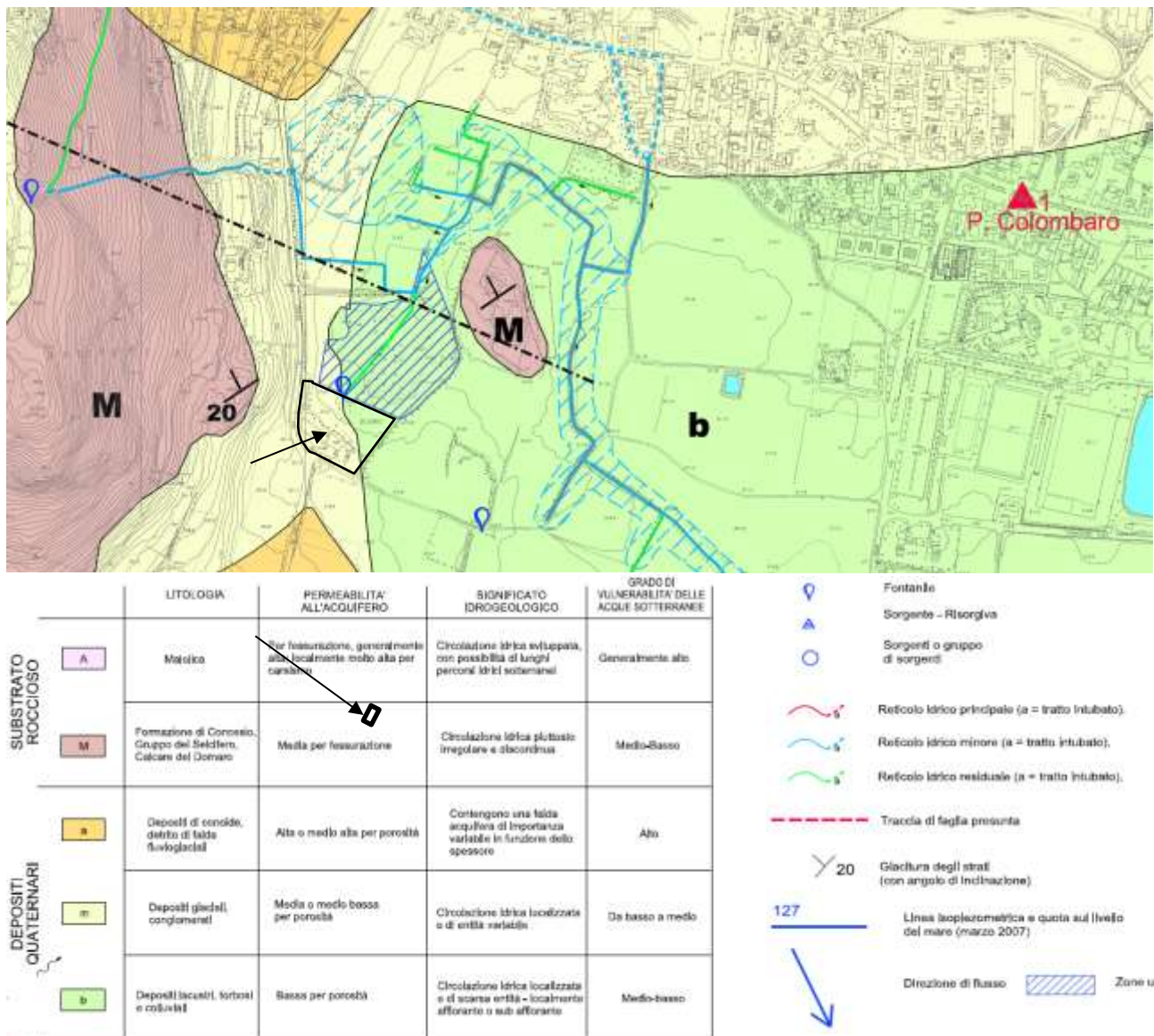


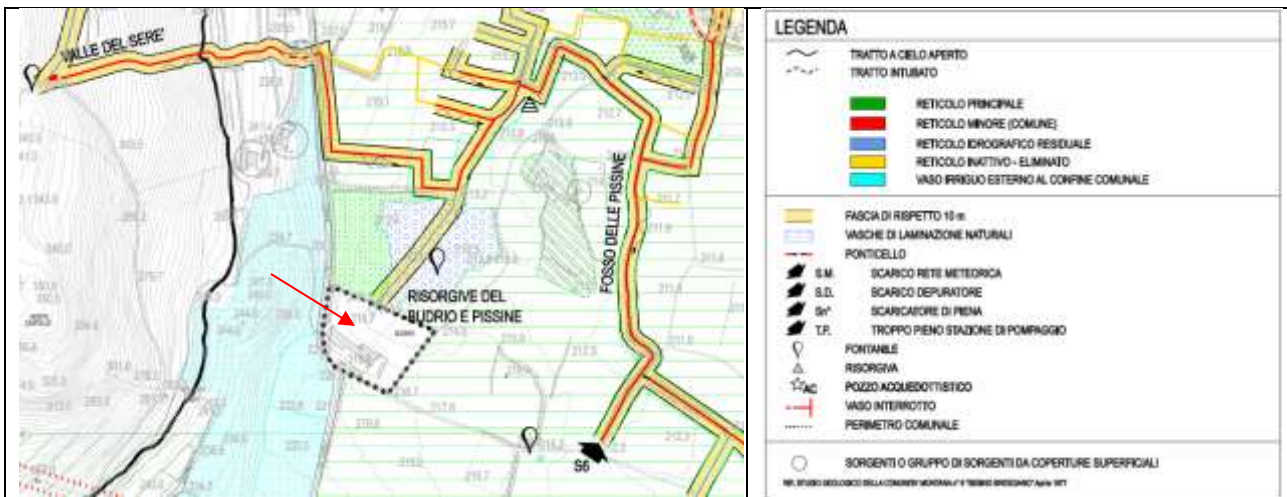
Figura 5- Estratto Carta idrogeologica e del sistema idrografico – Studio geologico comunale di Corte Franca

Vrso il perimetro nordest di proprietà è presente un laghetto naturale (livello circa 214,9 mslm) determinato da deboli infiltrazioni idriche (faldina sospesa) che scorrono all'interno dei primi metri di suolo al di sotto del budrio, ovvero dal quadrante occidentale verso il quadrante orientale. Nell'area cortilizia (q. 219,8 mslm) sono infatti presenti due vecchi pozzi a scavo con livello idrico (misurato dallo scrivente in marzo 2024) pari a 4 m da pc, pertanto con livello lievemente superiore al livello del laghetto.



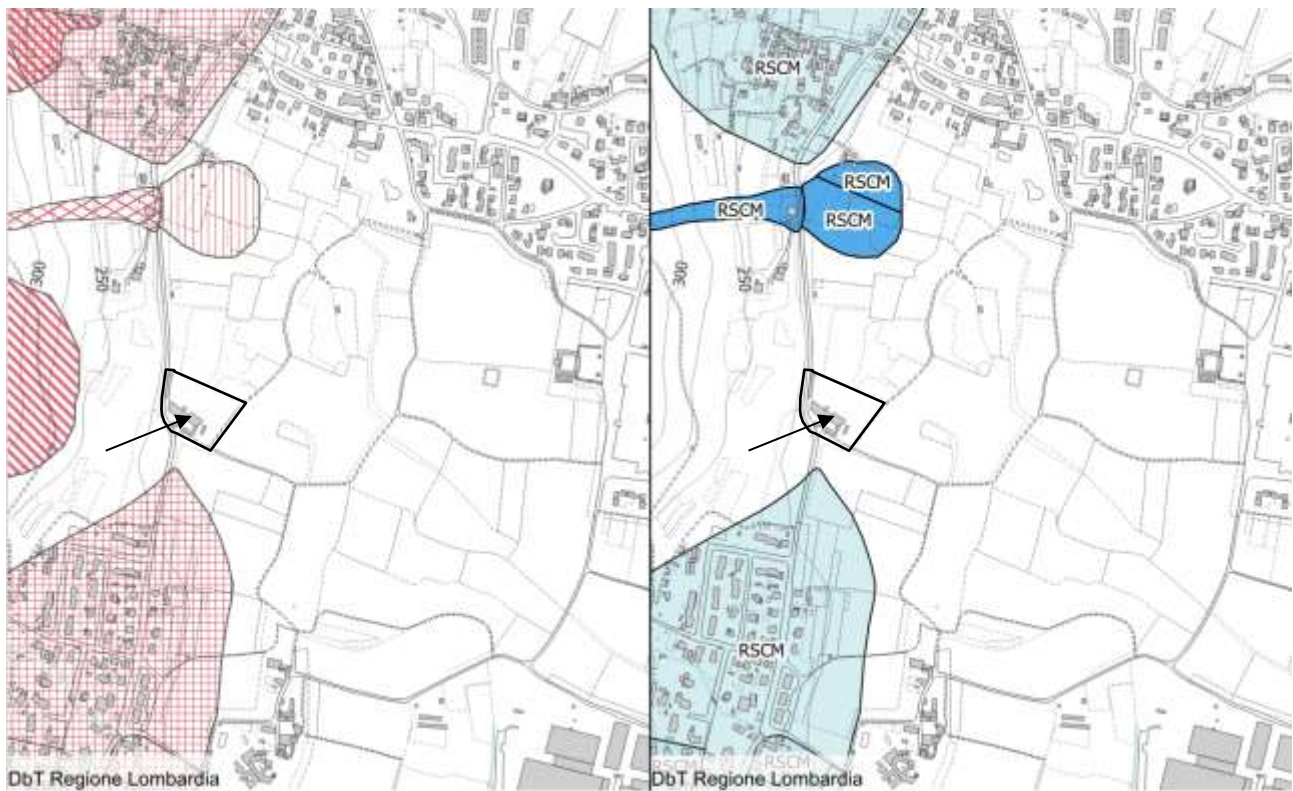
**Figura 6- Emergenza idrica (fontanile “risorgive del budrio”) che si presenta come un laghetto naturale lievemente rialzato rispetto al piano campagna a valle (NE)**

Dall’osservazione della carta di individuazione del reticolo idrico e delle fasce di rispetto del comune di Corte Franca (BS) non si osservano interferenze tra i corsi d’acqua superficiali e l’area di intervento edilizio (fabbricati).



**Figura 7: Estratto Tav2 individuazione del reticolo minore e fasce di rispetto – RIM Comune di Corte Franca (BS)**

Di seguito si riportano gli estratti della cartografia “PAI-Dissesti” e del “Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA)”, dall’analisi dei quali non si osservano criticità gravanti sul sito.



DbT Regione Lombardia

**Dissesti PAI Vigenti**

**Dissesti poligonali**

- FRANE: Area di frana quiescente (Fq) Modifiche e integrazioni
- ESONDAZIONI: Area a pericolosità elevata (Eb) Modifiche e integrazioni
- ESONDAZIONI: Area a pericolosità media o moderata (Em) Modifiche e integrazioni
- CONCEDI: Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp) Modifiche e integrazioni
- CONCEDI: Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn) Modifiche e integrazioni

**Figura 8: PAI Vigente – Geoportale Lombardia**

**Direttiva alluvioni (PGRA) vigente**

- Pericolosità RSCM  
Scenario poco frequente RSCM - M
- Scenario raro RSCM - L

**Figura 9: PGRA-Pericolosità – Geoportale Lombardia**

### 2.3. VINCOLI, SINTESI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Nel presente paragrafo si procede all'analisi degli elementi di sintesi, dei vincoli di natura geologica ed idrogeologica e della fattibilità dell'area, definiti nello studio geologico comunale redatto a supporto del P.G.T. Di seguito si riportano estratti dalle cartografie dello studio geologico comunale.

