

PROVINCIA DI VERONA

## COMUNE DI SAN PIETRO IN CARIANO



SISTEMAZIONE DELLA BANCHINA STRADALE E NUOVA RETE ACQUE METEORICHE LUNGO LA S.P. 4 - VIA VALPOLICELLA E VIA CAMPOSTRINI

### STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

TITOLO ELABORATO

#### RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

RIFERIMENTI INTERNI

DATA	DESCRIZIONE
redatto	
verificato	
approvato	
nome file	L0122-F-RS003-A

COMMITTENTE

COMUNE DI SAN PIETRO IN CARIANO  
Via Chopin, 3  
37029 - San Pietro in Cariano (VR)

SCALA	DATA	NR. ELABORATO
	02/05/2022	05.0
COMMESSA	TIPOLOGIA ELABORATO	CODIFICA
L0122	SPECIALISTICO	F RS003

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Arch. Andrea Marzuoli

RELAZIONE GEOLOGICA

**GEO3** SAS di Riccardo Di Palma & C. - Via Frattini, 48 - 37045 Legnago (Vr)  
Tel. 0442.23736 - FAX 0442.609665 - Email: studio@geo3.net  
GEOLOGIA E AMBIENTE

VISTO IL SINDACO

Ing. Gerardo Zantedeschi



VERONA

provincia

SAN PIETRO IN CARIANO

comune

LAVORI DI SISTEMAZIONE DELLA BANCHINA STRADALE  
NELLE VIE VALPOLICELLA E CAMPOSTRINI

titolo progetto

INTECH

richiedente

ING. FABIO ERBISTI

progettista

**RELAZIONE GEOLOGICA  
CON CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**  
(ai sensi del D.M. 17.01.2018)

I TECNICI INCARICATI

DOTT. GEOL. MAURO MANCINI



DOTT. GEOL. MAURO MICHELE GRUZZOLI



# SOMMARIO

PREMESSA.....	pag. 3
DATI DI PROGETTO .....	pag. 3

## RELAZIONE GEOLOGICA

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	pag. 4
1.1 Ubicazione e topografia .....	pag. 4
1.2 Unità geologiche, litologiche, strutturali.....	pag. 5
1.3 Forme del terreno e processi geomorfologici .....	pag. 6
1.4 Rischi geologici, naturali e indotti.....	pag. 6
1.5 Idrografia ed idrogeologia .....	pag. 8
1.6 Vincoli, sicurezza idraulica .....	pag. 10
2. RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO.....	pag. 11
2.1 Indagini in sito.....	pag. 11
2.2 Strumentazione geotecnica .....	pag. 12
2.3 Elaborazioni e restituzione dati .....	pag. 12

## CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

.....	pag. 20
BIBLIOGRAFIA .....	pag. 28

## PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dalla Committenza si è provveduto alla redazione della presente Relazione Geologica con caratterizzazione Geotecnica relativa al progetto edile di seguito descritto ed ubicato in territorio comunale di **San Pietro In Cariano (Vr)**.

Il presente scritto fa riferimento ai disposti del D.M. 17.01.18 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*".

La caratterizzazione sismica del territorio fa riferimento ai disposti dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/06 e s.m.i. ed a quanto previsto dalla D.G.R. n. 3308 del Veneto del 04/11/2008 e dalla successiva D.G.R. del Veneto n. 244 del 09/03/2021 classificazione sismica dei Comuni del Veneto.

Per ottenere i dati necessari alla caratterizzazione geolitologica e geotecnica dei terreni di fondazione sono state eseguite le seguenti indagini di campagna:

DATA INDAGINE:	11.02.2022
TIPO DI INDAGINE:	Prove penetrometriche dinamiche Misura micro-tremore sismico (Tromino ®)
N. PROVE ESEGUITE:	n. 2

## DATI DI PROGETTO

COMMITTENZA:

Intech

PROGETTAZIONE:

Ing. Fabio Erbisti

UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO:

Via Valpolicella, Via Campostrini – San Pietro In Cariano (Vr)

TIPOLOGIA DI INTERVENTO:

lavori di sistemazione della banchina stradale; per i dettagli si rimanda agli elaborati tecnici.

# RELAZIONE GEOLOGICA

(NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI D.M. 17.01.2018)

## 1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

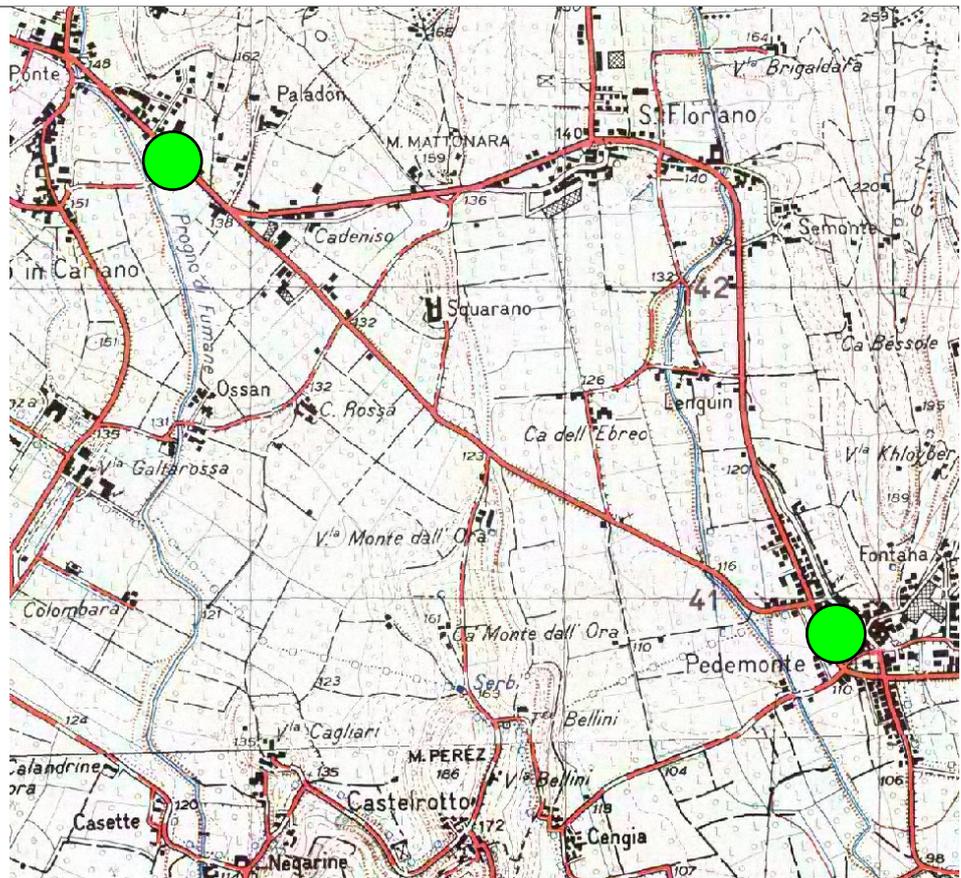
### 1.1 Ubicazione e topografia

I siti di intervento sono posti in Via Valpolicella ed in Via Campostrini che distano rispettivamente circa 0,5 km e 3,5 Km a SE dal capoluogo comunale; la topografia si presenta dolcemente digradante verso SE con quota altimetrica media di circa 140 e 110 m s.l.m.