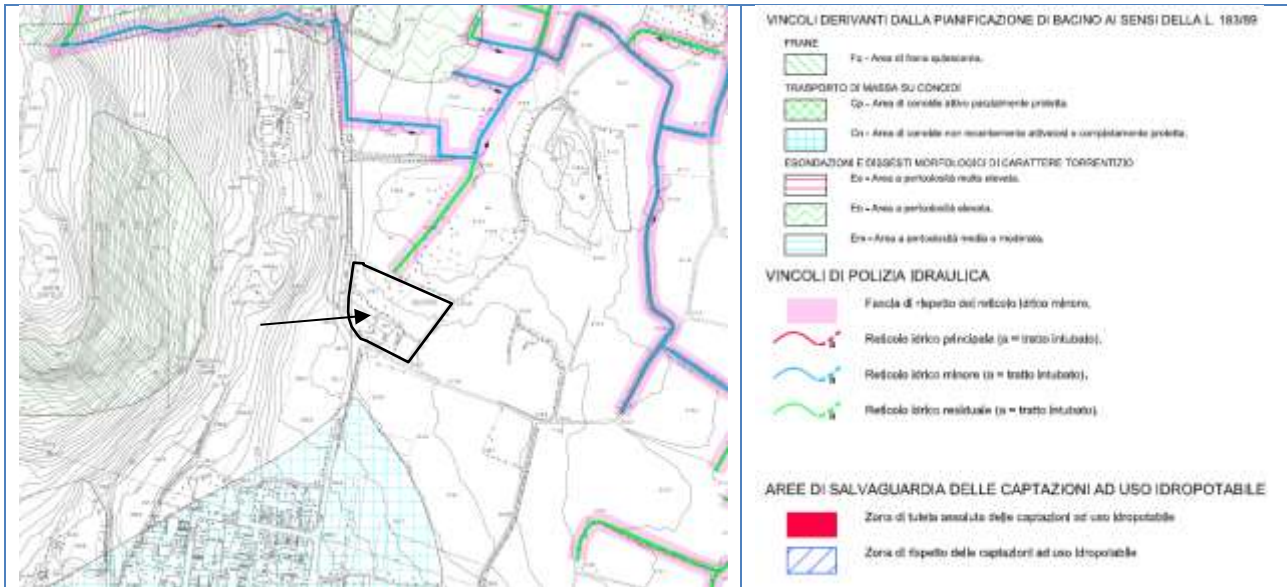


Figura 10- Studio geologico comunale - Estratto Carta di vincoli

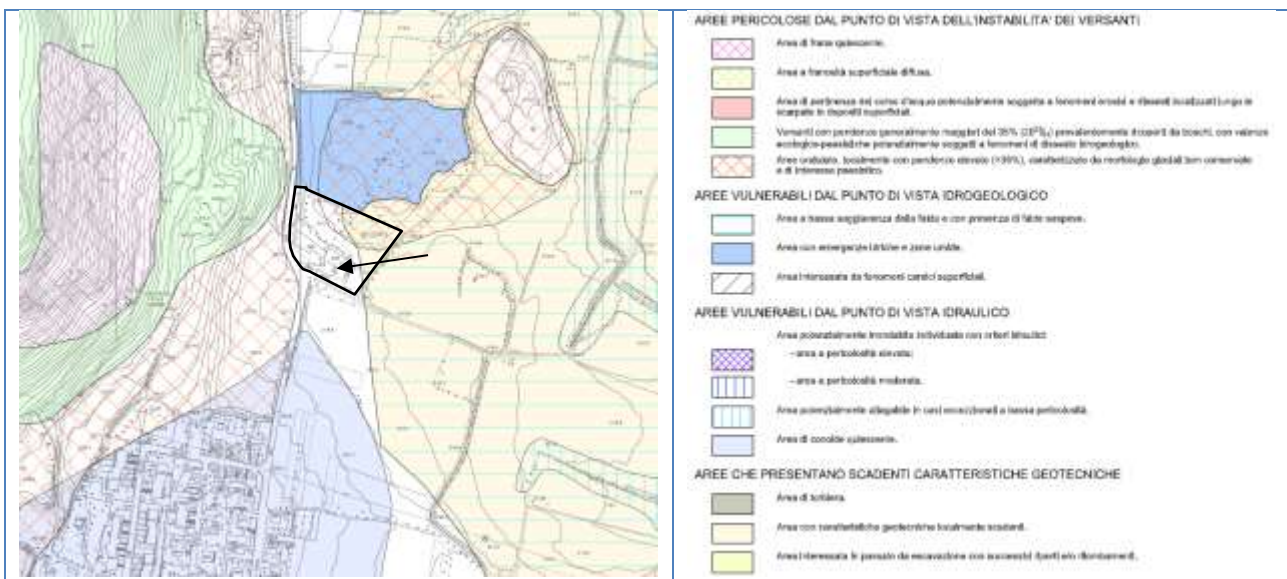


Figura 11- Studio geologico comunale - Estratto Carta di sintesi

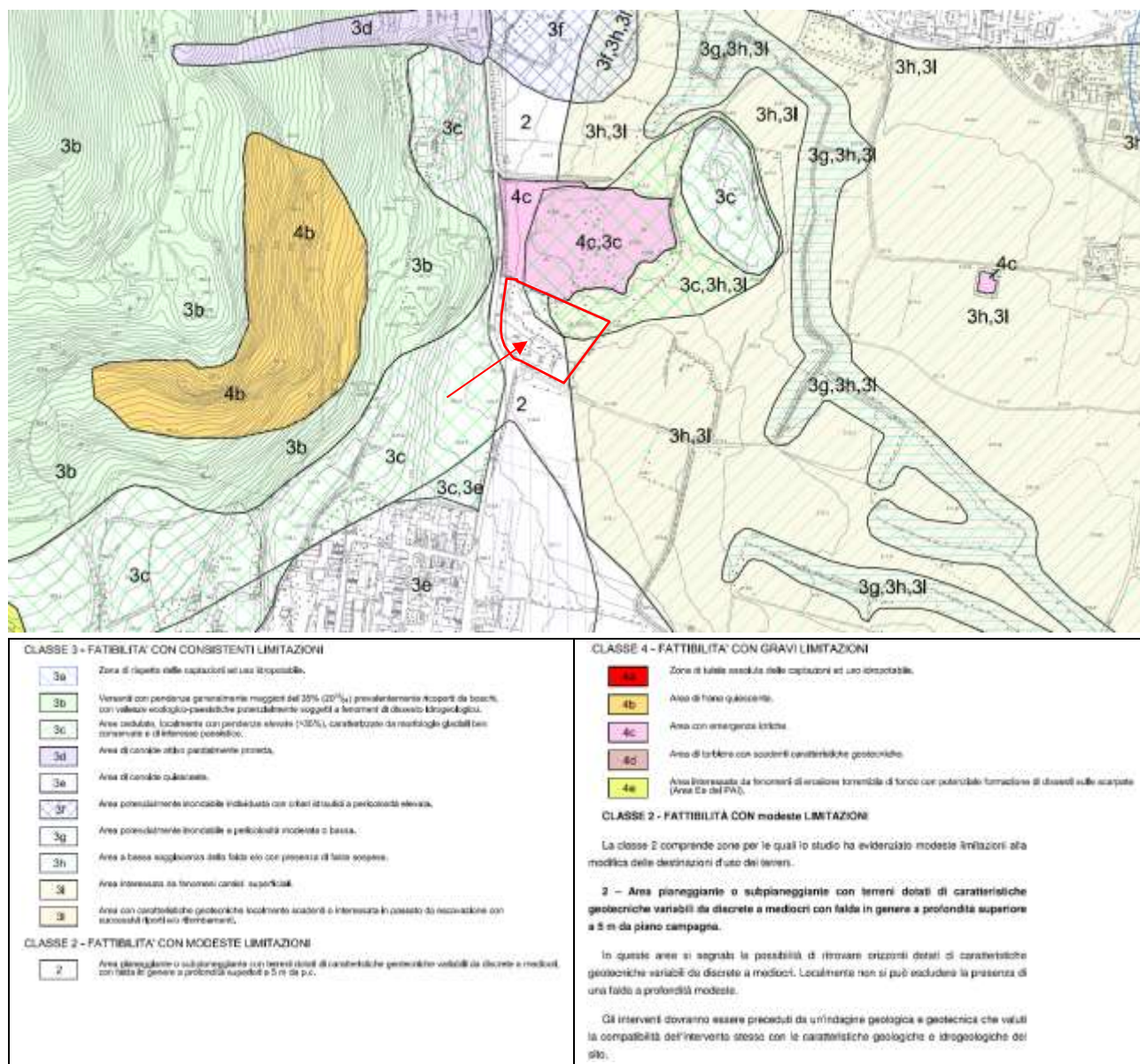


Figura 12- Studio geologico comunale. Estratto Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano e delle Nda.

Di seguito si riepiloga la situazione per il sito di progetto.

Carta	Oggetto	SI	NO	Note
<b>Vincoli</b>	Polizia idraulica reticolo idrico		X	
	Salvaguardia captazioni ad uso acquedottistico		X	
	Pianificazione di Bacino - PAI		X	
<b>Sintesi</b>	Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti		X	
	Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico		X	
	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico		X	
	Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche	X		
<b>Fattibilità geologica</b>	fattibilità con modeste limitazioni (classe 2)			

Tabella 1: Tabella riassuntiva di vincoli, sintesi e fattibilità geologica da dati dello Studio geologico comunale

### 3. PERICOLOSITÀ SISMICA

#### 3.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

In base alla classificazione sismica nazionale associata all'Ordinanza del PCM n. 3274 del 20 Marzo 2003 (Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica) il comune di Corte Franca (BS) è stato classificato in Zona 3 (con sismicità crescente da zona 4 a zona 1). Nella tabella seguente si riportano i valori di accelerazione ( $a_g$ ) previsti dalla sopra citata ordinanza per tale zona sismica.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [ $a_g/g$ ]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ $a_g/g$ ]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Figura 13: Estratto Ordinanza PCM 3274 del 20 Marzo 2003

Tale classificazione è stata rivista con la DGR n. X/2129 del 11 Luglio 2014 che ha confermato il comune in zona sismica 3 (delibera di riclassificazione, pubblicata sul B.U.R.L. n. 29, S.O., del 16/7/2014). Nella tabella seguente si riportano i valori di accelerazione ( $a_{g,max}$ ) previsti dalla DGR X/2129/2014 per tale zona sismica.

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03017062	BS	CORTE FRANCA	3	0,1387

Figura 14: Estratto DGR n. X/2129/2014

Si riporta di seguito un estratto della mappa interattiva di pericolosità sismica realizzata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

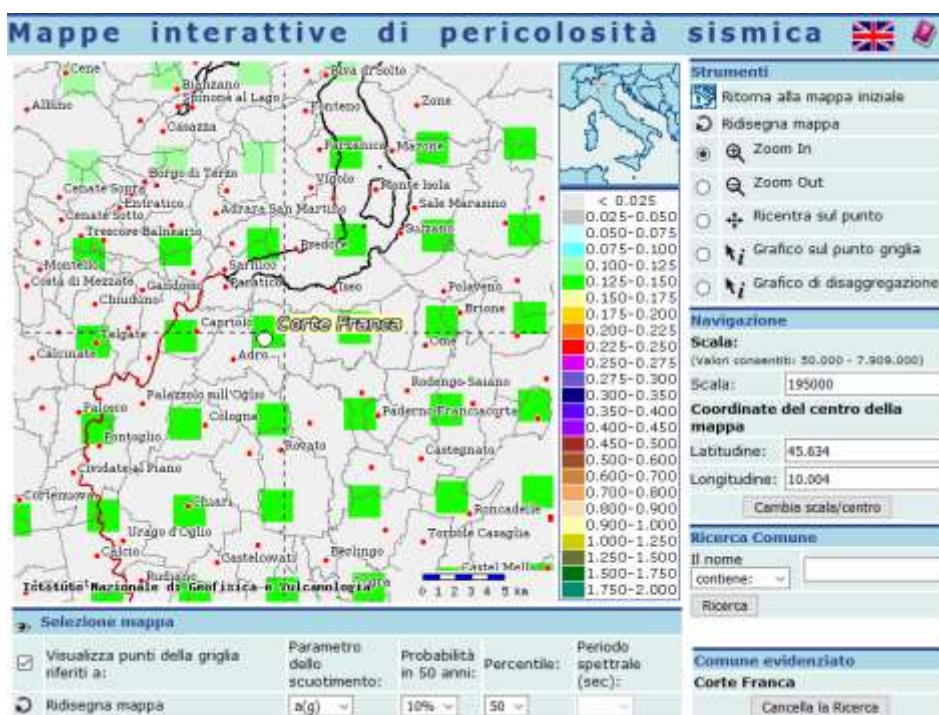


Figura 15: Estratto Mappa interattiva di pericolosità sismica dal sito web INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

### 3.2. APPROFONDIMENTO SISMICO DA PIANIFICAZIONE COMUNALE

Sulla base dei contenuti della carta di pericolosità sismica locale dello studio geologico comunale l'area in studio si colloca fra la zona Z4a (zona di pianura con presenza di depositi lacustri generalmente coesivi) e Z4c (zona morenica con presenza di depositi morenici granulari e/o coesivi).

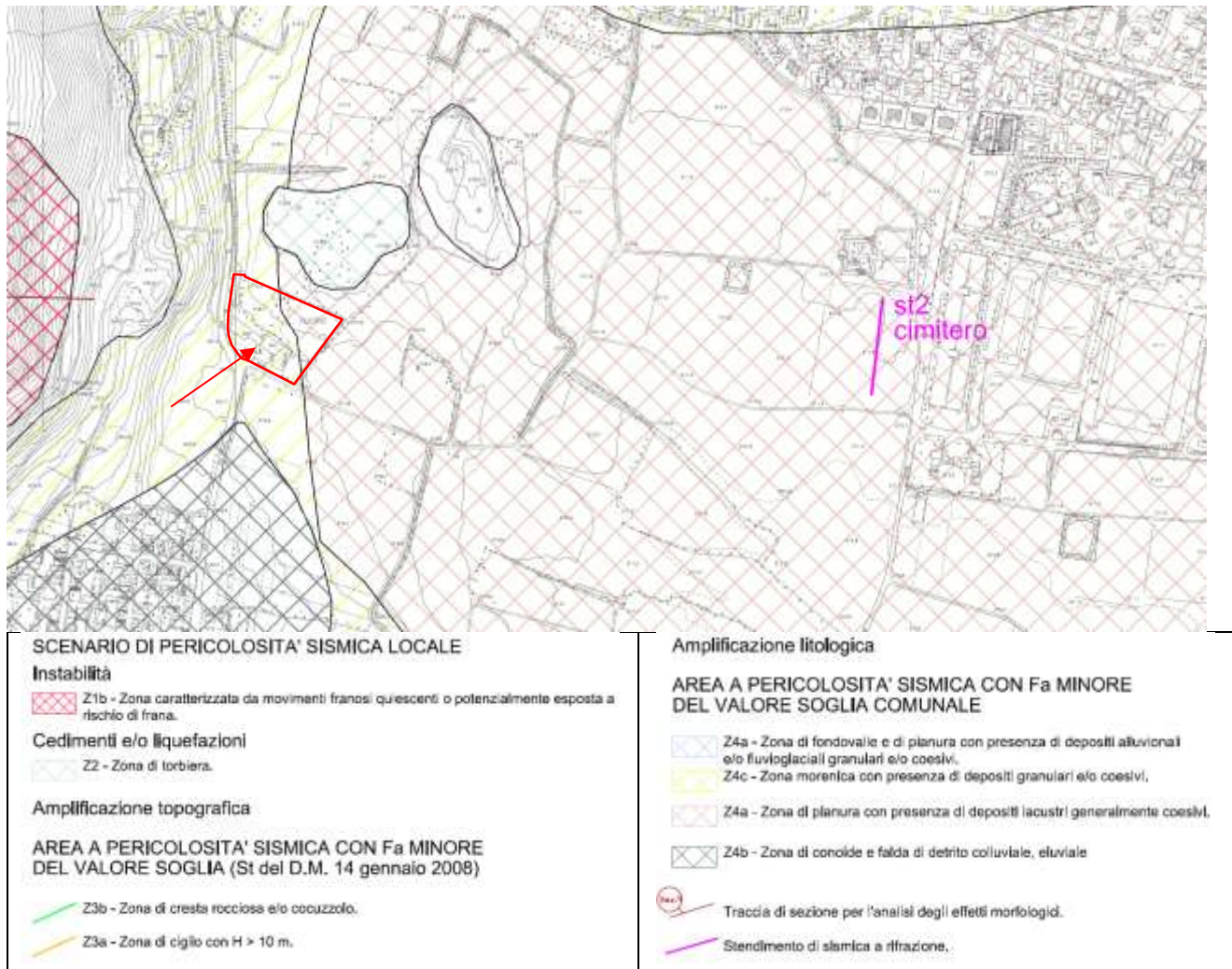
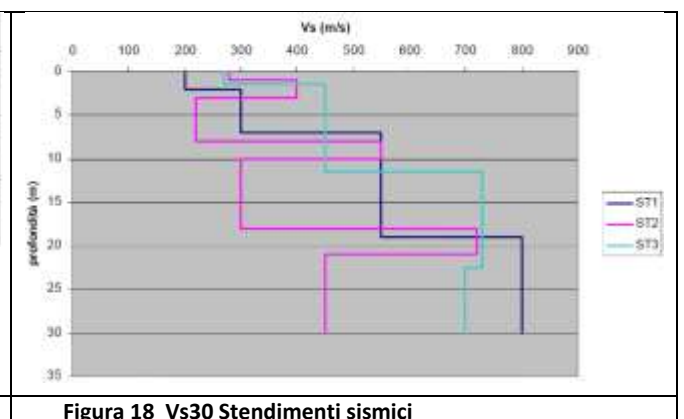


Figura 16- Studio geologico comunale – estratto Carta della Pericolosità sismica locale (PSL)

Area campione per indagini geofisica	Scenario di pericolosità sismica locale
ST1 – Campo sportivo	Zona pedemontana di falda di detrito e conoide alluvionale
ST2 – Cimitero	Zona di pianura con presenza di depositi lacustri prevalentemente coesivi
ST1 – Borgonato	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

- ST1 – Cat.B) FAC (0,1-0,5 s) = 1,6; FAC (0,5-1,5 s) = 1,1  
 - ST2 – Cat.C) FAC (0,1-0,5 s) = 1,8; FAC (0,5-1,5 s) = 1,2  
 - ST3 – Cat.B) FAC (0,1-0,5 s) = 1,3; FAC (0,5-1,5 s) = 1,1

Figura 17 Calcolo FAC



Di seguito si riportano le conclusioni dell'approfondimento sismico di II livello contenute nello studio geologico comunale, per gli scenari di pericolosità sismica considerati.

Area campione per indagini geofisica	Scenario di pericolosità sismica locale
ST1 – Campo sportivo	Zona pedemontana di falda di detrito e conoide alluvionale
ST2 – Cimitero	Zona di pianura con presenza di depositi lacustri prevalentemente coesivi
ST1 – Borgonato	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

Figura 19- Studio geologico comunale

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma C	Fa calcolato	Soglia norma C
1.8	1.9 + 0.1	1.2	2.4 + 0.1

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di Fa ottenuti dall'abaco.

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per la porzione di territorio di Corte Franca classificata come "Zona di pianura con presenza di depositi lacustri prevalentemente coesivi" la possibile amplificazione sismica risulta contenuta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

Figura 20- Studio geologico comunale – Conclusione approfondimento sismico di II livello – Zona di pianura con presenza di depositi lacustri prevalentemente coesivi

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma B	Fa calcolato	Soglia norma B
1.3	1.5 + 0.1	1.1	1.7 + 0.1

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di Fa ottenuti dall'abaco.

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per la porzione di territorio di Corte Franca classificata come "Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi" la possibile amplificazione sismica risulta contenuta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

Figura 21- Studio geologico comunale – Conclusione approfondimento sismico di II livello – Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

I valori FAC di tutti gli stendimenti sopra elencati risultano inferiori ai valori di amplificazione sismica di soglia comunale (FAS) per la categoria di sottosuolo C (tabella allegata alla DGR 7374/2008).

COMUNE	INTERVALLO	Valori soglia comunale (FAS)			
		B	C	D	E
CORTE FRANCA	0.1 - 0.5	1,5	1,9	2,3	2,0
	0.5 - 1.5	1,7	2,4	4,3	3,1

Figura 22 Estratto Valori di amplificazione sismica di soglia comunale DGR 7374/2008 (FAS)

### 3.3. INDAGINE SISMICA SITO-SPECIFICA

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito e per la definizione della categoria di sottosuolo da utilizzare a fini progettuali, è stata effettuata una indagine sismica congiunta tramite:

- n.1 stendimento sismico per acquisizione e analisi con la metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) in onde di Rayleigh e Love;
- n.1 indagine sismica superficiale con la misura del rumore sismico ambientale per 10 minuti (metodologia HVSR);
- n.1 stendimento sismico per acquisizione e analisi con la metodologia HoliSurface (HS) in onde di Rayleigh e Love.



Figura 23: Ubicazione indagini sismiche

### 3.3.1. MASW

Le caratteristiche dello stendimento sismico per l'acquisizione dei segnali sismici sono esposte nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE STENDIMENTO MASW	
Nr. geofoni utilizzati	12
Interasse geofoni (m)	4
Lunghezza stendimento (m)	44
Minimum offset (m)	5
Durata acquisizione (s)	2
Intervallo di campionamento (ms)	1
Nr. Campioni	2000

Tabella 2: Caratteristiche stendimento MASW

### 3.3.2. HOLISURFACE

Si tratta di un'indagine di sismica attiva MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) effettuata utilizzando la metodologia HoliSurface®, un metodo innovativo per l'analisi della propagazione delle onde di superficie allo scopo di determinare il profilo verticale della Vs. Si tratta di un miglioramento di una tecnica classica della sismologia (MFA - Multiple Filter Analysis).

La tecnica HOLISURFACE richiede l'utilizzo di un sismografo a stazione singola costituito da n. 2 geofoni orizzontali e n. 1 verticali in grado di registrare le onde sismiche lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z).

Il software di elaborazione (Holisurface) permette analisi congiunte delle velocità di gruppo delle onde di Rayleigh e Love, del rapporto RVSr e del moto della particella (progrado o retrogrado) legato all'onda di Rayleigh (curve RPM).

CARATTERISTICHE STENDIMENTO HOLISURFACE	
Nr. geofoni utilizzati	3 (N-S; E-W; U-D)
Lunghezza stendimento (m)	50
Durata acquisizione (s)	2
Intervallo di campionamento (ms)	1
Nr. Campioni	2000

Tabella 3: Caratteristiche stendimento HOLISURFACE

### 3.3.1. HVSR

Nel sito in studio è stata effettuata n. 1 indagine sismica superficiale tramite misura del rumore sismico ambientale con la metodologia HVSR per 10 minuti (HVSR10).



Figura 24: Curva HVSAR10 misurata in campagna e controllo criteri SESAME picco a 4,68 Hz

La tecnica HVSAR richiede l'utilizzo di un sismografo a stazione singola in grado di registrare i microtremori (sismica passiva) lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), in un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga. Il moto indotto nel terreno viene misurato in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z), secondo il passo di campionamento impostato dall'operatore. Le misure registrate vengono poi elaborate e restituite graficamente in forma di curva H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza, dove H è la media delle misure lungo X e Y mentre V è la componente verticale del moto in funzione della frequenza).

L'acquisizione nel sito di indagine è stata fatta con sismografo a tre componenti HOLI-3C da 2 Hz distribuito da Eliosoft, mentre l'elaborazione dei segnali registrati è stata effettuata tramite il software HoliSurface.

Per quanto riguarda i criteri SESAME, utili per valutare la robustezza statistica delle curve HVSAR sperimentali misurate in campo, si rileva quanto segue:

INDAGINE SISMICA	CRITERI SESAME	
	CRITERI PER UNA CURVA AFFIDABILE	CRITERI PER UN PICCO CHIARO
<b>HVSAR20 (Picco 4,68 Hz)</b>	1 - VERIFICATO	1 – VERIFICATO
	2 - VERIFICATO	2 – VERIFICATO
	3 - VERIFICATO	3 – VERIFICATO
		4 – <b>NON VERIFICATO</b>
		5 – <b>NON VERIFICATO</b>
		6 – VERIFICATO

Tabella 4: Controllo criteri SESAME

### 3.3.2. Elaborazione indagine sismica

L'elaborazione dell'indagine è stata eseguita tramite:

- analisi della dispersione (velocità di gruppo) delle onde Love con approccio Full Velocity Spectrum (FVS);
- analisi dello spettro di velocità di fase delle onde di Love con le curve modali e con approccio FVS.

Le risultanze portano alla definizione del seguente modello geofisico del sottosuolo.

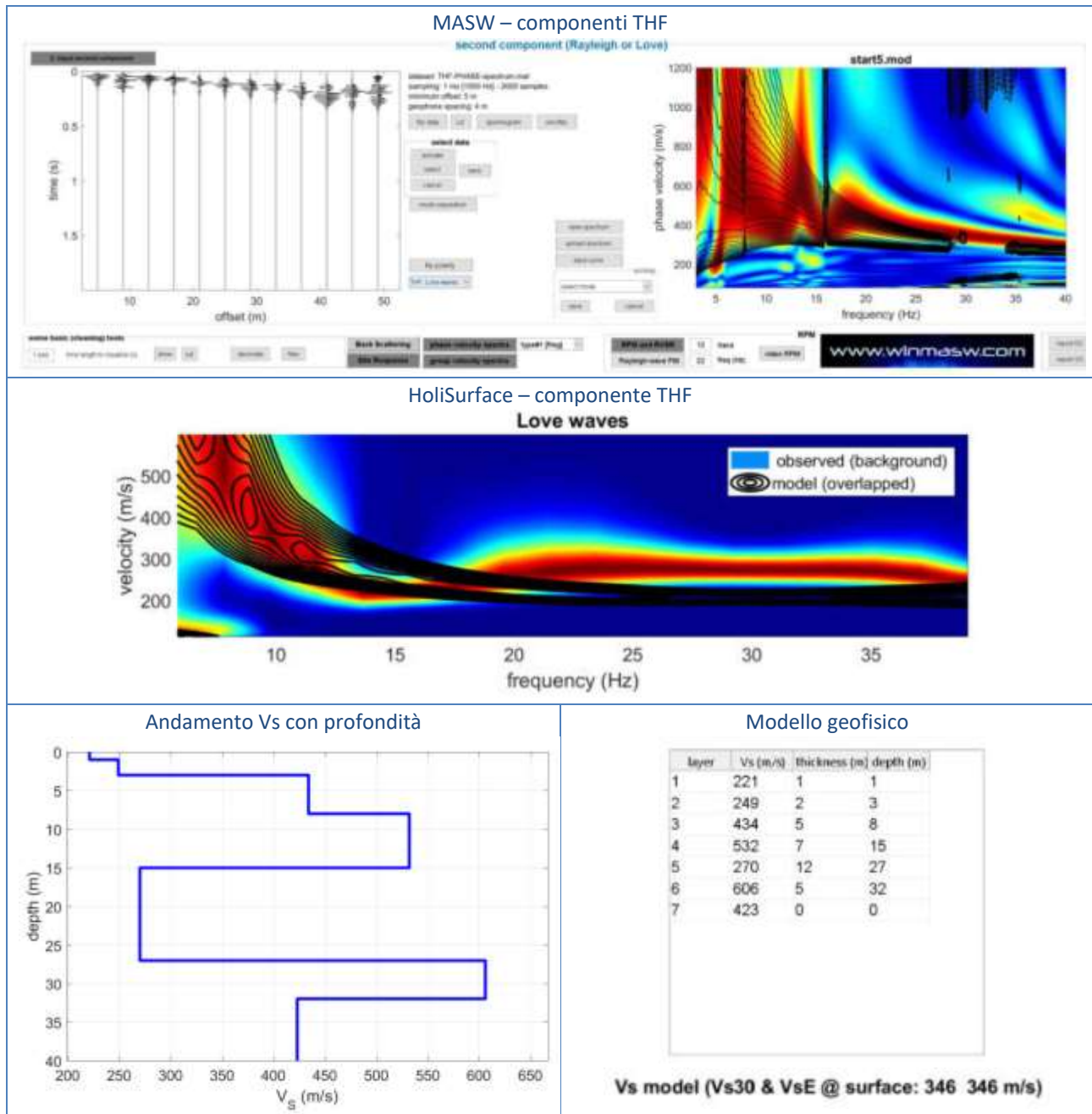


Figura 25: Elaborazione MASW – HoliSurface e modello geofisico del sito

### 3.4. APPROFONDIMENTO DI II LIVELLO RELATIVO AL SITO IN STUDIO – APP 5

Si riporta di seguito l'analisi sito-specifica per la stima del fattore di amplificazione di sito ( $F_a$ ) seguendo la procedura di II Livello di approfondimento secondo quanto indicato nell'all. 5 della D.G.R. 9/2616/2011 utilizzando le risultanze esposte in precedenza.

Sulla base della litologia del sottosuolo del sito e dell'andamento del profilo di  $V_s$  si considera corretto utilizzare:

- la scheda litologica "limoso-sabbiosa tipo 2";
- il valore di  $V_s$  primo strato (spessore 8 m) pari a 369 m/s (considerando un piano di posa delle fondazioni a -0,4 m di profondità dal piano campagna);
- la curva 3 blu (figura seguente).

Sulla base dell'indagine eseguita e del modello geofisico del sottosuolo ricostruito il periodo di risonanza del sito risulta pari a 0,45 s.



Figura 26: Estratto Scheda limoso-sabbiosa tipo 2 – Indagine eseguita → curva 3 (blu)

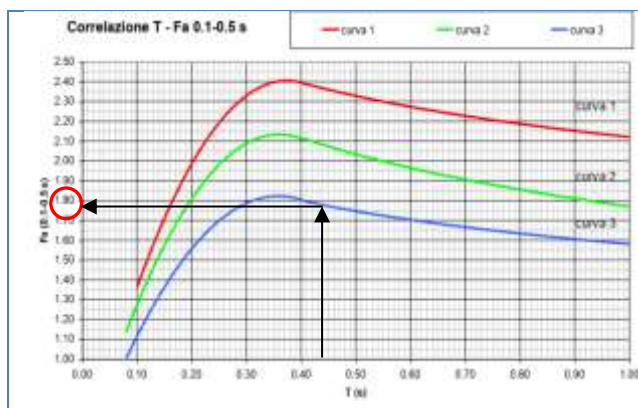


Figura 27: calcolo del valore di FAC per T 0,1-0,5s

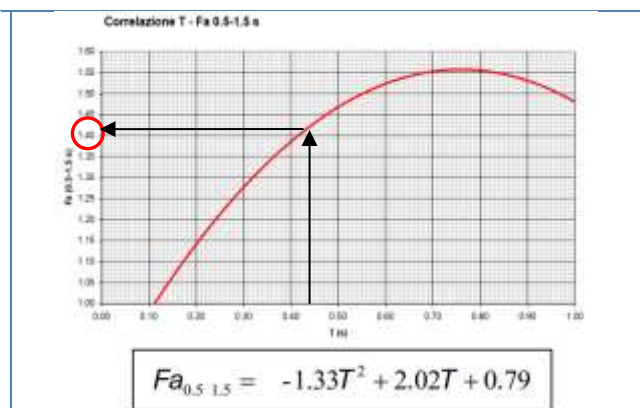


Figura 28: calcolo del valore di FAC per T 0,5-1,5s

Di seguito si confronta il valore del fattore di amplificazione calcolato (FAC) con i valori soglia comunale (FAS).

COMUNE DI CORTE FRANCA	INTERVALLO	FAC	Valori soglia comunale (FAS)			
			B	C	D	E
	0.1 - 0.5	<b>1,8 ± 0,1</b>	1,5	1,9	2,3	2,0
	0.5 - 1.5	<b>1,4 ± 0,1</b>	1,7	2,4	4,3	3,1

Figura 29: Tabella con valori FAC calcolato e valori di amplificazione sismica di soglia comunale DGR 7374/2008 (FAS)

$$\text{FAC } (1,8) \pm 0,1 > \text{FAS } (1,9 \text{ per cat. C}) - \text{VERIFICATO}$$

$$\text{FAC } (1,4) \pm 0,1 \leq \text{FAS } (2,4 \text{ per cat. C}) \text{ (per T } 0,5\text{-}1,5 \text{ s)} - \text{VERIFICATO}$$

Il fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) relativo al sito in studio risulta inferiore al valore di soglia comunale (FAS) per la categoria di sottosuolo di tipo C pertanto il relativo spettro di normativa risulta adeguato a tenere conto delle amplificazioni sito-specifiche attese.

### 3.5. CATEGORIA SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE E TOPOGRAFICA

Le NTC 2018 prevedono che la classificazione del sottosuolo si effettui in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

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.

Figura 30: Estratto NTC 2018

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Sulla base delle analisi precedenti ai fini progettuali risulta corretto applicare la **categoria di sottosuolo C**.

A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositati 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.</i>
D	<i>Depositati 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.</i>
E	<i>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.</i>

Figura 31: Categoria di sottosuolo di fondazione - Estratto NCT 2018

La categoria topografica definita in base al D.M. 17/01/2018 è **T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <15°) cui corrisponde un valore di coefficiente di amplificazione topografica  $ST$  pari a 1.

**Tab. 3.2.III – Categorie topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
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 $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

**Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

**Figura 32: Categorie topografiche - Estratto NCT 2018**

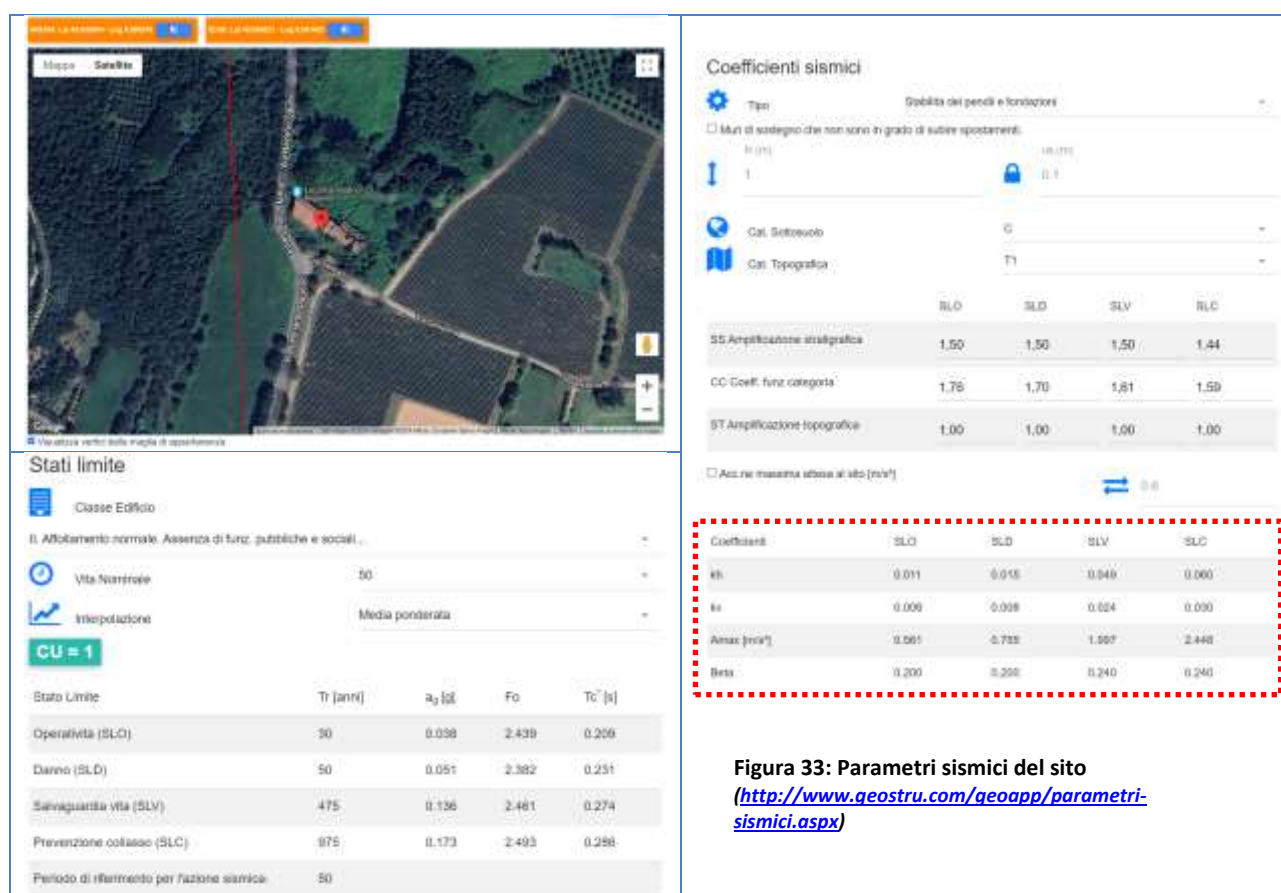
### 3.6. PARAMETRI SISMICI DI SITO

L'allegato B alle norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018) espone i nuovi dati di pericolosità sismica per tutto il territorio nazionale che permettono di definire l'azione sismica. Di seguito si illustrano i parametri di calcolo:

Coordinate geografiche del sito	WGS84: Lat 45.636 - Lng 9.990
Stato Limite Ultimo scelto	S.L.V. Probabilità di superamento nel periodo di rif = 10%
Stato Limite Esercizio scelto	S.L.D. Probabilità di superamento nel periodo di rif = 63%
Vita nominale dell'opera	50 anni
Classe d'uso	II

**Tabella 5: Parametri di calcolo**

Per il sito in studio si ottengono i seguenti valori (software Geostru - Parametri sismici):



**Figura 33: Parametri sismici del sito**  
<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>

## 4. RELAZIONE GEOTECNICA

### 4.1. ACQUISIZIONE DATI – APP 4

Le indagini geotecniche sito specifiche effettuate sono consistite nella realizzazione di n. 7 prove penetrometriche dinamiche:



Figura 34: Ubicazione planimetria di progetto

#### 4.1.1. Almanacco fotografico postazioni di prova



## 4.2. VALORI CARATTERISTICI E DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato, partendo dai dati di prova. Tali valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni sono stati ottenuti attraverso l'interpretazione dei dati acquisiti nella indagine geotecnica precedentemente esposta. I valori di progetto dei parametri geotecnici si ottengono dai valori caratteristici tenendo conto dei coefficienti parziali  $\gamma_M$ .