ESTRATTO DA  
TAVOLETTA I.G.M.  
(SCALA 1:25.000)

● Aree di  
intervento

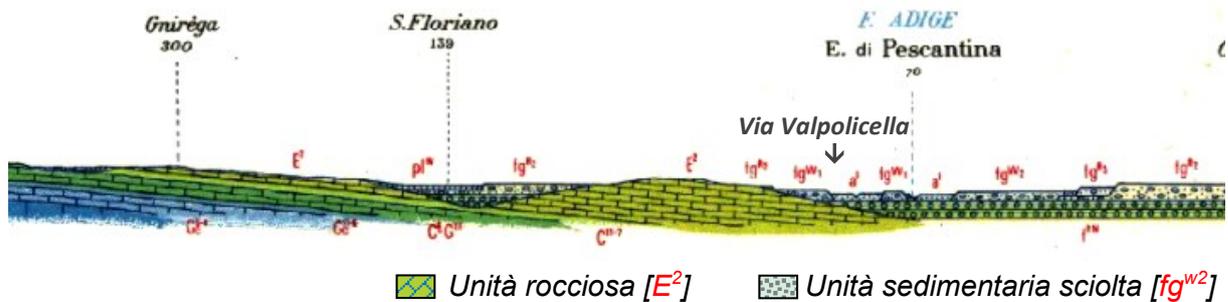
CARATTERISTICHE  
TOPOGRAFICHE:  
sub pianeggiante,  
dolcemente  
digradante



## 1.2 Unità geologiche, litologiche, strutturali

L'area si trova in una vallecchia sopra alluvionata che separa il monticello (Monte Perez) su cui è edificato l'abitato di Castelrotto dal M.te Sacchetti poco a Sud Ovest; tali rilievi sono costituiti da calcareniti e calcari compatti, litotipi che nel contesto in esame si presume possano rinvenirsi a 5-10 metri di profondità, ricoperti dai depositi alluvionali; la sezione geologica successiva chiarisce i rapporti stratigrafici generali tra le unità litotecniche.

**Sezione geologica (direzione Pescantina – S. Floriano)**



I sedimenti rinvenibili in questo contesto rispecchiano il passaggio tra i diversi ambienti deposizionali e di fatto si possono trovare livelli argillosi, livelli ghiaiosi o fra loro frammisti; le argille derivano dai torrenti lessinei diversamente le ghiaie possono derivare sia dal bacino dell'Adige, se costituite da elementi poligenici calcarei e silicei, o dai torrenti lessinei, se di composizione calcareo e dolomitica; per l'area in esame sono disponibili due cartografie ovvero la CARTA GEOLOGICA DEL VENETO (scala 1:250.000) e la CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (scala 1:100.000); la prima vi indica *depositi alluvionali delle aree collinari e montane* (QUATERNARIO) mentre la seconda, riportata a seguire, vi indica *Alluvioni fluviali e fluvioglaciali da molto grossolane a ghiaiose, terrazzate e sospese sui 30 m (Riss) al limite con calcari eocenici*.

ESTRATTO DA  
 CARTA GEOLOGICA  
 D'ITALIA – F. 48  
 PESCHIERA

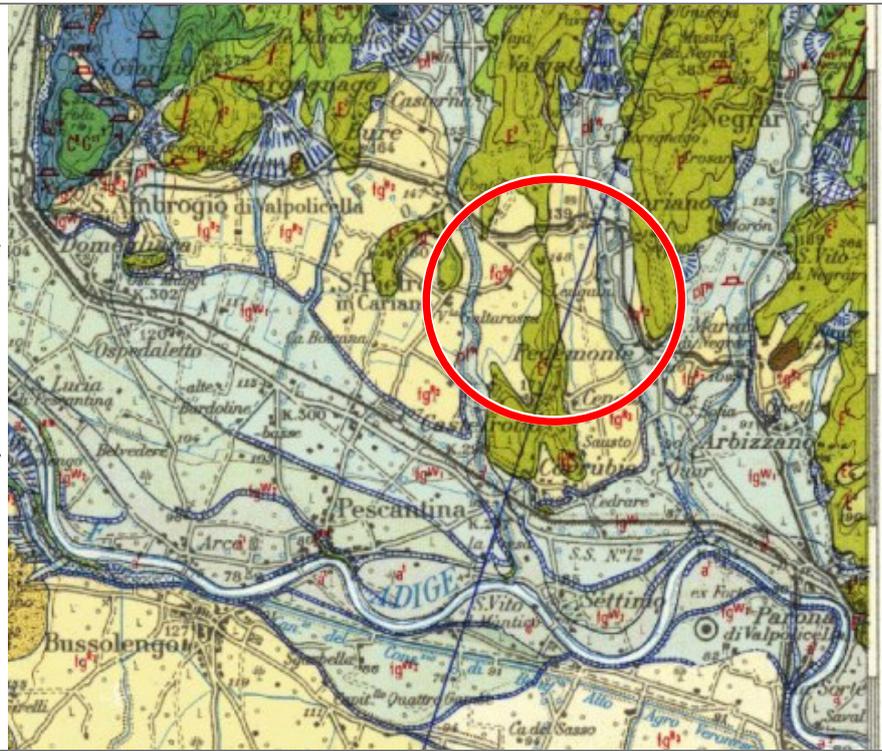
□  $fg^{w2}$  Alluvioni fluviali e  
 fluvioglaciali a ghiaie  
 grossolane con ciottoli  
 porfirici terrazzate  
 (Wurm recente)

□  $fg^{R2}$  Alluvioni fluviali e  
 fluvioglaciali da molto  
 grossolane a ghiaiose,  
 terrazzate e sospese sui  
 30 m (Riss)

■  $E^2$  Calcareniti e  
 calcari compatti a  
 nummuliti

— Tracciato sezione  
 geologica

○ Area di intervento



### 1.3 Forme del terreno e processi geomorfologici

Dal punto di vista geomorfologico ci troviamo in un territorio compreso tra i rilievi lessinei a Nord, l'anfiteatro morenico del Garda ad Ovest e la pianura alluvionale atesina a Sud.

Nel corso del Pliocene e del Quaternario hanno dominato i fenomeni deposizionali e di fatto il Fiume Adige assieme ai torrenti delle valli principali hanno determinato l'assetto morfologico recente del territorio; qui si sono sovrapposti episodi deposizionali a quelli erosivi, alternandosi fasi di alta energia (*piene*) ad episodi di bassa energia (*magre*); in più eventi il conoide atesino veniva a sbarrare i corsi d'acqua lessinei, provocando il sovralluvionamento delle aree a monte con la deposizione, nelle aree di confine, di sedimenti più fini di natura argillosa; gli interventi idraulici di regimazione dei corsi d'acqua hanno infine determinato una drastica riduzione dei fenomeni morfogenetici naturali; sebbene le attività antropiche di tipo insediativo ed agricolo tendono ad obliterarle le tracce delle antiche strutture, queste rimangono ancora evidenti e fra esse si notano possono riconoscere scarpate di terrazzo fluviale, con di esondazione e paleoalvei; l'orlo di terrazzo più evidente è riconducibile all'attività dell'Adige e si rinviene presso Pescantina.

Lo stralcio della CARTA DELLE UNITÀ GEOMORFOLOGICHE DEL VENETO (redatta alla scala 1:250.000) proposto di seguito ben evidenzia i caratteri geomorfologici sopra descritti.

ESTRATTO DA CARTA  
DELLE UNITÀ  
GEOMORFOLOGICHE  
(part. non in scala)

□ Depositi fluvio-glaciali e alluvionali antichi e recenti

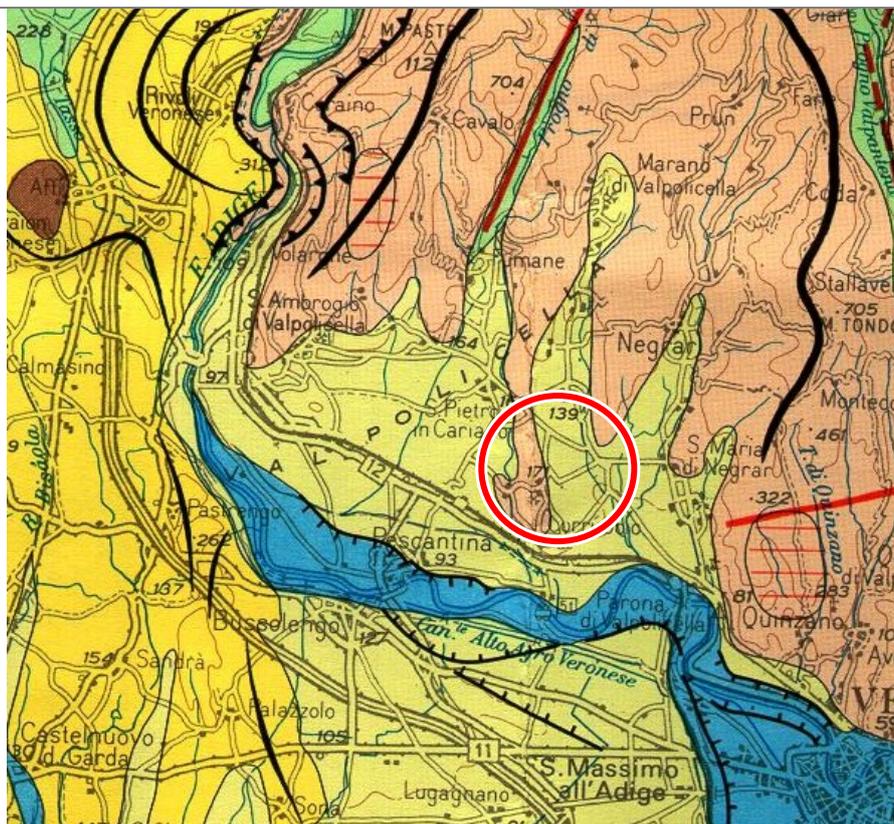
□ Rilievi e altopiani della piattaforma strutturale carbonatica mesozoica