Sulla base delle litologie riscontrate il sottosuolo indagato viene schematicamente considerato da una coltre argillosa lacustro palustre sovrapposta a depositi glaciali limoso argillosi da coesivi a granulari e più addensati in profondità, secondo il seguente schema stratigrafico.

### **CORPO GEOLOGICO 1) Depositi lacustri argilloso torbosi limosi soffici poco consistenti**

**Prof. 0,00-3,00 m**

- angolo di resistenza al taglio di picco ( $\phi'_k$ ) = 23°
- coesione efficace ( $c'_k$ ) = 2 KPa
- resistenza non drenata ( $c_{uk}$ ) = 20 KPa
- peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) = 1600 Kg/mc
- modulo Edometrico  $E_{dk}$  = 4000 KPa

### **CORPO GEOLOGICO 2) Deposito glaciale argilloso limoso con ghiaie e ciottoli**

**Prof. 3,00-6,00 m**

- angolo di resistenza al taglio di picco ( $\phi'_k$ ) = 29°
- coesione efficace ( $c'_k$ ) = 2 KPa
- resistenza non drenata ( $c_{uk}$ ) = 2100000 KPa
- peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) = 1800 Kg/mc
- modulo Edometrico  $E_{dk}$  = 10000 KPa

### **CORPO GEOLOGICO 3) Deposito glaciale ghiaioso sabbioso con ciottoli in matrice limosa**

**Prof. > 6,00 m**

- angolo di resistenza al taglio di picco ( $\phi'_k$ ) = 35°
- peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) = 1800 Kg/mc
- Modulo di deformazione  $E_{yk}$  = 20000 KPa

**NB: Falda idrica a partire da circa 3-4 metri di profondità dal piano campagna.**

### 4.3. CALCOLI AGLI STATI LIMITE

#### 4.3.1. Dati geometrici e azioni sulle fondazioni

Sulla base delle informazioni di progetto ricevute e delle caratteristiche geologiche locali si ricapitolano le condizioni del modello geotecnico per i calcoli delle resistenze di progetto del terreno:

- criterio progettuale: Approccio 2 (A1+M1+R3) NTC 2018;
- trattazione dei depositi del sottosuolo come incoerenti ed in condizioni drenate;
- fondazioni tipologia e dimensioni:
- continue senza interrati: larghezza B=0,8 m; profondità D= incastro = 0,80 m;
- continue interrati: larghezza B=0,8 m; profondità D= incastro = 3,00 m;
- platee: prof. 0,40 m (senza interrati) a 3 m (interrati) da pc
- falda: 3,5 m da pc;
- categoria di sottosuolo: C;
- categoria topografica: T1 → St= 1,0;
- calcolo relativo al carico limite verticale;
- nei calcoli relativi alla combinazione sismica è stata tenuta in conto l'accelerazione nel sottosuolo indotta dal sisma (correzione sismica secondo E. Cascone e M. Maugeri).

#### 4.3.2. Calcoli agli Stati Limite Ultimi (SLU)

La condizione di verifica agli stati limite ultimi è la seguente disequazione:

$$Ed \leq Rd$$

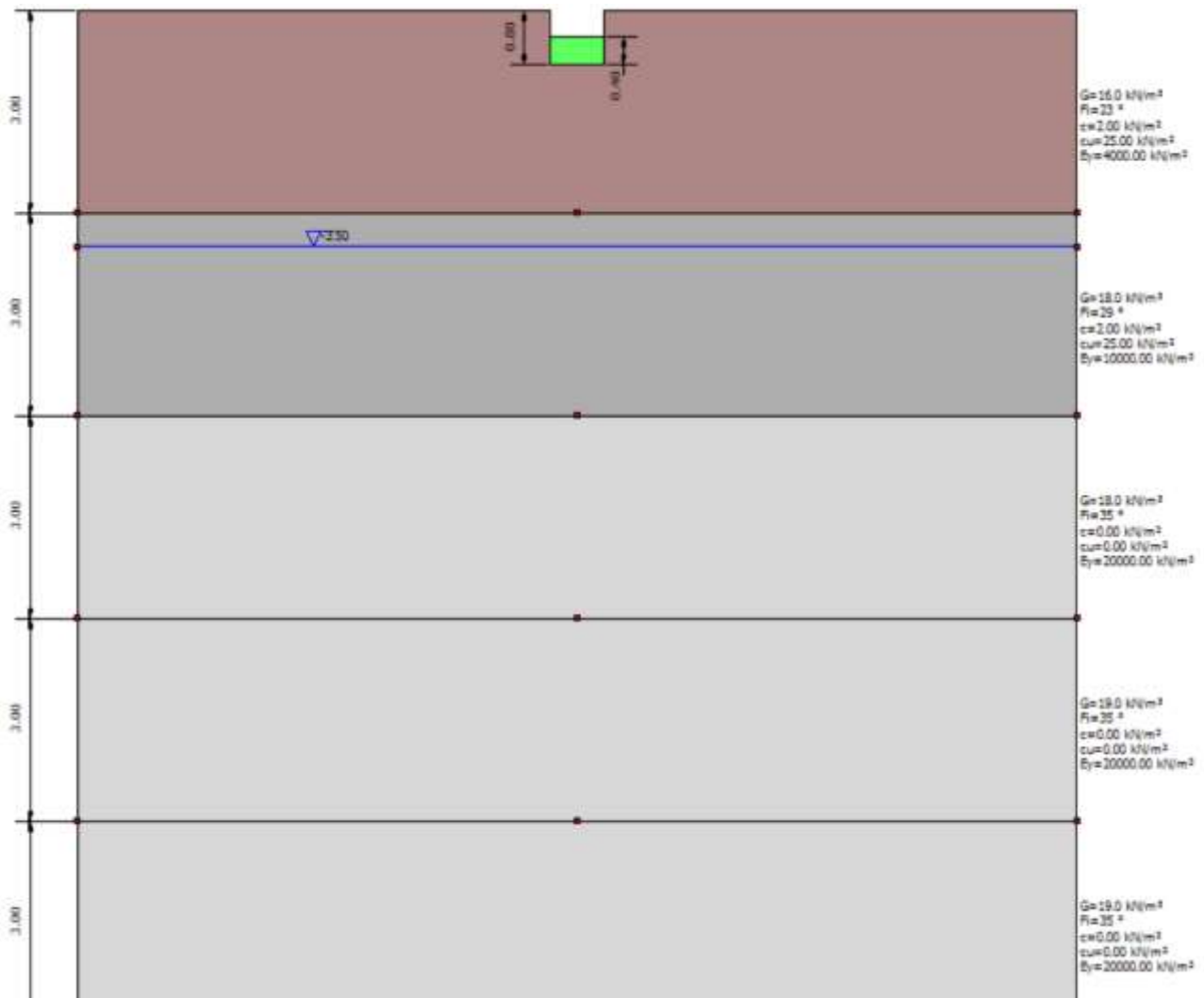
Ed = componente della risultante delle forze in direzione normale al piano di posa

Rd = valore della forza normale al piano di posa cui corrisponde il raggiungimento del carico limite in terreni di fondazione

La formula trinomia per il calcolo del carico ultimo risulta la seguente (Hansen, 1970)

$$q_{lim} = c N_c s_c d_c i_c b_c g_c z_c + \gamma_1 D N_q s_q d_q i_q b_q g_q z_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma \quad (\varphi > 0);$$
$$q_{lim} = 5.14 c_u (1 + s_c + d_c - i_c - b_c - g_c) + \gamma_1 D \quad (\varphi = 0);$$

Le resistenze di progetto sopra esposte dovranno essere confrontate con le azioni calcolate dal progettista al fine di verificare la disequazione  $Ed < Rd$ .



**Figura 35 – Modello geotecnico sottosuolo e calcolo Resistenze di progetto**  
**Fondazioni continue senza interrati: larghezza  $B=0,8 \text{ m}$ ; profondità  $D= \text{incastro} = 0,80 \text{ m}$ ;**

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Quit] (kN/m <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto [Rd]
drenata			
A1+M1+R3			
*	HANSEN (1970)	231.51	100.66
SISMA			
	HANSEN (1970)	208.70	115.94
Nome combinazione	Autore	Carico limite [Quit] (kN/m <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto [Rd]
non drenata			
A1+M1+R3			
*	HANSEN (1970)	194.76	84.68
SISMA			
	HANSEN (1970)	194.76	108.20

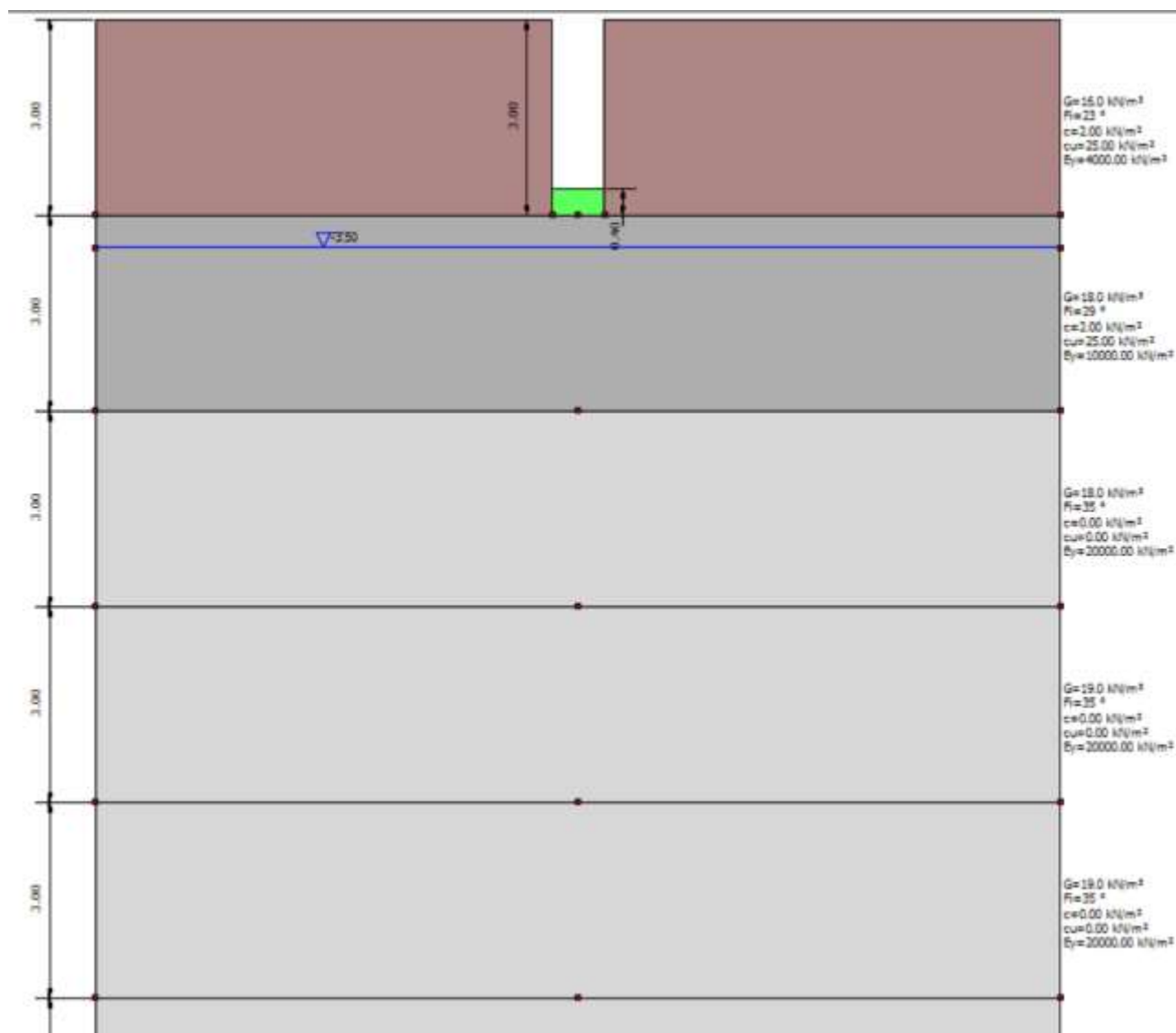


Figura 36 – Modello geotecnico sottosuolo e calcolo Resistenze di progetto  
 Fondazioni continue interrati: larghezza  $B = 0,8 \text{ m}$ ; profondità  $D = \text{incastro} = 3,00 \text{ m}$ ;

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Quit] (kN/m <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto [Rd]	
A1+M1+R3				drenata
*	HANSEN (1970)	475.92	206.92	
SISMA	HANSEN (1970)	410.95	228.31	
Nome combinazione	Autore	Carico limite [Quit] (kN/m <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto [Rd]	
A1+M1+R3				non drenata
*	HANSEN (1970)	210.70	91.61	
SISMA	HANSEN (1970)	210.70	117.06	

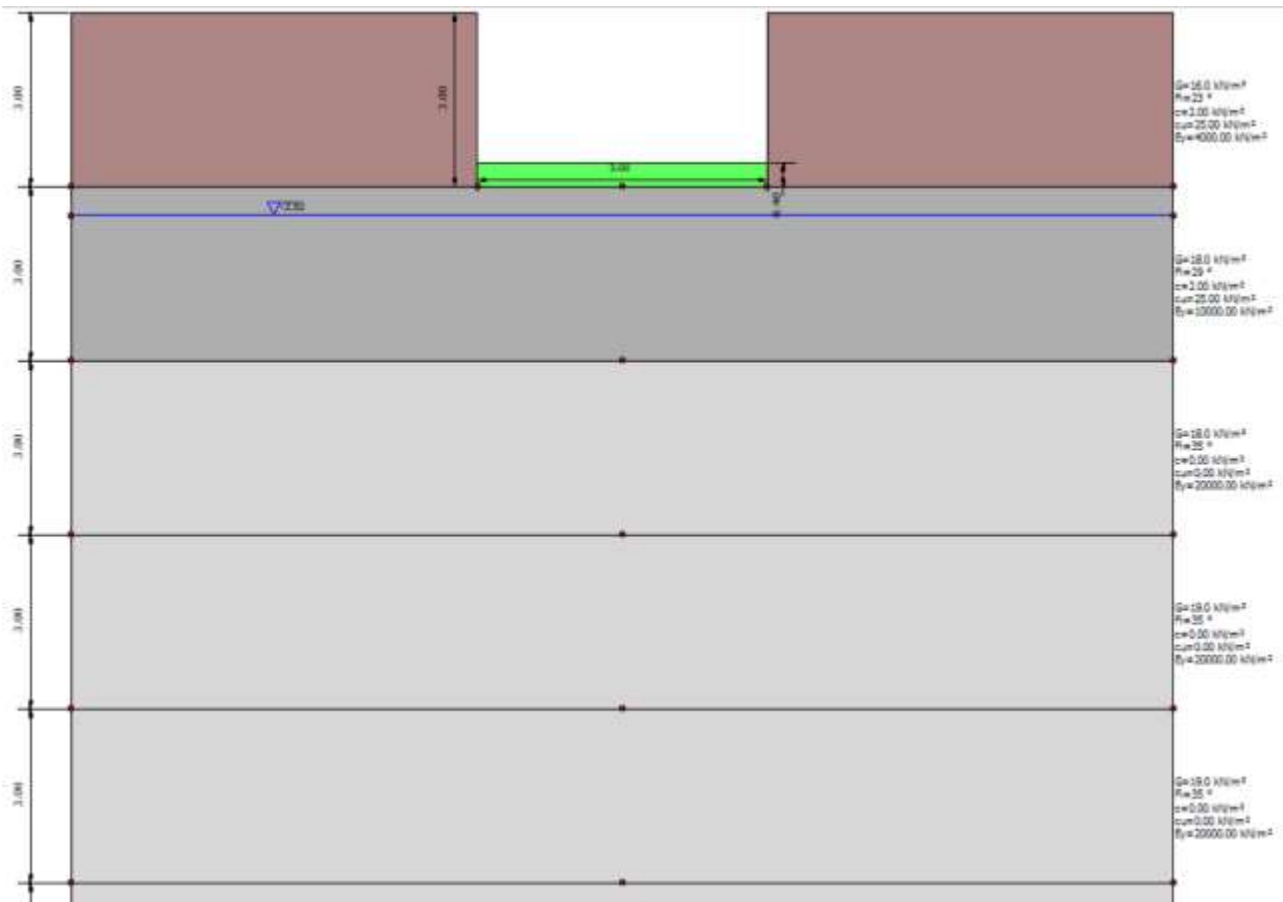


Figura 37 – Modello geotecnico sottosuolo e calcolo Resistenze di progetto platee; profondità D= incastro = 3,00 m;

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Quit] (kN/m²)	Resistenza di progetto [Rd]
drenata			
A1+M1+R3	HANSEN (1970)	691.99	300.86
SISMA	HANSEN (1970)	476.87	264.93
non drenata			
A1+M1+R3	HANSEN (1970)	184.99	80.43
SISMA	HANSEN (1970)	184.99	102.77



Figura 38 – Modello geotecnico sottosuolo e calcolo Resistenze di progetto platee; profondità D= incastro = 0,40 m;

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Quit] (kN/m²)	Resistenza di progetto [Rd]
drenata			
A1+M1+R3	HANSEN (1970)	268.73	116.84
SISMA *	HANSEN (1970)	152.74 \	84.86
non drenata			
A1+M1+R3	HANSEN (1970)	151.86	66.03
SISMA	HANSEN (1970)	151.86	84.37

### 4.3.3. Calcoli agli Stati Limite di Esercizio (SLE)

Nell'ambito delle verifiche geotecniche delle strutture si riporta quella relativa ai cedimenti, nel rispetto dei requisiti prestazionali della struttura, rispettando la condizione:

$$Ed \leq Cd$$

Ed = valore di progetto dell'effetto delle azioni (cedimento calcolato)

Cd = prescritto valore limite dell'effetto delle azioni (cedimento ammissibile)

È stata eseguita la stima dei cedimenti di fondazione Ed (cm) considerando pressioni medie ripartite sul terreno, mediante il metodo di Edometrico ottenendo, per le medesime combinazioni di fondazioni di progetto riportate nel paragrafo 4.3.1, i seguenti valori:

fondazioni (m)	Combinazione azioni	Pressione (KPa)	Cedimento assoluto calcolato Ed (cm) (Schmertmann)
Fondazioni continue B=0,8; prof. 0,8	SLE	75	2,5
Fondazioni continue B=0,8; prof. 3	SLE	150	1,5
platee; prof. 3	SLE	150	2,5
platee; prof. 0,4	SLE	50	2,5

Figura 39 Calcolo cedimenti

NB: Si precisa che la valutazione finale se i cedimenti risultino tollerabili dalle strutture in progetto dovrà essere fatta dall'ingegnere strutturale.

#### 4.4. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze (v. par. 7.11.3.4.2 del DM 17.01.18):

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$ ;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  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  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Nel caso in esame la verifica a liquefazione viene omessa in quanto i terreni indagati risultano con granulometria fine, evidentemente esterne alle zone indicate nel punto 4 di cui sopra. La falda principale è posta a profondità maggiori di 15 m dal p.c.

Palazzolo sull'Oglio, marzo 2024

Dott. geol. Marco Carraro n. 701 O.G.L



## **Allegati**

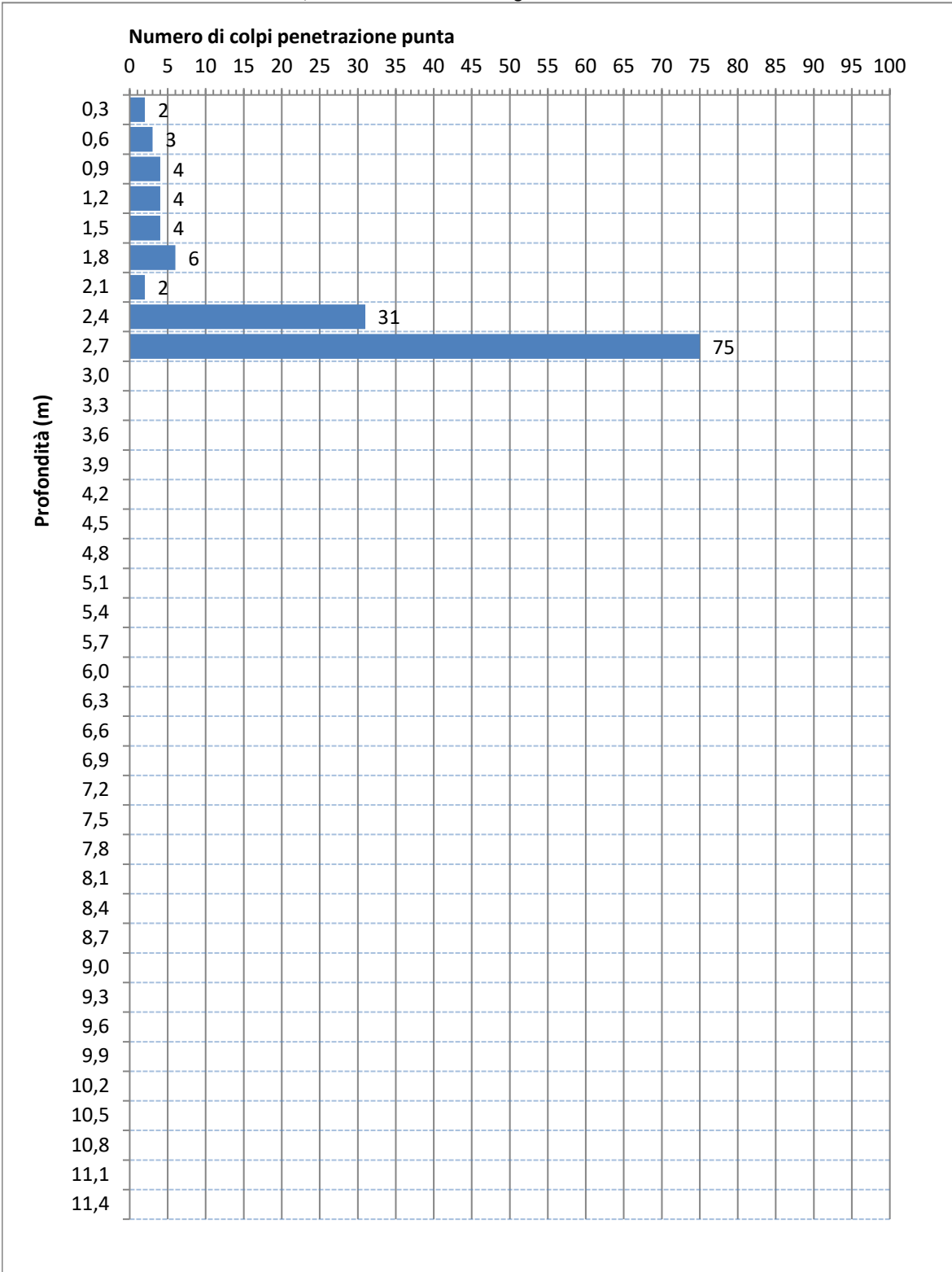
- **N. 7 diagrammi prove penetrometriche dinamiche**
- **MASW e Modello geofisico**

Committente: Vittoria G srl

Data: 25/03/2024

Descrizione: recupero del cascinale corte budrio

Località: via nazario sauro / via sant'afra - frazione nigoline di Corte Franca bs



**Dati tecnici prova**

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

**Impresa esecutrice**

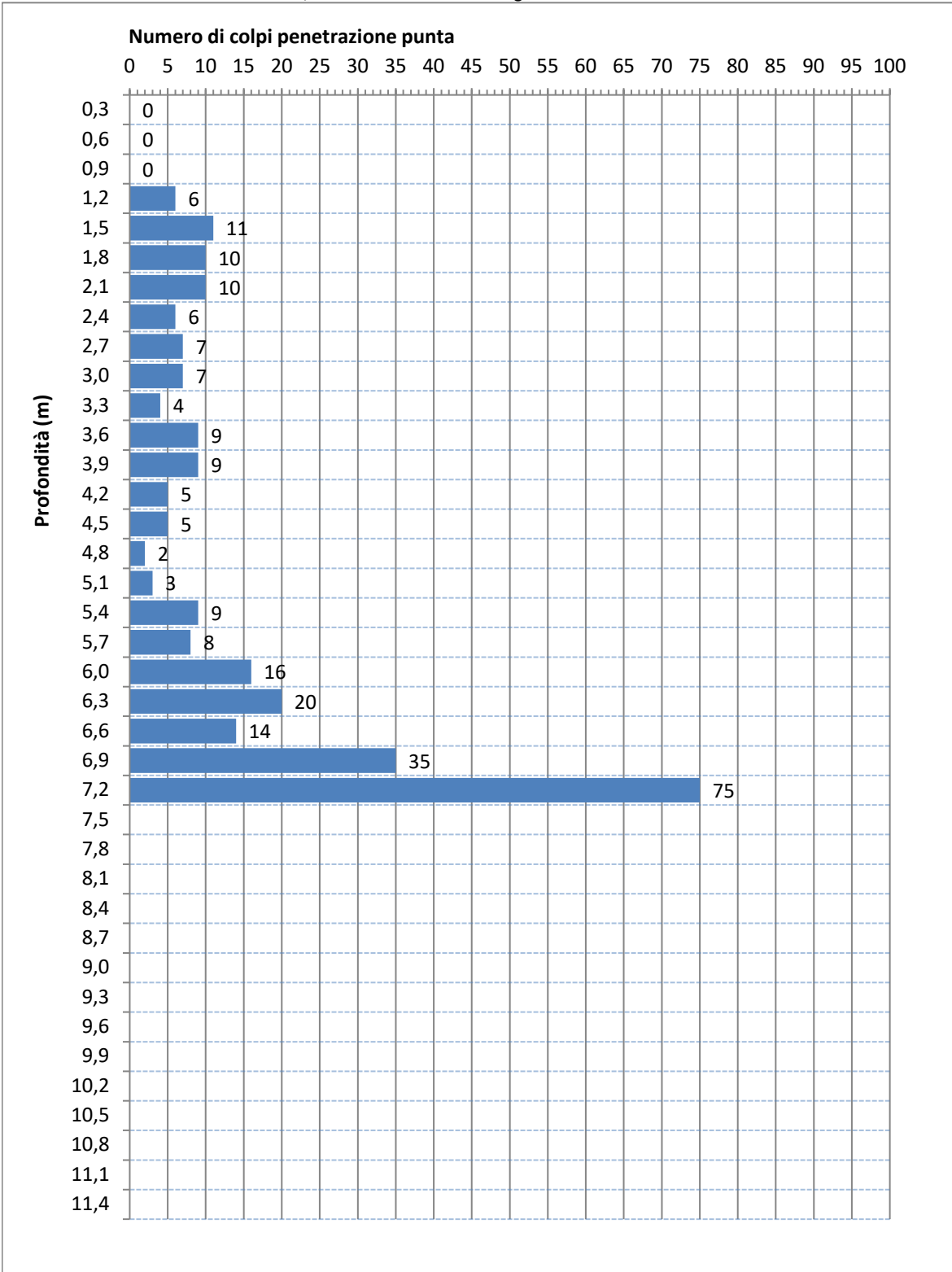
GEO.TI s.a.s. di Trovenci Claudio & C.

Committente: Vittoria G srl

Data: 25/03/2024

Descrizione: recupero del cascinale corte budrio

Località: via nazario sauro / via sant'afra - frazione nigoline di Corte Franca bs



**Dati tecnici prova**

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

**Impresa esecutrice**

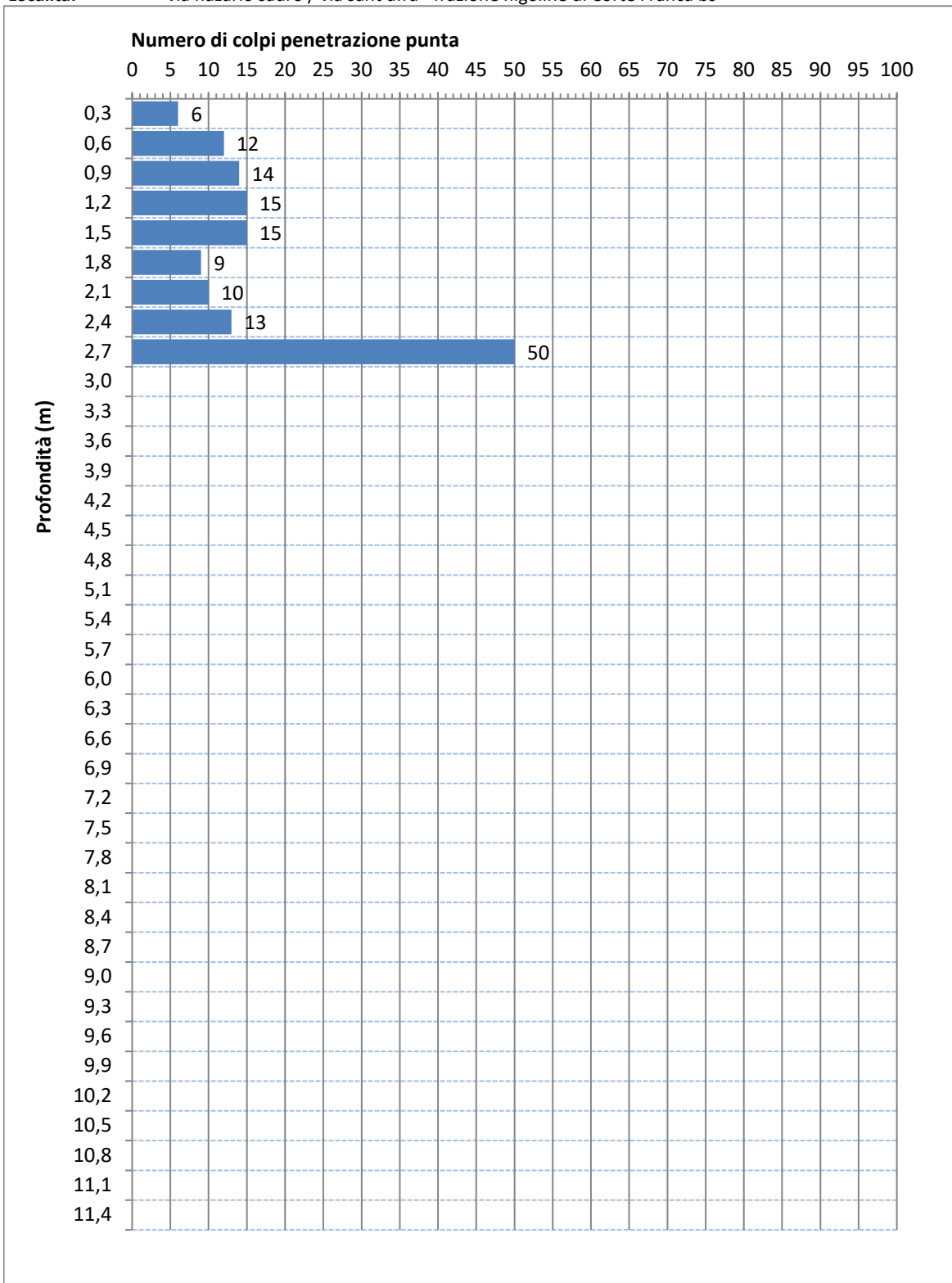
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Vittoria G srl