□ Rilievi collinari ed anfiteatri morenici (depositi glaciali e periglaciali)

□ Depositi mobili degli alvei fluviali attuali

⤵ Cordonii morenici

○ Area di intervento



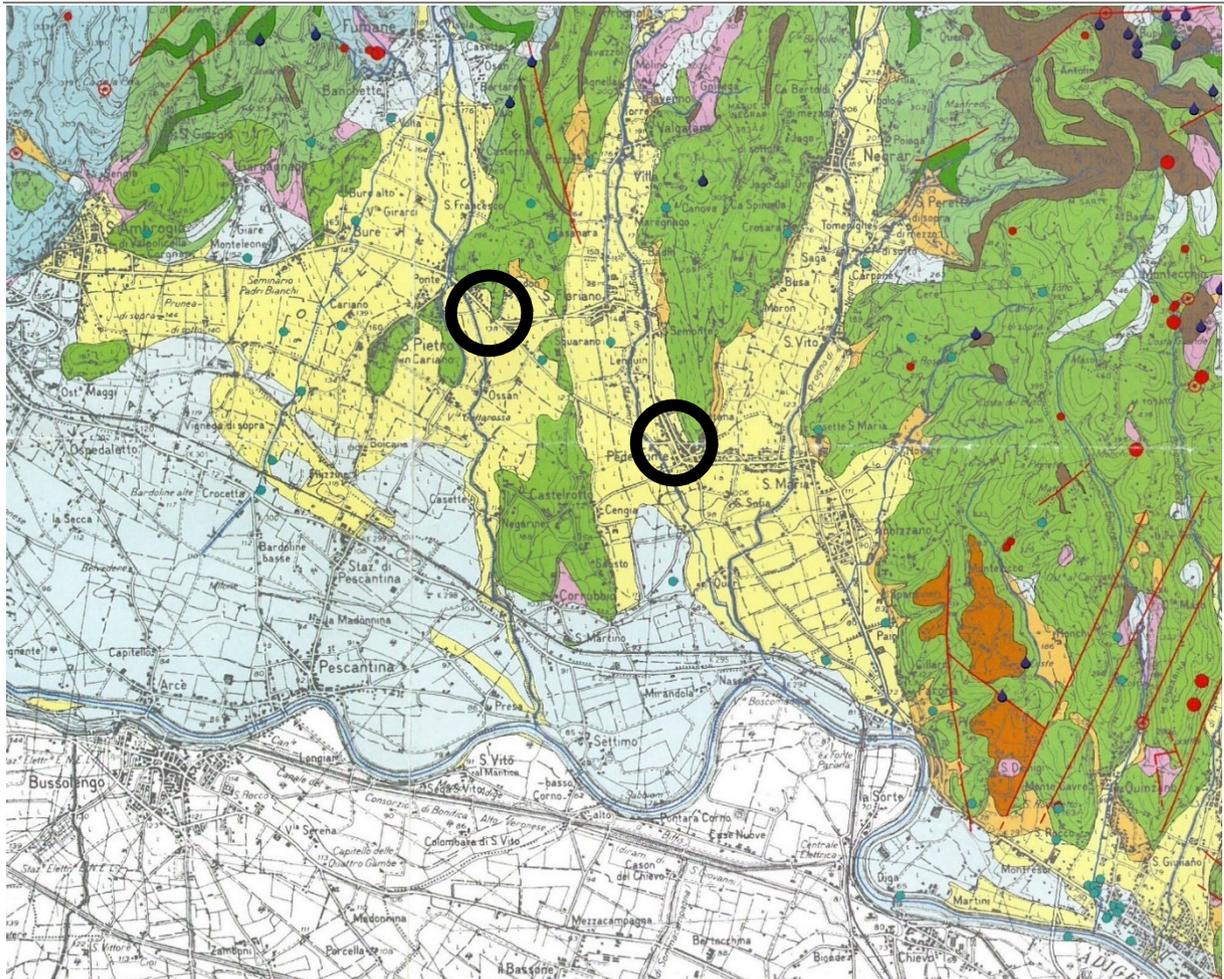
#### 1.4 Rischi geologici, naturali e indotti

L'area non appare interessata da fenomeni di dissesto in atto, di fatto il territorio privo di discontinuità topografiche appare stabile; il grado di sicurezza idraulica è sub ordinato agli interventi operati dall'ente consortile.

## 1.5 Idrografia ed idrogeologia

Gli elementi idrografici principali del territorio sono rappresentati dal Progno di Fumane e quello di Negrar, entrambi caratterizzati da modeste portate, talora assenti; solamente in occasione di eventi piovosi rilevanti divengono a carattere torrentizio; il corso attuale del Fiume Adige dista circa 4,0 km più a Sud e defluisce in alveo incassato.

L'elevata permeabilità delle rocce costituenti la dorsale, e non di meno quella dei sedimenti presenti nei talveg vallivi dei succitati progno, impedisce la formazione di una rete idrografica superficiale significativa.