Data: 25/03/2024

Descrizione: recupero del cascinale corte budrio

Località: via nazario sauro / via sant'afra - frazione nigoline di Corte Franca bs



**Dati tecnici prova**

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

**Impresa esecutrice**

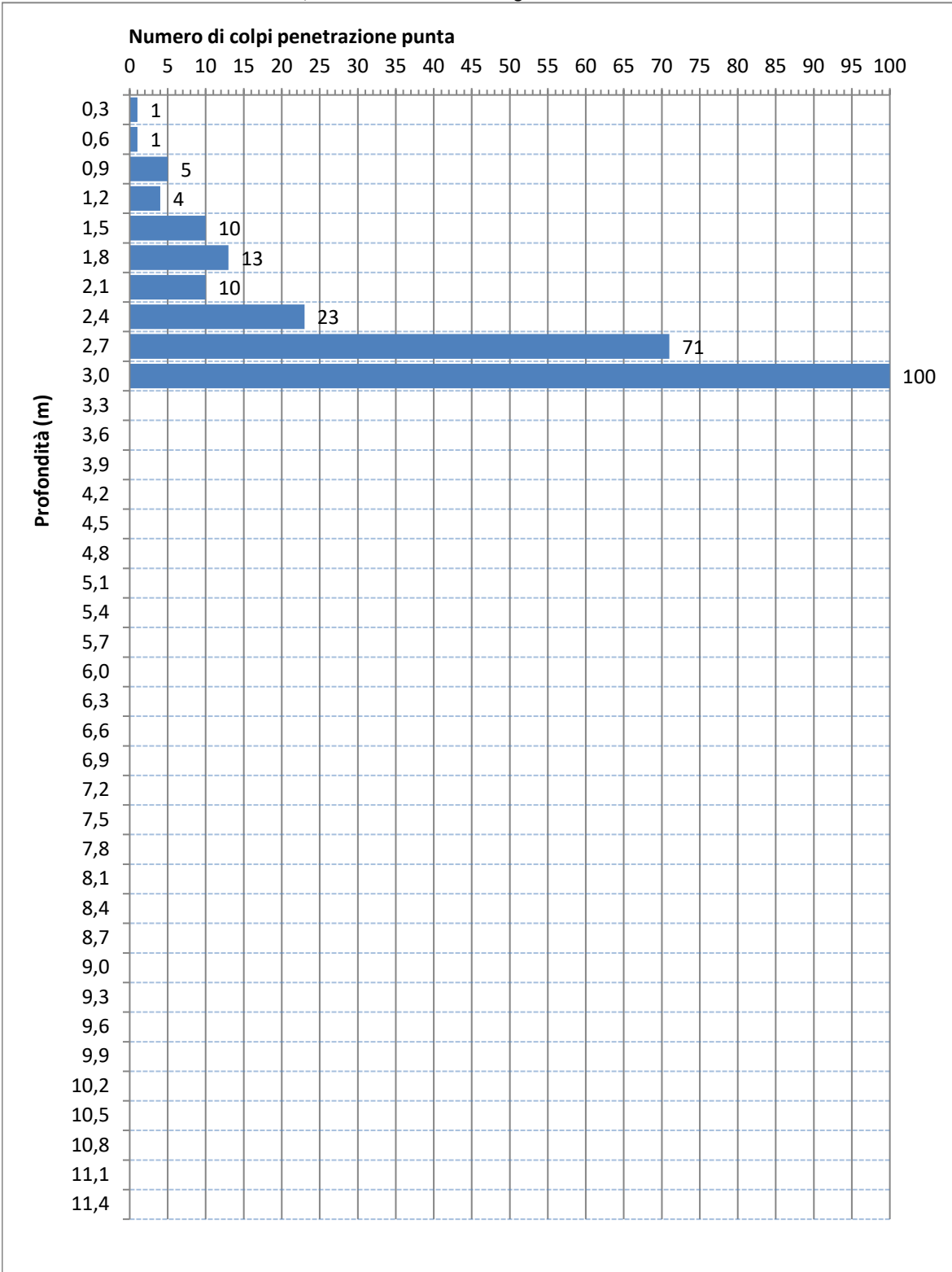
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Vittoria G srl

Data: 25/03/2024

Descrizione: recupero del cascinale corte budrio

Località: via nazario sauro / via sant'afra - frazione nigoline di Corte Franca bs



**Dati tecnici prova**

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

**Impresa esecutrice**

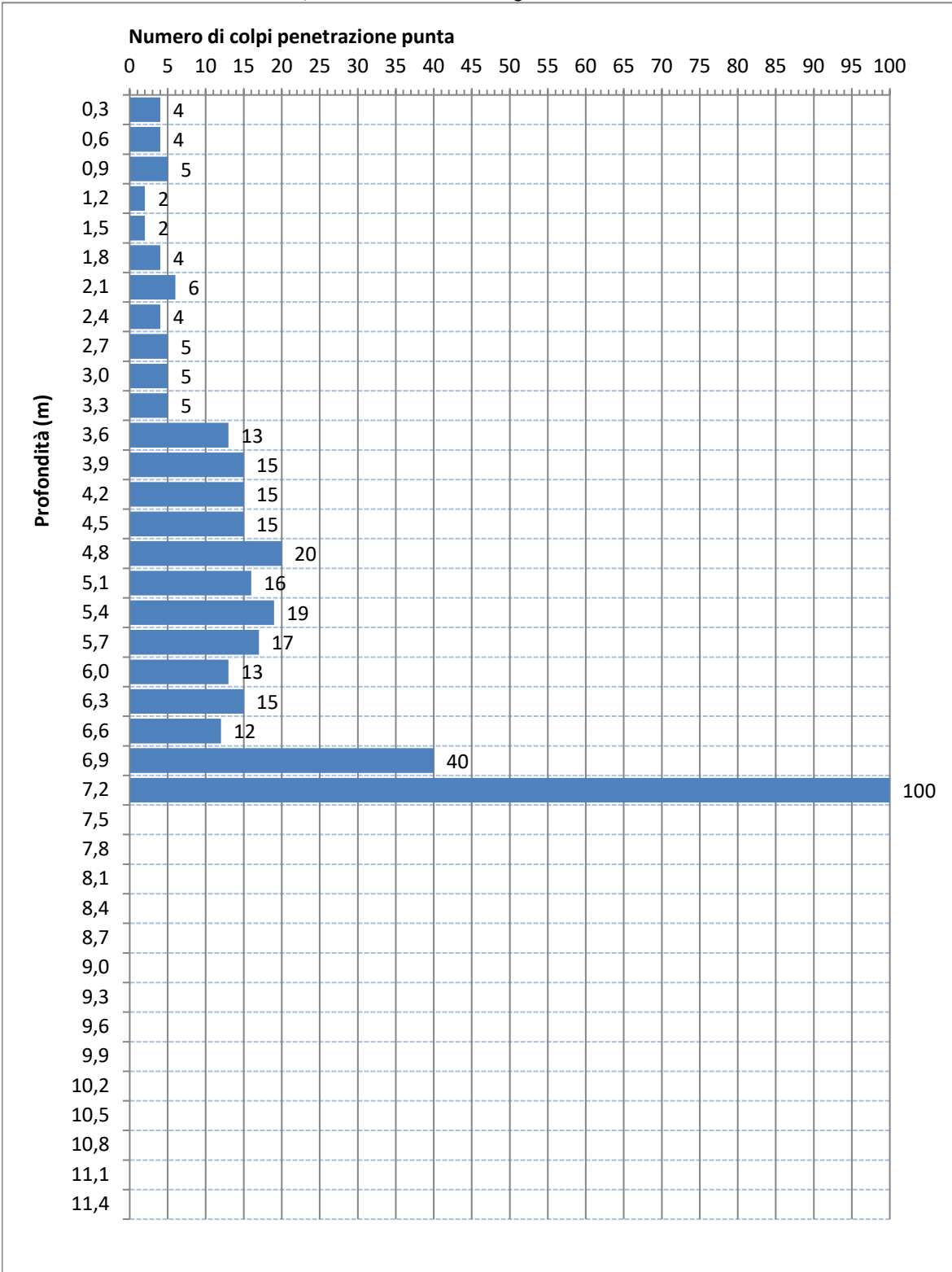
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Vittoria G srl

Data: 25/03/2024

Descrizione: recupero del cascinale corte budrio

Località: via nazario sauro / via sant'afra - frazione nigoline di Corte Franca bs



**Dati tecnici prova**

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

**Impresa esecutrice**

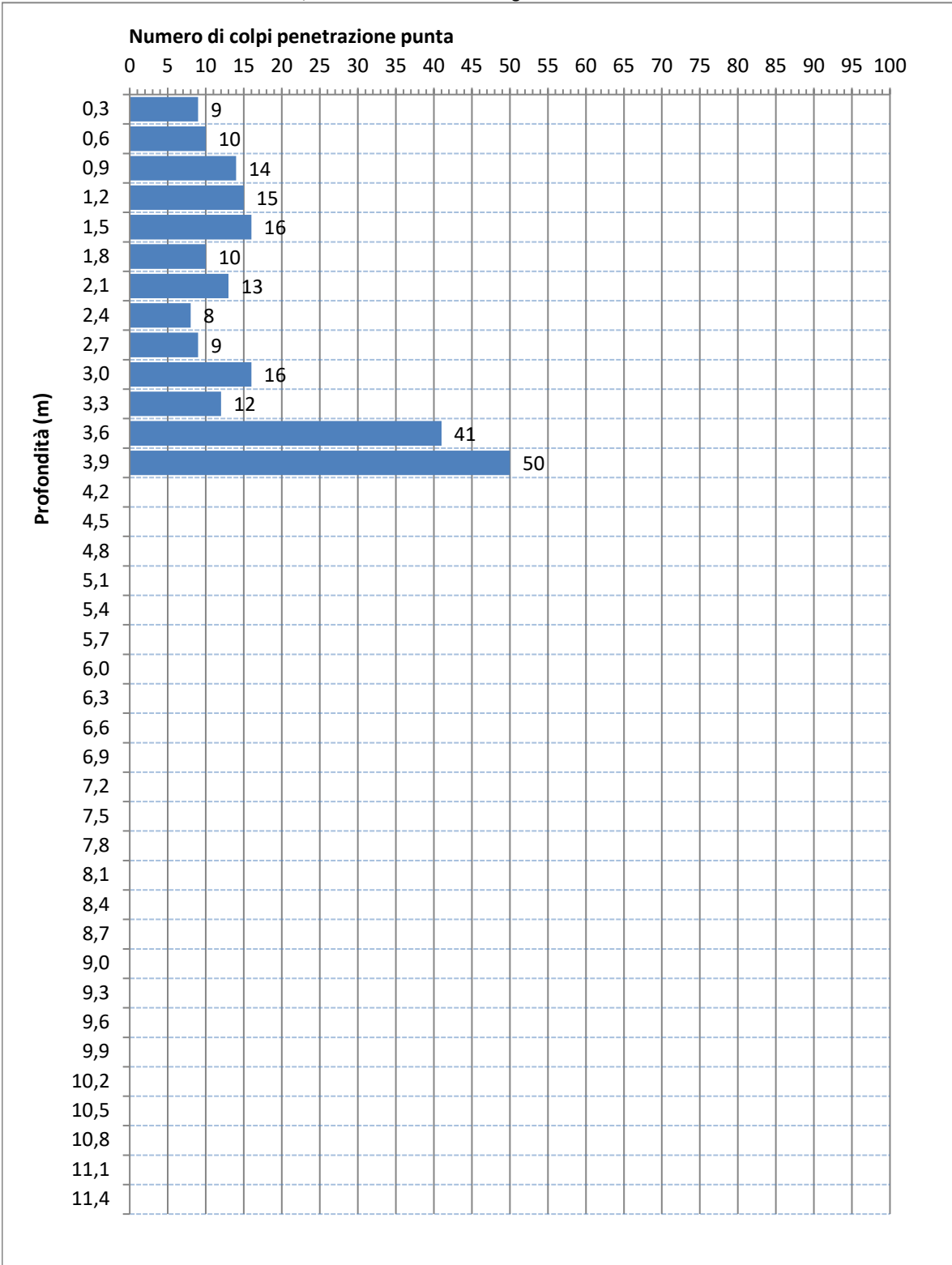
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Vittoria G srl

Data: 25/03/2024

Descrizione: recupero del cascinale corte budrio

Località: via nazario sauro / via sant'afra - frazione nigoline di Corte Franca bs



**Dati tecnici prova**

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

**Impresa esecutrice**

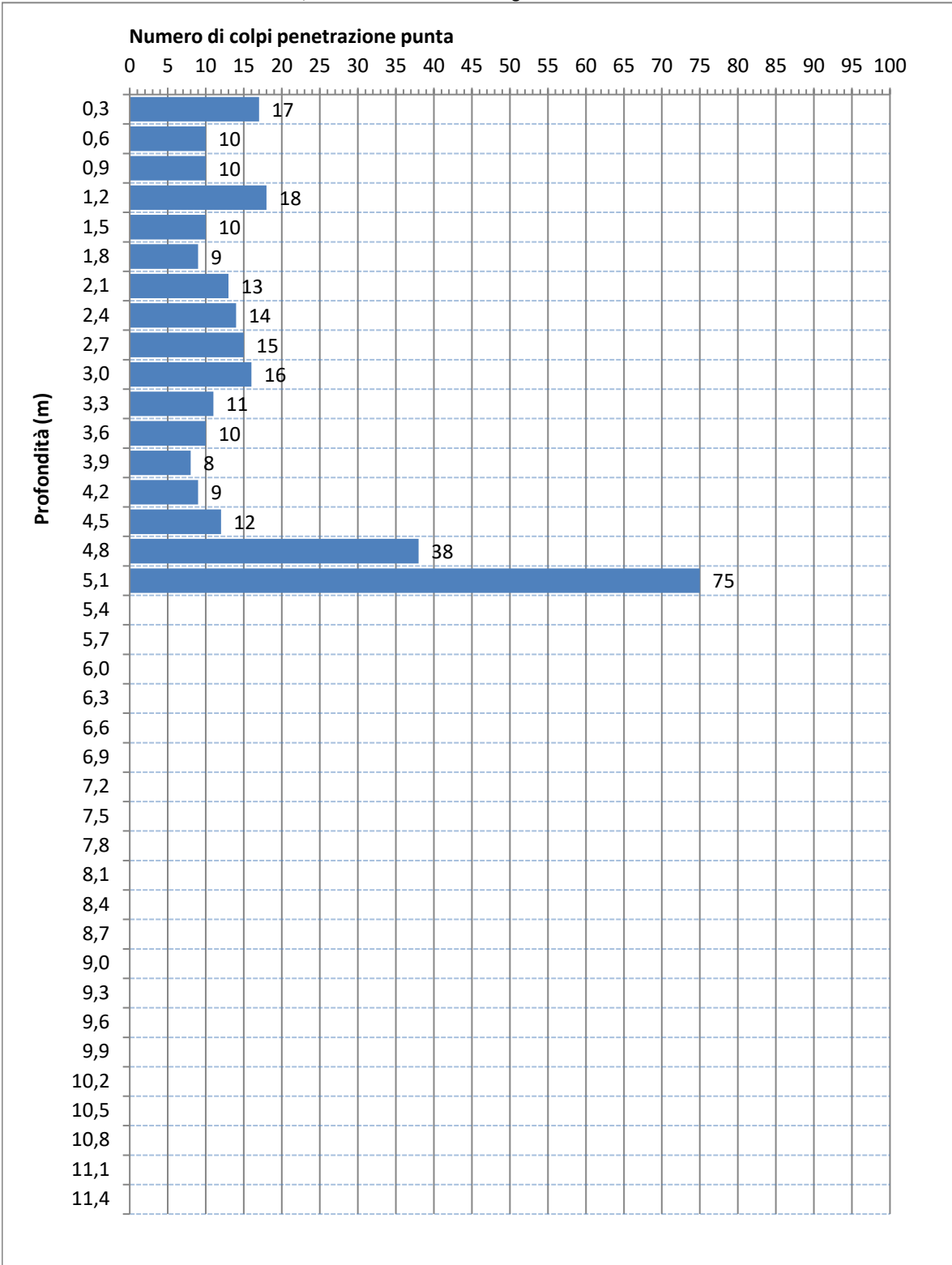
GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

Committente: Vittoria G srl

Data: 25/03/2024

Descrizione: recupero del cascinale corte budrio

Località: via nazario sauro / via sant'afra - frazione nigoline di Corte Franca bs



**Dati tecnici prova**

Penetrometro: Pagani TG 63-200

Massa battente: 73 kg

Altezza di caduta maglio: 75 cm

Punta diam. 50,5 mm con angolo di 60 gradi

Aste diam. 34 mm.