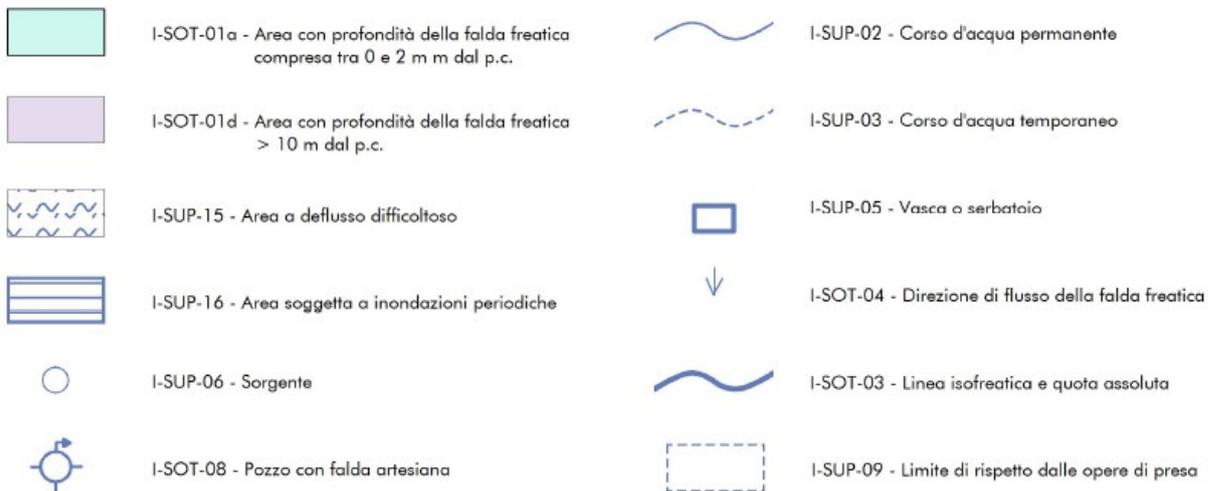
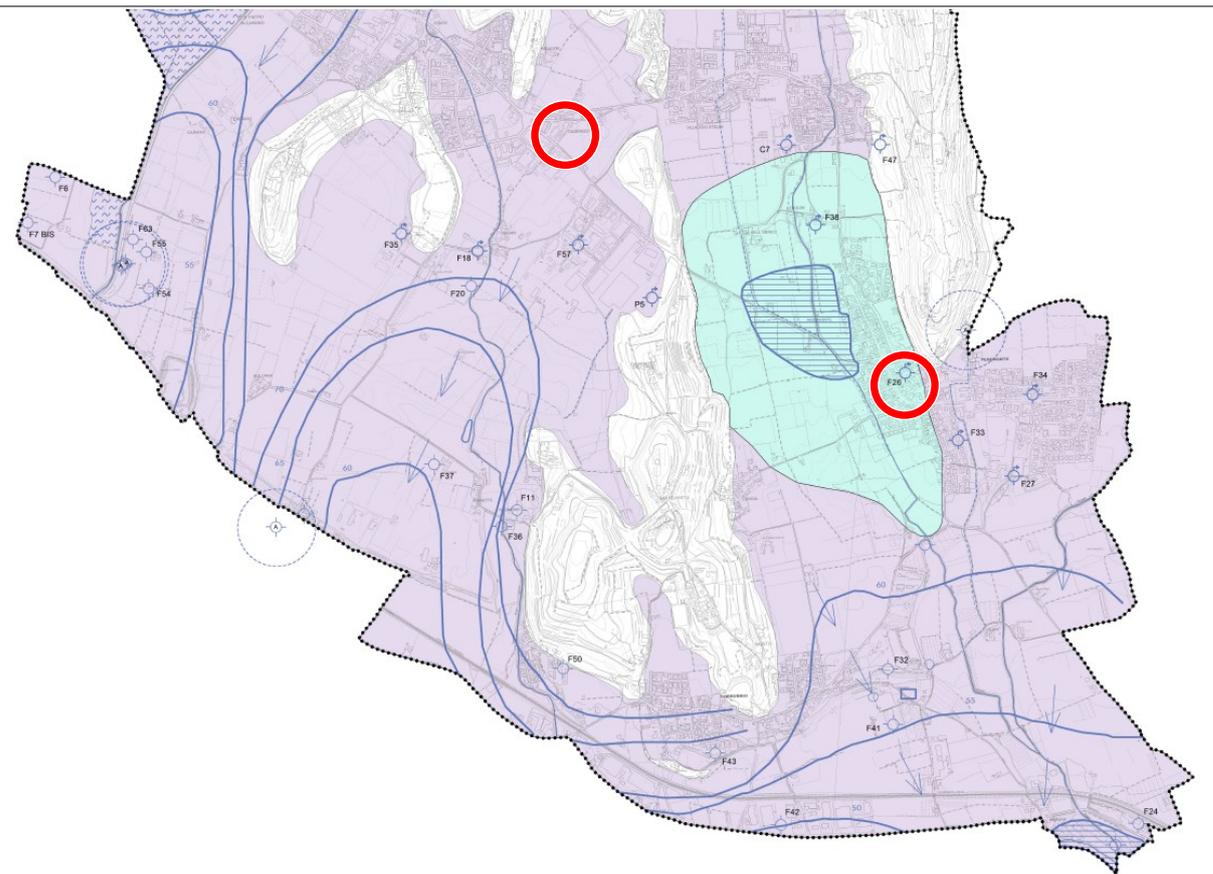


UNITÀ IDROGEOLOGICHE	[PERMEABILITÀ]
 Unità calcareo-dolomitica	[MOLTO ELEVATA, per fratturazione e carsismo]
 Unità calcareo-marnosa	[MEDIA, per fratturazione]
 Unità marnoso-argillosa	[MEDIO-BASSA, per fratturazione]
 Unità calcarea	[MOLTO ELEVATA, per carsismo e porosità]
 Unità vulcanica	[BASSA-MOLTO BASSA, per fratturazione]
 Unità marnosa	[BASSA, per fratturazione e fessurazione]
 Depositi colluviali e glaciali	[MEDIA-BASSA, per porosità]
 Depositi detritici e alluvionali	[ELEVATA, per porosità]
 Alluvioni limo-argillose	[BASSA-MOLTO BASSA, per porosità]

Estratto da Carta idrogeologica dei Monti Lessini

Relativamente alle acque sotterranee, la falda principale si trova nella roccia del substrato tuttavia non si possono escludere falde di potenza effimera sospese sui livelli poco permeabili presenti nei depositi alluvionali; per rinvenire il potente acquifero indifferenziato tipico dell'alta e media pianura veronese ci si deve spingere più a valle, dove i livelli ghiaiosi si presentano senza frazioni argillose.

La Carta Idrogeologica allegata al PAT comunale indica per l'area una soggiacenza superiore a 10 m anche dove è cartografata con minore soggiacenza, e data la quota altimetrica del sito ci consente di dedurre valori di circa 20 m; alla data di esecuzione delle indagini (11.02.2022), la falda è risultata assente almeno fino alla max profondità raggiunta dell'indagine penetrometrica (circa 3 m).

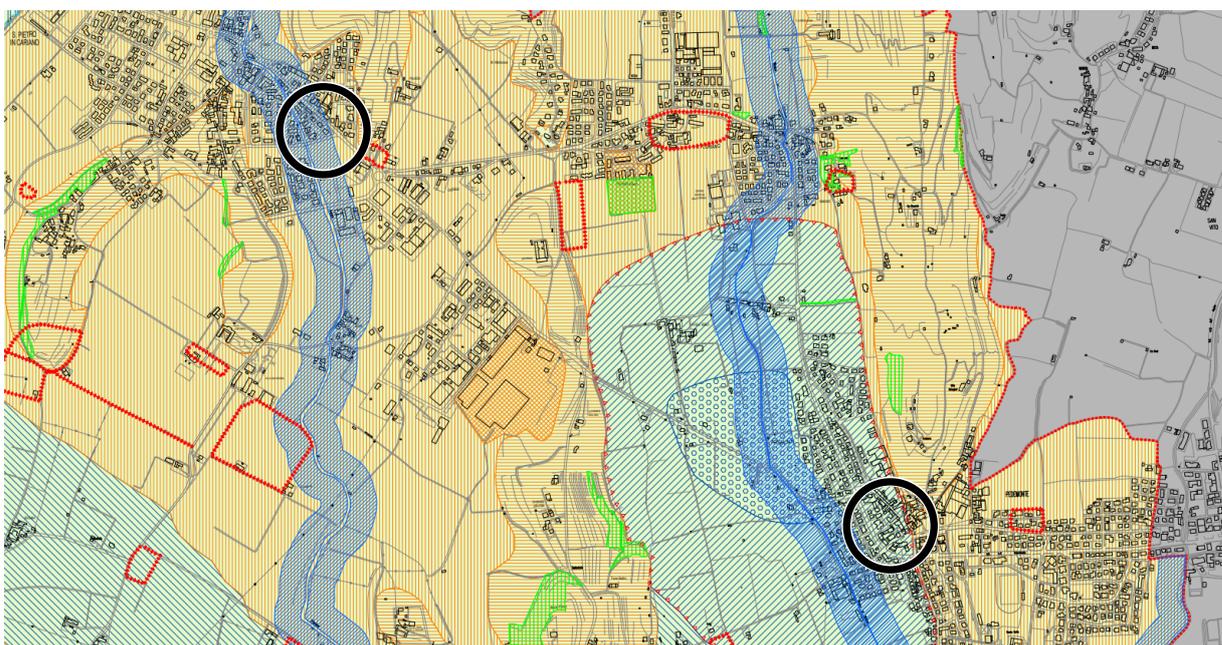


*Estratto da Carta idrogeologica allegata al PAT*

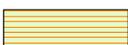
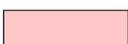
## 1.6 Vincoli, sicurezza idraulica

L'area non ha subito episodi di dissesto idrogeologico ed è da ritenersi sicura sotto il profilo idraulico, in guisa anche della modesta ampiezza del bacino a monte e dell'assenza di elementi idraulici potenzialmente penalizzanti.

La consultazione delle carte tematiche allegata al PAT, ed in particolare la Carta dei Vincoli e delle Fragilità, hanno escluso il sito dalle aree di attenzione o soggette a particolari penalità idrauliche od idrogeologiche; in particolare la Carta delle FRAGILITÀ relativa al P.A.T. esclude l'area da quelle esondabili od a ristagno idrico (art. 2.25 N.T.A.); in termini di compatibilità geologica ai fini edificatori (art. 2.24), il sito di intervento è collocato genericamente in aree idonee a condizione interessata da accumulo e/o deposito di materiali sciolti; in tal senso sono state eseguite le indagini geotecniche proposte nel presente scritto.



### *Penalità ai fini edificatori*

	Area idonea a condizione Pendenza superiore al 20%	Art.2.24
	Area idonea a condizione Vulnerabilità idrogeologica	Art.2.24
	Area idonea a condizione Soggiacenza della falda	Art.2.24
	Area idonea a condizione Inondazioni periodiche	Art.2.24
	Area idonea a condizione Deflusso difficoltoso	Art.2.24
	Area idonea a condizione Interessata da accumulo e/o deposito di materiali sciolti	Art.2.24
	Area idonea a condizione Cave in sotterraneo	Art.2.24
	Area idonea a condizione Medioci caratteristiche geotecniche	Art.2.24
	Area idonea a condizione Presenza di substrato roccioso con possibili cavità sotterranee	Art.2.24
	Area non idonea	Art.2.24

## **2. RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO**

### **2.1 Indagini in sito**

Per la valutazione litologica e la definizione dei principali parametri geotecnici dei terreni e l'eventuale quota di soggiacenza della prima falda sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche (denominate *DIN 1÷2*) approfondite fino ad un massimo di 3,60 m da piano campagna attuale, profondità alla quale si è verificato il rifiuto ad infissione causato dall'elevata resistenza dei materiali intercettati.

È stata effettuata una prova sismica passiva (HSVR) con tromografo per la determinazione della  $V_{s30}$ .

Nei paragrafi a seguire si riportano le ubicazioni delle prove eseguite assieme ai documenti fotografici dei punti di indagine.

## 2.2 Strumentazione geotecnica

La strumentazione impiegata per l'indagine geotecnica è un penetrometro di tipo olandese *GEO Deep Drill SCPT200-SM* superpesante automatico.

Il penetrometro dinamico sfrutta il sistema di penetrazione mediante caduta di un maglio battente di massa 63 kg che infigge una batteria di aste dotate di asta terminale con punta standardizzata. Il dettaglio delle caratteristiche tecniche dell'attrezzatura è proposto alla fine del prossimo paragrafo assieme alle risultanze dell'indagine.

## 2.3 Elaborazione e restituzione dati

Scopo della prova penetrometrica dinamica è quello di fornire i valori di resistenza degli strati di terreno attraversati dalla batteria di perforazione.

In base al numero di colpi necessari all'avanzamento stabilito, è possibile risalire alla resistenza dinamica alla punta calcolata con la seguente formula olandese:

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

Nei diagrammi e nelle successive tabelle allegate sono riportati il n. di colpi "N" rilevati ad intervalli regolari di avanzamento ogni 20 cm assieme ai valori di resistenza Rpd.

Seguiranno le elaborazioni statistiche che correlano la prova dinamica media (SCPT) con la prova SPT tramite il coefficiente di rendimento  $\beta_t = 1,150 (= N_{spt} / N)$ , utili per la determinazione dei seguenti parametri geotecnici caratteristici:

*per TERRENI GRANULARI*

- |                                      |         |                       |
|--------------------------------------|---------|-----------------------|
| - densità relativa                   | DR      | [%]                   |
| - angolo di attrito interno efficace | $\phi'$ | [°]                   |
| - modulo di deformazione drenato     | E'      | [kg/cm <sup>2</sup> ] |
| - peso di volume saturo              | ysat.   | [t/m <sup>3</sup> ]   |
| - peso di volume drenato             | ydr.    | [t/m <sup>3</sup> ]   |

*per TERRENI COESIVI*

- |                         |       |                       |
|-------------------------|-------|-----------------------|
| - coesione non drenata  | Cu    | [kg/cm <sup>2</sup> ] |
| - peso di volume saturo | ysat. | [t/m <sup>3</sup> ]   |
| - contenuto d'acqua     | W     | [%]                   |
| - indice dei vuoti      | e     | [-]                   |

Di seguito sono allegate le tabelle delle risultanze delle penetrometrie ed i dati ricavati dalla elaborazione delle risultanze medesime secondo il seguente ordine:

CARATTERISTICHE TECNICHE DPSH
TABELLE VALORI RESISTENZA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA – Rpd
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA
PARAMETRI GEOTECNICI (ORIENTATIVI)

**PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DPSH**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

**CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH**

MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,0000 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma = 6,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPOQ = (MH)/(A $\delta$ ) = 11,91 kg/cm<sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm<sup>2</sup> )  
 COEFF.TEORICO RENDIMENTO  $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$  ( teoricamente : Nspt =  $\beta_t N$  )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
 e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = massa battente (altezza caduta H)  
 P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  $\approx$  0,1 MPa  
 1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
 1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : INTECH  
- lavoro : Sistemazione banchina stradale  
- località : San Pietro In Cariano (Vr), Via Valpolicella  
- sperimentatore :  
- aiuto speriment. :  
- note :

- data prova : 11/02/2022  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina n°: 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,20	2	15,2	1	1,80 - 2,00	2	13,6	3
0,20 - 0,40	3	22,8	1	2,00 - 2,20	2	13,6	3
0,40 - 0,60	3	22,8	1	2,20 - 2,40	3	20,3	3
0,60 - 0,80	3	22,8	1	2,40 - 2,60	3	20,3	3
0,80 - 1,00	4	28,7	2	2,60 - 2,80	3	20,3	3
1,00 - 1,20	6	43,0	2	2,80 - 3,00	5	32,2	4
1,20 - 1,40	7	50,2	2	3,00 - 3,20	10	64,3	4
1,40 - 1,60	2	14,3	2	3,20 - 3,40	24	154,4	4
1,60 - 1,80	3	21,5	2	3,40 - 3,60	43	276,7	4

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- committente : INTECH  
- lavoro : Sistemazione banchina stradale  
- località : San Pietro In Cariano (Vr), Via Campostrini  
- sperimentatore :  
- aiuto speriment. :  
- note :

- data prova : 11/02/2022  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina n°: 2

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,20	2	15,2	1	1,60 - 1,80	3	21,5	2
0,20 - 0,40	3	22,8	1	1,80 - 2,00	3	20,3	3
0,40 - 0,60	2	15,2	1	2,00 - 2,20	5	33,9	3
0,60 - 0,80	2	15,2	1	2,20 - 2,40	5	33,9	3
0,80 - 1,00	3	21,5	2	2,40 - 2,60	4	27,1	3
1,00 - 1,20	5	35,8	2	2,60 - 2,80	10	67,8	3
1,20 - 1,40	5	35,8	2	2,80 - 3,00	15	96,5	4
1,40 - 1,60	2	14,3	2	3,00 - 3,20	27	173,7	4