**Impresa esecutrice**

GEO.TI s.a.s. di Trovenzi Claudio & C.

# winMASW - Joint Analysis of Rayleigh & Love-Wave Dispersion

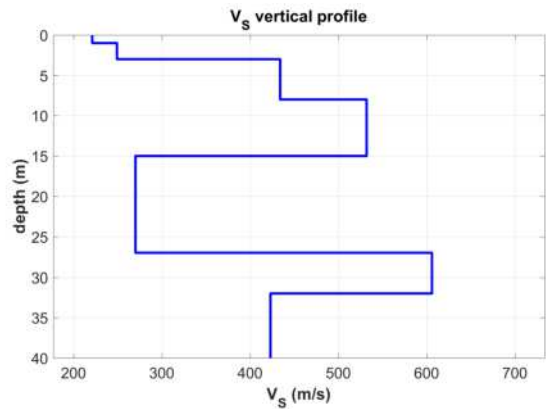
[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

Date: 26 3 2024

Time: 11 48

Rayleigh dataset: RVF-PHASE-spectrum.mat

Love dataset: THF-PHASE-spectrum.mat



**1. input first component (Rayleigh)**

dataset: RVF-PHASE-spectrum.mat  
 sampling: 1 ms (1000 Hz) - 2000 samples  
 minimum offset: 5 m  
 geophone spacing: 4 m

file data | cut | spectrogram | zero/flip

**select data**

activate  
 select: 60  
 cancel | save

mode separation

flip polarity

RVF: for: group

save spectrum | upload spectrum | input curve

auto pick | select mode | picking  
 save | cancel

**start5.mod**

phase velocity (m/s)

frequency (Hz)

**2. input second component**

dataset: THF-PHASE-spectrum.mat  
 sampling: 1 ms (1000 Hz) - 2000 samples  
 minimum offset: 5 m  
 geophone spacing: 4 m

file data | cut | spectrogram | zero/flip

**select data**

activate  
 select: save  
 cancel

mode separation

flip polarity

THF: Love waves

save spectrum | upload spectrum | input curve

select mode | picking  
 save | cancel

**start5.mod**

phase velocity (m/s)

frequency (Hz)

**general settings**

flat depth  
 HV (body waves)  
 HV (surface waves)  
 Refraction: 0.2

Vsv (m/s)	Qs	Anis. (%)	Poisson
221	44	0	0.33
249	50	0	0.4
434	87	0	0.35
532	106	0	0.35
270	54	0	0.35
606	121	0	0.35
423	85	0	0.3
0	0	0	0.3
0	0	0	0.25
0	0	0	0.25
0	0	0	0.2
0	0	0	0.15

Rayleigh modes: 5  
 Love modes: 5

phase velocity: refresh | cancel

angles:  effective (passive)  
 automatic 0 value

save | Show M.S.R. | up

**synthetic (FVS)**

show DC  
 just overlap (FVS)  
 show model  
 RPM offset freq

reporting: Report DC | report SS | dispersion invert | a0 | max depth | dispersion + RPM

**some basic (cleaning) tools**

1.999 | time length to visualize (s) | show | cut | decimate | filter

Back Scattering | phase velocity spectra | type! (log) |

Site Response | group velocity spectra

RPM and RVSR | 12 | trace | RPM |

Rayleigh-wave PM | 22 | freq (Hz) | video RPM |

www.winmasw.com

## Retrieved model

Vsv (m/s): 221 249 434 532 270 606 423

Vsh (m/s): 221 249 434 532 270 606 423

Thickness (m): 1.0 2.0 5.0 7.0 12.0 5.0

## Model

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	221	1	1
2	249	2	3
3	434	5	8
4	532	7	15
5	270	12	27
6	606	5	32
7	423	0	0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.87 1.90 2.05 2.10 1.92 2.14 2.04

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 91 118 386 595 140 786 365

Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0 0 0

Approximate values for Vp and elastic moduli (please, see manual).

Vp (m/s): 439 610 904 1108 562 1262 791

Poisson: 0.33 0.40 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30

Vs30 and VsE (m/s): 346 346

### ***Pay attention***

Soil classification must be performed by the user.

For Italian Users:

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018:

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 - 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.

C - Depositati 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 - Depositati 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.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.



# HoliSurface® - Holistic Analysis of Surface Waves

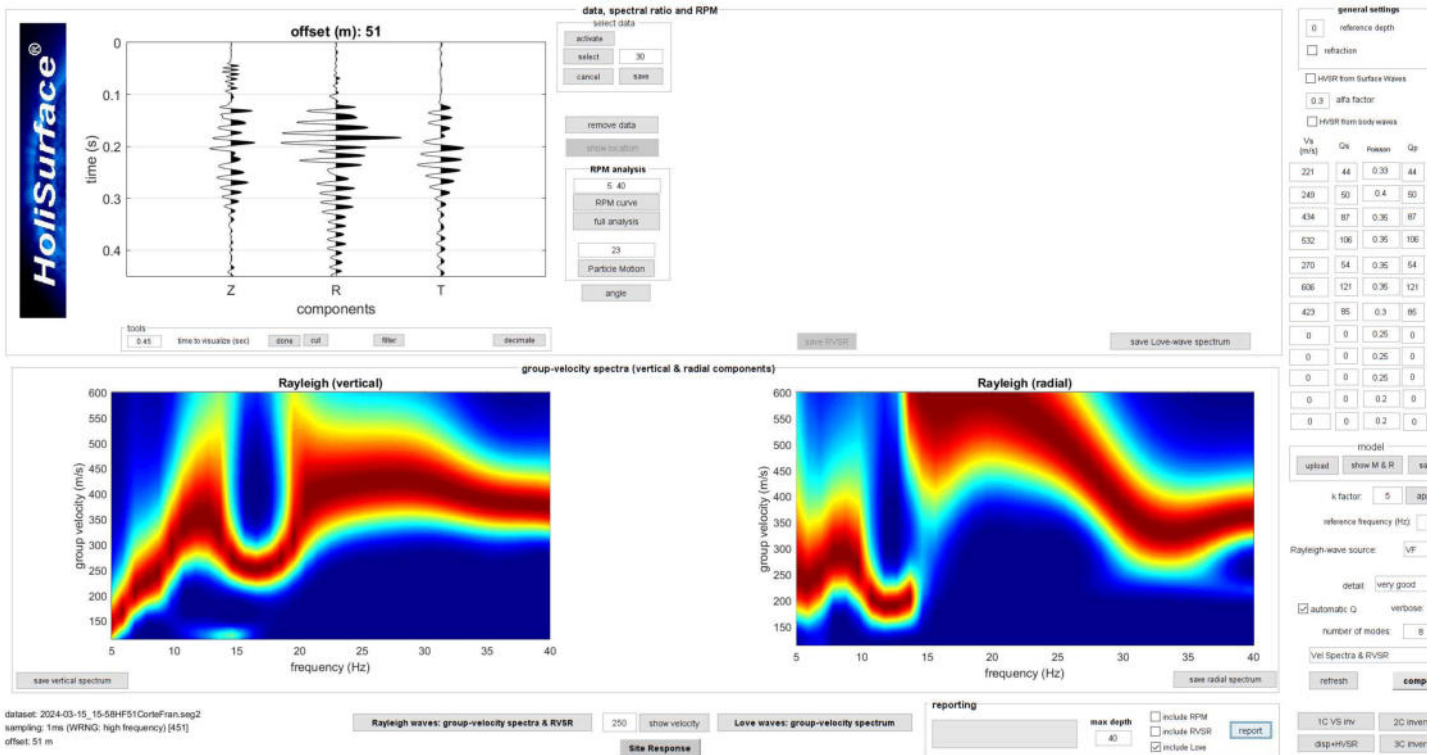
[www.holisurface.com](http://www.holisurface.com)

Date: 26 3 2024

Time: 11 49

offset: 51 m

Analysis: Rayleigh Waves



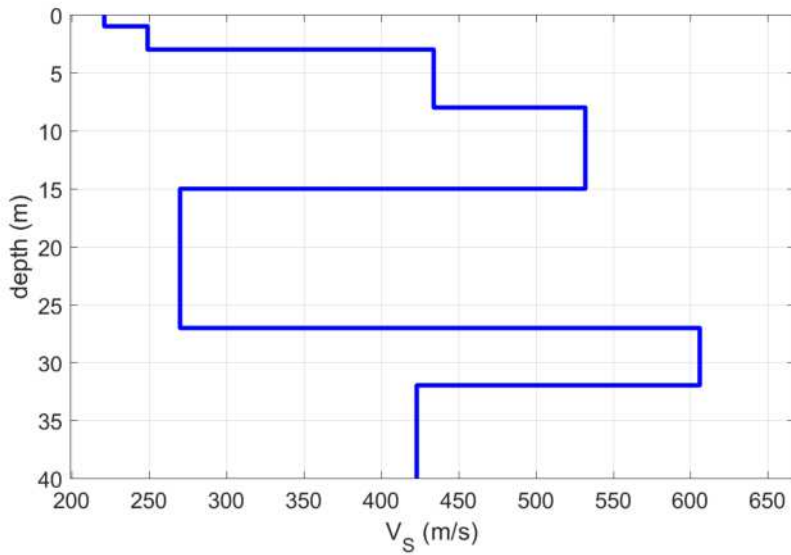
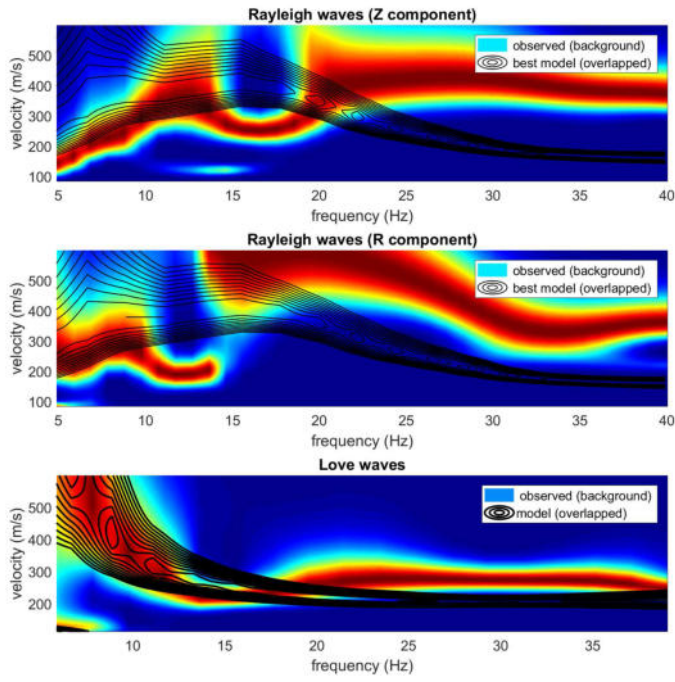
## Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 221 249 434 532 270 606 423

Thicknesses (m): 1.0 2.0 5.0 7.0 12.0 5.0

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 91 118 386 595 140 786 365

Vs30 and VsE @ surface (m/s): 346, 346



**Vs model (Vs30 & VsE @ surface: 346 346 m/s)**

layer	Vs (m/s)	thickness (m)	depth (m)
1	221	1	1
2	249	2	3
3	434	5	8
4	532	7	15
5	270	12	27
6	606	5	32
7	423	0	0

Soil classification must be performed by the user.

For Italian Users:

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018:

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 - 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.

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.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

## References

### HoliSurface and MAAM ###

On the efficient acquisition and holistic analysis of Rayleigh waves: Technical aspects and two comparative case studies (Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S., 2019). *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 125. On-line: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267726118310613>

Effective Active and Passive Seismics for the Characterization of Urban and Remote Areas: Four Channels for Seven Objective Functions (Dal Moro G., 2019). *Pure and Applied Geophysics*, 176, 1445-1465. Available on-line: <https://rdocu.be/bbT04>

Improved Holistic Analysis of Rayleigh Waves for Single- and Multi-Offset Data: Joint Inversion of Rayleigh-wave Particle Motion and Vertical- and Radial-Component Velocity Spectra (Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2017), *Pure and Applied Geophysics*, on-line: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00024-017-1694-8.pdf>

Single- and multi-component inversion of surface waves acquired by a single 3-component geophone: an illustrative case study (Dal Moro G. and Puzilli L.M.), *Acta Geodyn. Geomater.*, 14, 4 (188), 431-444, online: [https://www.irsm.cas.cz/materialy/acta\\_content/2017\\_doi/DalMoro\\_AGG\\_2017\\_0024.pdf](https://www.irsm.cas.cz/materialy/acta_content/2017_doi/DalMoro_AGG_2017_0024.pdf)

Analysis of Rayleigh-Wave Particle Motion from Active Seismics (Dal Moro G., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2017) *Bulletin of the Seismological Society of America (BSSA)*, 107, 51-62

Shear-wave velocity profiling according to three alternative approaches: a comparative case study (Dal Moro G., Keller L., Al-Arifi N., Moustafa S.R., 2016), *Journal of Applied Geophysics*, 134, 112-124

Four Geophones for seven possible objective functions: active and passive seismics for tricky areas (Dal Moro G.) Invited presentation and Extended Abstract for the Urban Geophysics workshop of the 22nd EAGE Near Surface Geoscience conference (4-8 September 2016 - Barcelona, Spain)

Less is more: from van der Rohe to the 4-channel system for the efficient and holistic acquisition and analysis of surface waves. An urban case study. (Dal Moro G., Moustafa S.R., Al-Arifi N., 2015). *Proceedings of the GNGTS (Gruppo Nazionale Geofisica della Terra Solida - ogs.trieste.it) congress (17-19 November 2015 - Trieste, Italy)*

Geophysikalische In-situ-Bestimmung der Eingangsparameter in die seismischen Standortanalysen am Beispiel des Ambassador House Opfikon (Keller L., Weber T., Dal Moro G., 2015). *Proceedings of the 14th D-A-CH conference of the Swiss Society for Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Zurich, August 21-21, SIA D0255, ISBN 978-3-03732-060-0*

A Comprehensive Seismic Characterization via Multi-Component Analysis of Active and Passive Data (Dal Moro G., Keller L., Poggi V., 2015), *First Break*, 33, 45-53

Efficient acquisition and holistic analysis of Rayleigh waves (Dal Moro G., Moustafa S.R., Al-Arifi N.), *Proceedings of the Near-Surface EAGE 2015 congress (Turin - Italy)* [having received a very high score from the reviewers, the work was invited to be published in *Near Surface*

Geophysics]

Joint Inversion of Rayleigh-Wave Dispersion and HVSr of Lunar Seismic Data from the Apollo 14 and 16 sites (Dal Moro G., 2015), ICARUS, 254, 338-349