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 1**

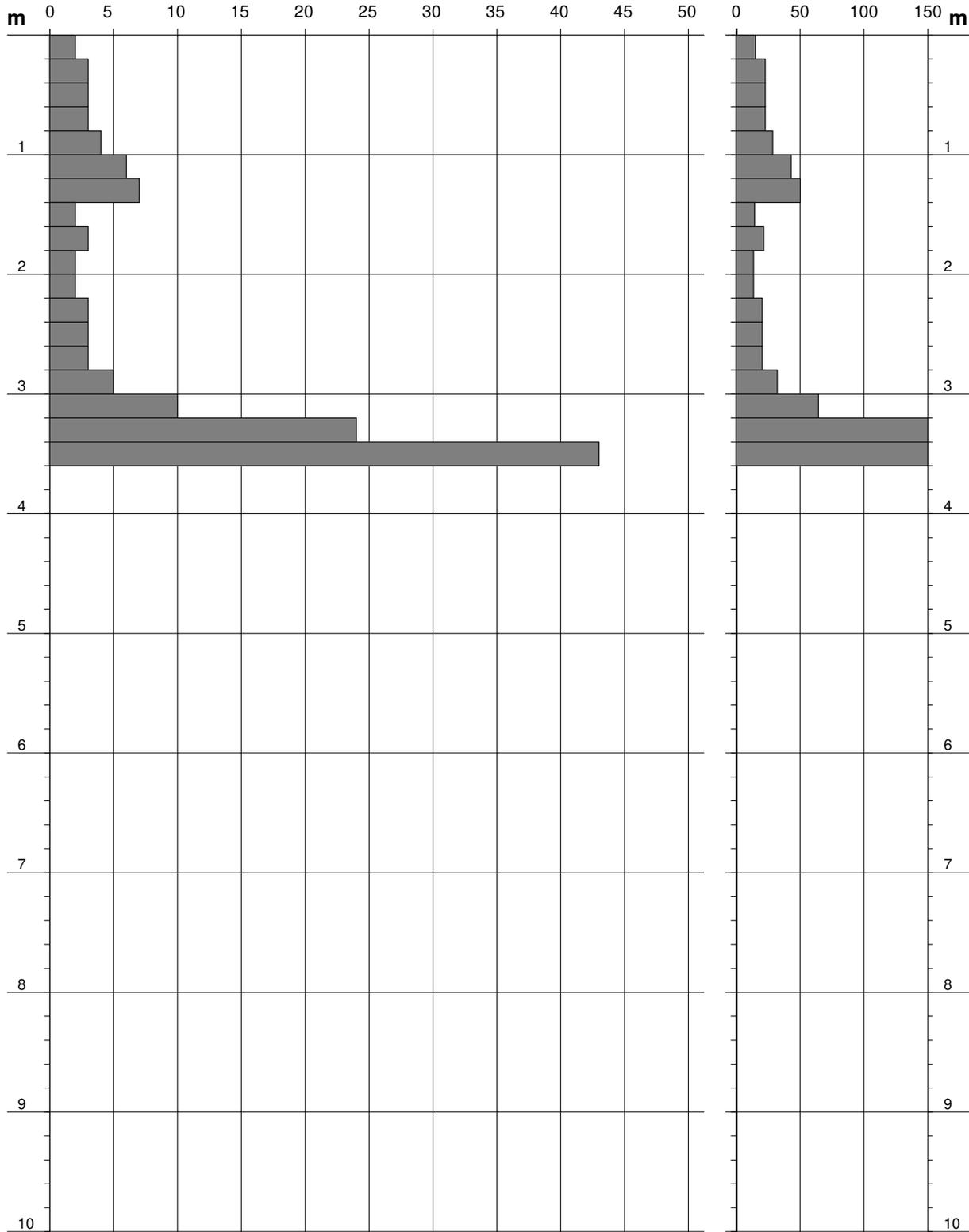
Scala 1: 50

- committente : INTECH  
 - lavoro : Sistemazione banchina stradale  
 - località : San Pietro In Cariano (Vr), Via Valpolicella  
 - sperimentatore :  
 - aiuto sperim. :  
 - note :

- data prova : 11/02/2022  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina n°: 3

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20,00$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 2**

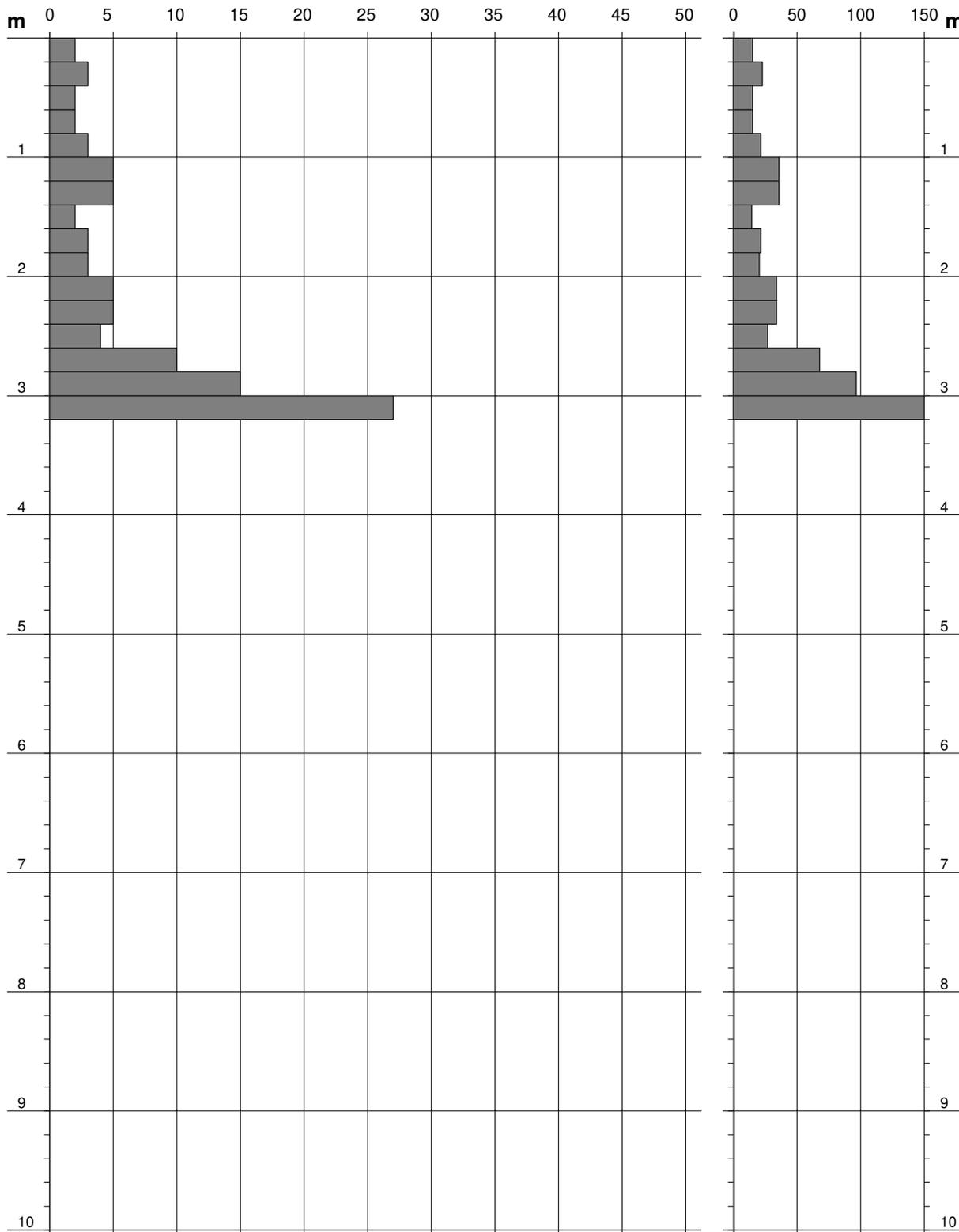
Scala 1: 50

- committente : INTECH  
 - lavoro : Sistemazione banchina stradale  
 - località : San Pietro In Cariano (Vr), Via Campostrini  
 - sperimentatore :  
 - aiuto sperim. :  
 - note :

- data prova : 11/02/2022  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina n°: 4

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20,00$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

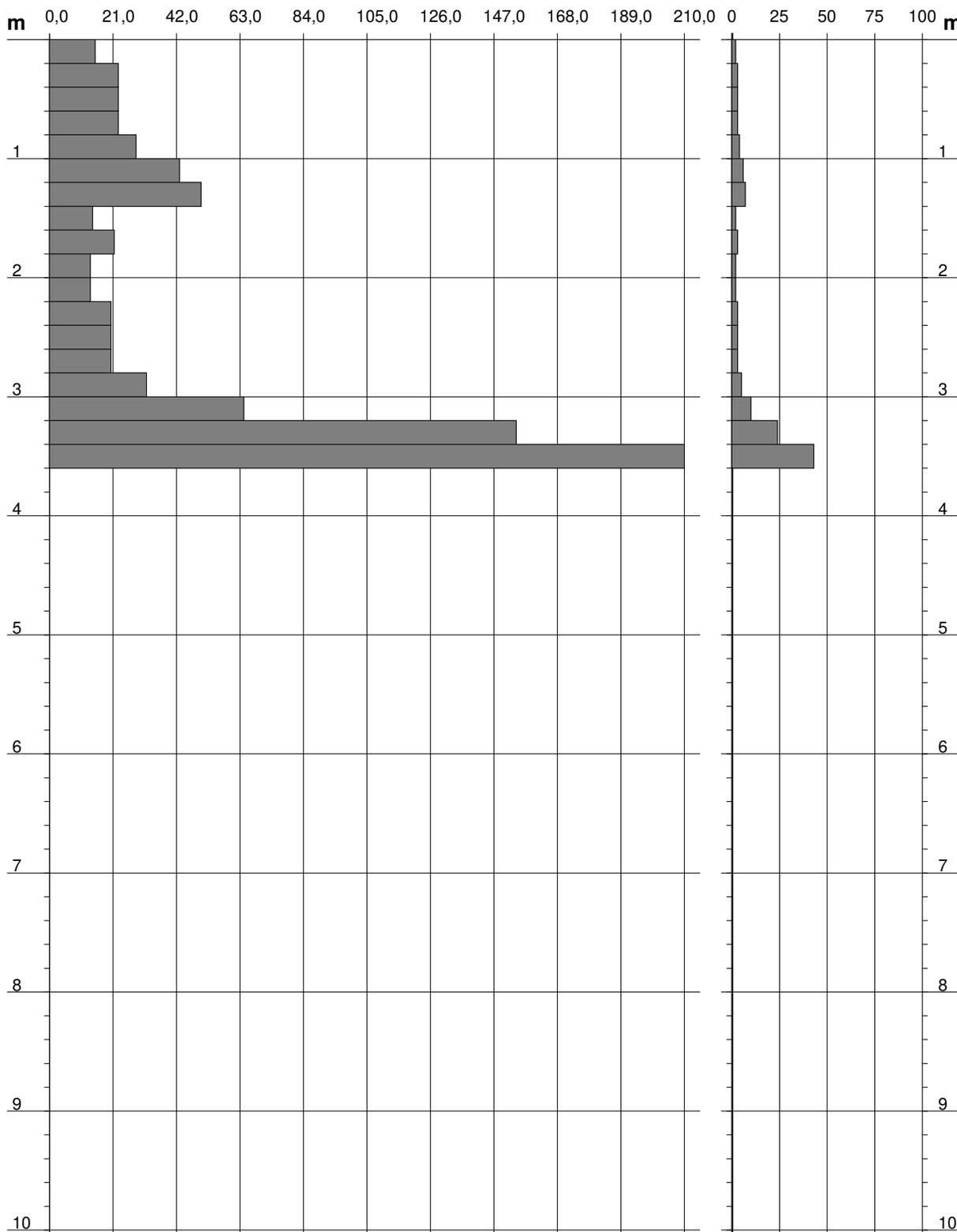
**DIN 1**

Scala 1: 50

- committente : INTECH  
 - lavoro : Sistemazione banchina stradale  
 - località : San Pietro In Cariano (Vr), Via Valpolicella  
 - sperimentatore :  
 - aiuto sperim. :

- data prova : 11/02/2022  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina n°: 5

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi  $\delta = 20,00$  cm



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

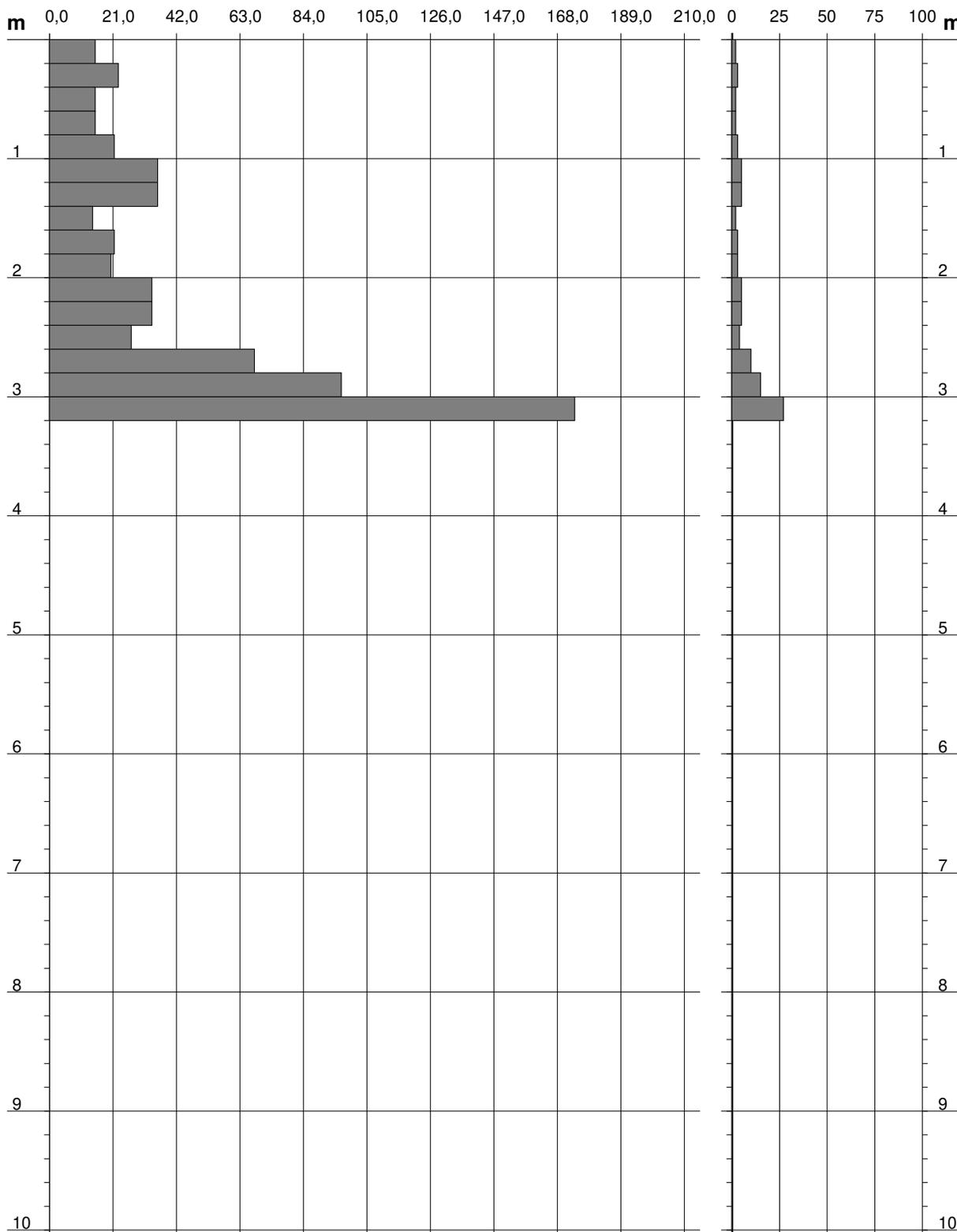
**DIN 2**

Scala 1: 50

- committente : INTECH  
 - lavoro : Sistemazione banchina stradale  
 - località : San Pietro In Cariano (Vr), Via Campostrini  
 - sperimentatore :  
 - aiuto sperim. :

- data prova : 11/02/2022  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina n°: 6