Unconventional Optimized Surface Wave Acquisition and Analysis: Comparative Tests in a Perilagoon Area (Dal Moro G., Ponta R., Mauro R., 2015), Appl. Geophysics, 114, 158-167

Surface Wave Analysis for Near Surface Applications (Dal Moro G., 2014), Elsevier, ISBN 978-0-12-800770-9, 252pp (theory, field practice and advanced joint analysis) [see in particular paragraphs 2.2, 7.2 and case studies #2, 6, 8, 12 and 14]

### GHM method [building vibration modes] ###

Gaussian-filtered Horizontal Motion (GHM) plots of non-synchronous ambient microtremors for the identification of flexural and torsional modes of a building (Dal Moro G., Weber T., Keller L., 2018). Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 112, 243-255

Influenza della modellazione degli edifici sulla determinazione della loro vulnerabilità sismica (Sancin L., Dal Moro G., Amadio C., Romanelli F., Vaccari F., 2018). Atti convegno GNGTS 2018 (gngts.ogs.trieste.it)

**HoliSurface - Holistic Analysis of Surface Waves**

[www.holisurface.com](http://www.holisurface.com)

# winMASW & HoliSurface: Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

---

Dataset: 2024-03-15\_16-12HVSRI0CorteFranca.seg2

## DATA ACQUISITION

Date and time:

## DATA PROCESSING

Date: 26 3 2024

Time: 11 1

Sampling frequency (Hz): 64

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 10.0

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

**In the following the results considering the data in the 2.0-13.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 5.6 (q1.6)

Peak HVSR value: 4.7 (q0.7)

=== **Criteria for a reliable H/V curve** ===

#1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $5.596 > 0.5$  (OK)

#2. [ $nc > 200$ ]:  $6156 > 200$  (OK)

#3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** ===

#1. [exists  $f_-$  in the range  $[f_0/4, f_0]$  |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 2.9Hz (OK)

#2. [exists  $f_+$  in the range  $[f_0, 4f_0]$  |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 3.6Hz (OK)

#3. [ $A_0 > 2$ ]:  $4.7 > 2$  (OK)

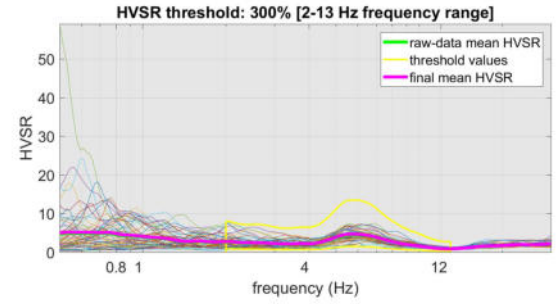
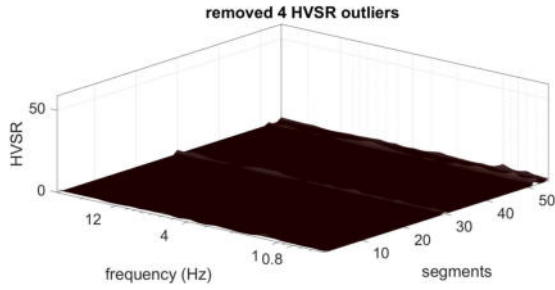
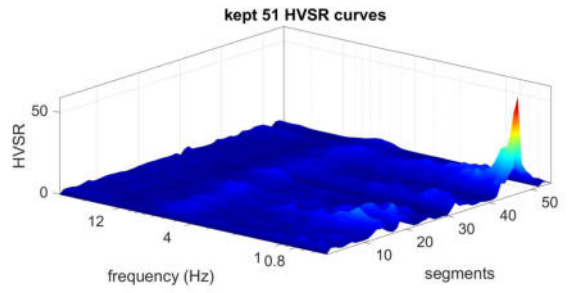
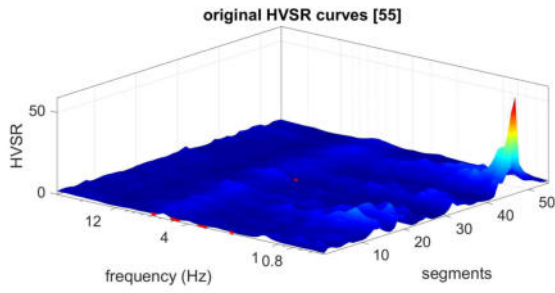
#4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f)] \approx \sigma_A(f) = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)

#5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $1.563 > 0.280$  (NO)

#6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $0.866 < 1.58$  (OK)

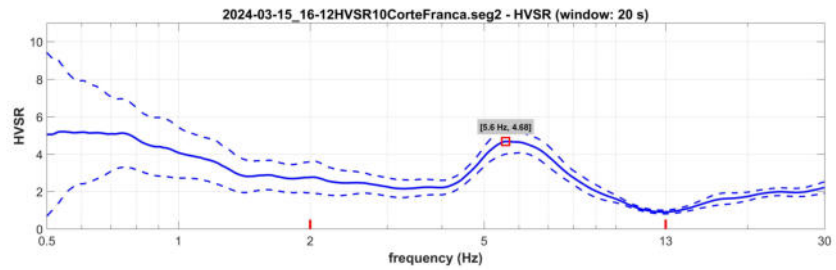
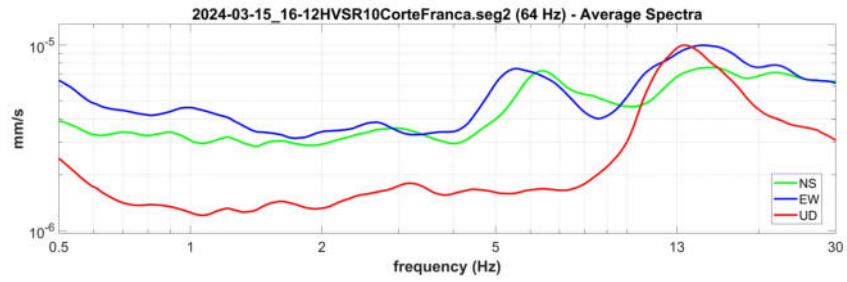
Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters the results may change.

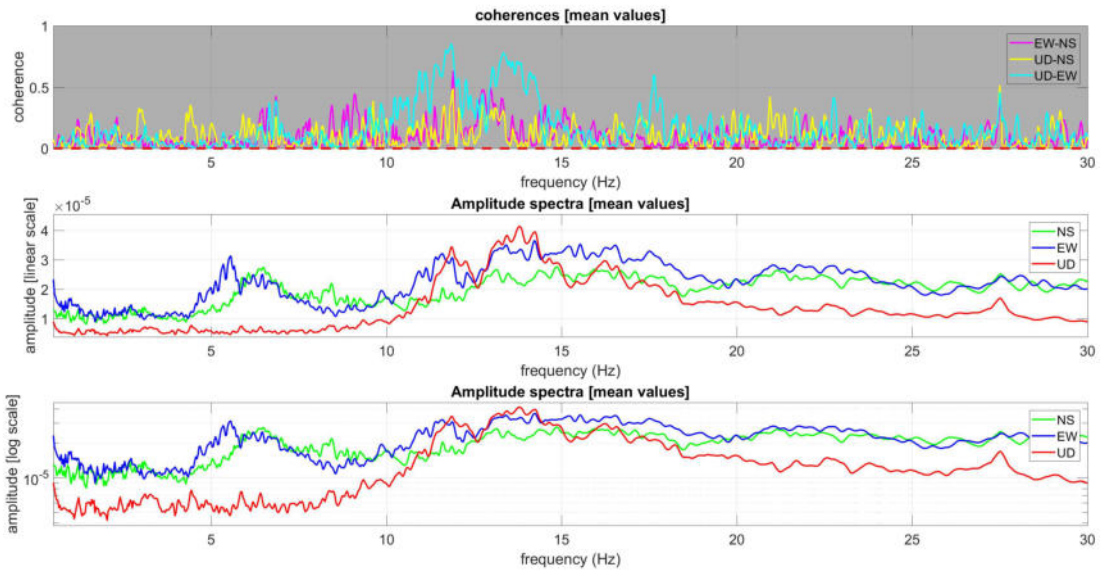


Software interface for HVSR analysis, showing various parameters and options:

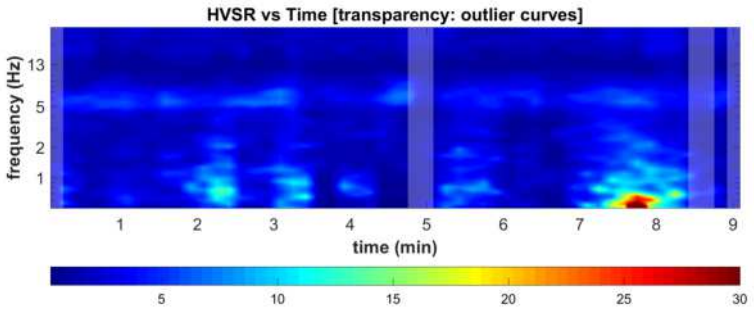
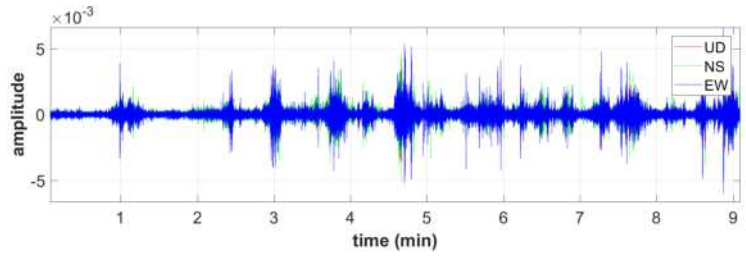
- step#1 (optional) - decimate:** 64 Hz, new frequency, resample.
- step#2 - HV computation:**
  - remove events: both Pos. & Neg., clean axes.
  - window length (s): 20, tapering (%): 5, Min. freq.: 0.5 Hz.
  - amplitude threshold: 13, HVSR threshold: 300, test removal.
  - 15%: spectral smoothing (triangular window), demodulating order: HCL002 Hz.
  - checkboxes: full output, particle motion, all HVSRs, time lapse video, close windows, save videos.
  - quadratic mean, compute.
- directivity analysis:** frequencies to highlight: 1.5, 3.0, 6.0 Hz, compute.
- save-option#1:** save HVSR as it is, save HV curve (as it is).
- picking HV or amplitude spectra:** HVSR, save picked HV, post-data, compute.
- quick analysis (H/V<sub>0</sub>):** average V<sub>0</sub> (m/s), depth of the bedrock (m), 1/3 of the bedrock, clean, compute.
- highlight a frequency:** draw/highlight: 15 Hz, upload HVSR curve.
- directivity over time:** directly in time, time step: 30 s.



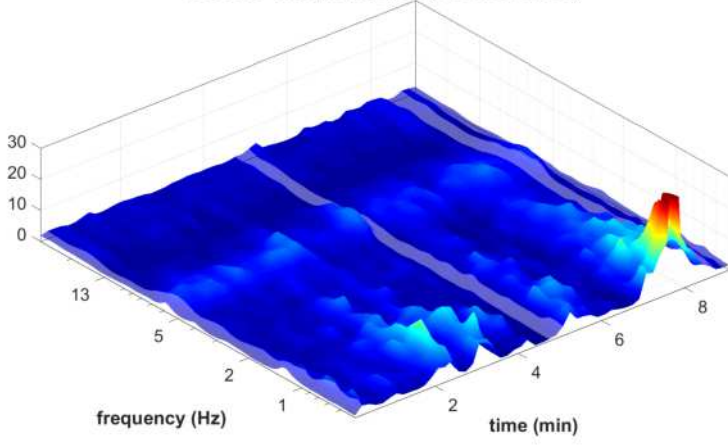
To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMiESAC data), go to the "Velocity Spectra, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve



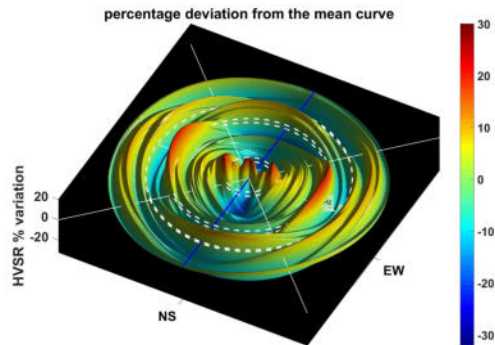
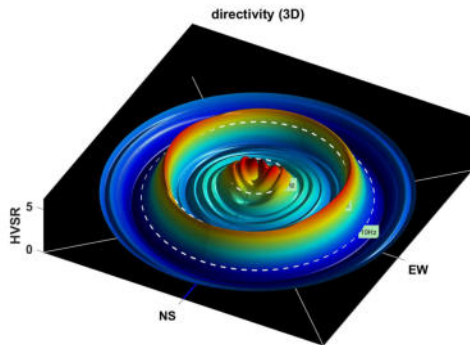
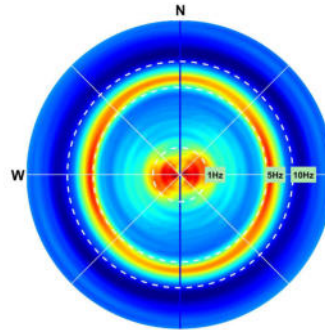
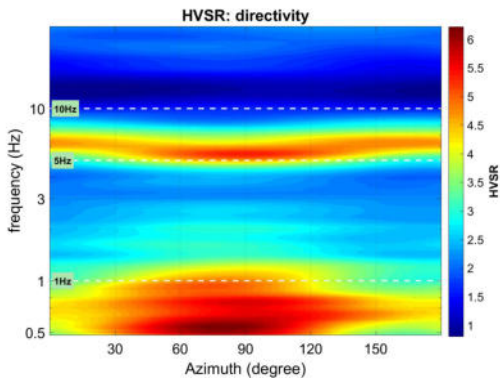
##### Continuity (Persistence) of the H/V Spectral Ratio



HVSR vs Time [transparency: outlier curves]



##### Directivity of the H/V Spectral Ratio



winMASW & HoliSurface - Surface Waves and Beyond

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

**ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO<sup>(1)</sup>**

(1) L'allegato è stato sostituito dall'art. 1, comma 1, lett. z), del r.r. 19 aprile 2019, n. 8.

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL' ATTO DI NOTORIETA'  
(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)**

La/Il sottoscritto/a dott. geol. Carraro Marco  
 nata/o a Palazzolo s/O Bs il 05/09/1964  
 residente a Palazzolo s/O Bs  
 in via Valle Calepio n. 5  
 iscritta/ all'  Ordine [ ] Collegio dei Geologi della Provincia di .....  
 Regione Lombardia n. 701  
 incaricata/o dal/i signor/i Vittoria g. Srl Via Sandro Pertini n. 18 25038 Rovato bs in qualità di  
 proprietario,  utilizzatore  legale rappresentante del Vittoria g. Srl Via Sandro Pertini n. 18 25038 Rovato bs  
 di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di Progetto di recupero del cascinale corte budrio  
- di Corte Franca bs - -  
 sito in Provincia di brescia Comune di cap. 25040 Corte Franca (BS)  
 in via/piazza via nazario sauro / via sant'afra - frazione nigoline n. snc  
 Foglio n. 13 Mappale n. 35-36-40-43-44

**In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici**

**Consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);**

**DICHIARA**

- che il comune di corte franca, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:
  - A: ad alta criticità idraulica
  - B: a media criticità idraulica
  - C: a bassa criticità idraulica
- oppure
- che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m<sup>2</sup> e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)
- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo)....., pari a:
  - 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore .....
- che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s .0:11, che equivale ad una portata infiltrata pari a .15 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:
  - Classe «0»
  - Classe «1» Impermeabilizzazione potenziale bassa
  - Classe «2» Impermeabilizzazione potenziale media
  - Classe «3» Impermeabilizzazione potenziale alta
- che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:
  - all'articolo 12, comma 1 del regolamento
  - all'articolo 12, comma 2 del regolamento
- di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:
  - all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)
  - all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)

- di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

**ASSEVERA**

- che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;
- che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento;
- che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di € .....

**Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.**

Palazzolo s/O, 27/03/204.....

(luogo e data)

**Il Dichiarante**

dott. geol. Marco Carraro.....

Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica.

La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.

\_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_