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi  $\delta = 20,00$  cm

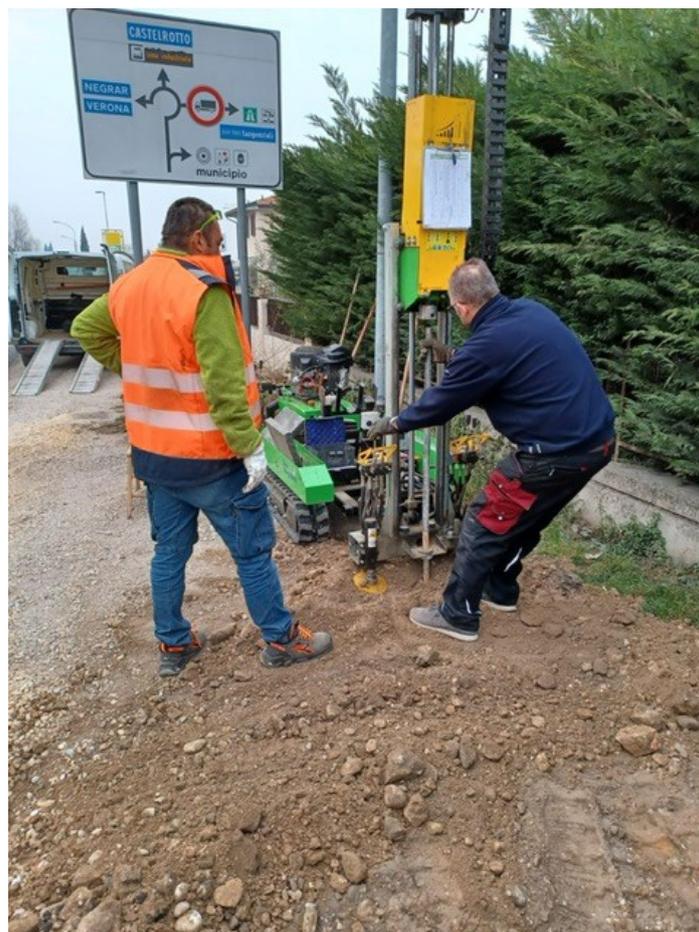


# CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

(AI SENSI DEL D.M. 17.01.2018 – D.M. 11.03.1988 e D.G.R. VENETO 244/2021)



*Aerofoto con ubicazione prova penetrometrica (din1)*

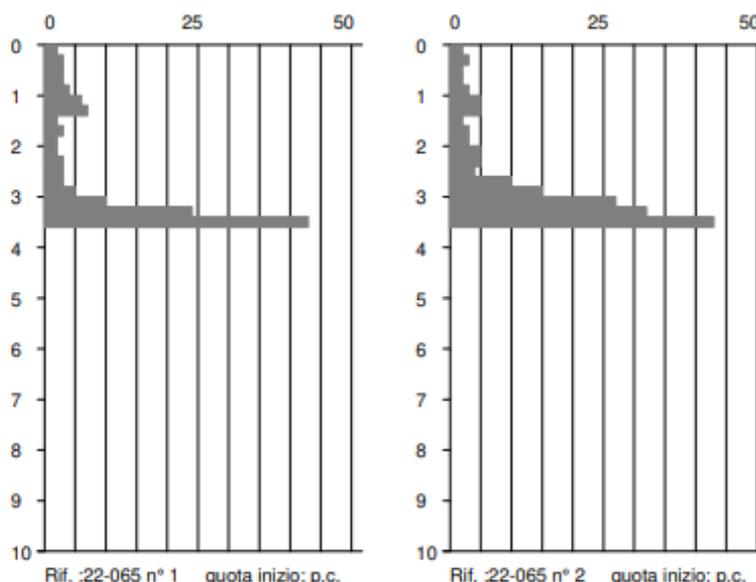


*Stazione prova din 1*



## Unità litotecniche e valori medi di caratterizzazione

L'indagine geotecnica ha permesso di riconoscere in senso verticale una netta variabilità delle caratteristiche di resistenza dei sedimenti mentre in senso orizzontale si è riscontrata una discreta corrispondenza laterale degli strati; in tutte e due le verticali si sono riscontrati dapprima sedimenti coesivi riconducibili a depositi argillo-limosi, seguiti da livelli più consistenti che si possono interpretare in prevalenza come sabbiosi grossolani dove si è verificato il rifiuto all'infissione.



Di seguito si riassumono i parametri geotecnici medi delle unità litotecniche presenti in loco, ottenuti dalle elaborazioni secondo vari autori delle prove penetrometriche; in assenza di prove geotecniche di laboratorio eseguite su campioni indisturbati, i valori assegnati mantengono un carattere orientativo ma trovano riscontro nella letteratura geotecnica.

	PROFONDITÀ (m da p.c.)	LITOLOGIA ORIENTATIVA	$\gamma_{sat}$ ( $kN/m^3$ )	$\gamma_{dry}$ ( $kN/m^3$ )	$c'$ (kPa)	$\phi'$	Permeabilità K (m/sec)	Porosità (%)
Din 1	0,00 - 0,40	Suolo antropizzato	--	--	--	--	--	--
	0,40 - 3,00	Argille e limi	18,0	15,0	7 kPa	--	$1 \times 10^8$	0
	3,00 - 3,40	Sabbie mediamente addensate	19,0	16,5	--	33°	$5 \times 10^{-5}$	10
Din 2	0,00 - 0,40	Suolo antropizzato	--	--	--	--	--	--
	0,40 - 2,60	Argille e limi	18,0	15,0	7 kPa	--	$1 \times 10^8$	0
	3,00 - 3,40	Sabbie mediamente addensate	19,0	16,5	--	33°	$5 \times 10^{-5}$	10

## ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITÀ

### Determinazione categoria suolo di fondazione

Nella Carta di pericolosità sismica con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (OPCM 3519 del 28/04/06) il **Comune di San Pietro In Cariano** viene indicato come avente un'accelerazione orizzontale  $ag/g$  compresa tra  $0,150 < g < 0,175$ .

Per la determinazione del parametro  $Vs30$  si è utilizzata una tecnologia a sismica passiva con misura del rumore sismico. Tale dato (sostanzialmente viene misurato un microtremore compreso tra 0,1 e 200 Hz) viene trasformato in  $Vs30$  mediante l'inversione dei valori H/V (spessore strato/velocità).

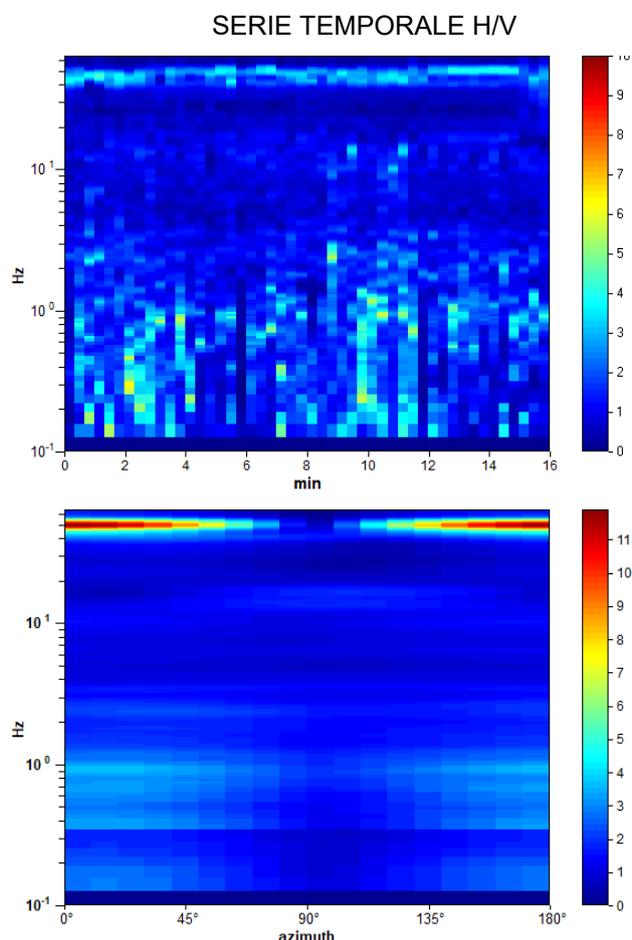
In tal modo si riesce a stimare il valore  $Vs30$  (velocità media di propagazione delle onde sismiche nei primi 30 metri al netto della profondità della fondazione).

Di seguito vengono riportati i Report dell'indagine:

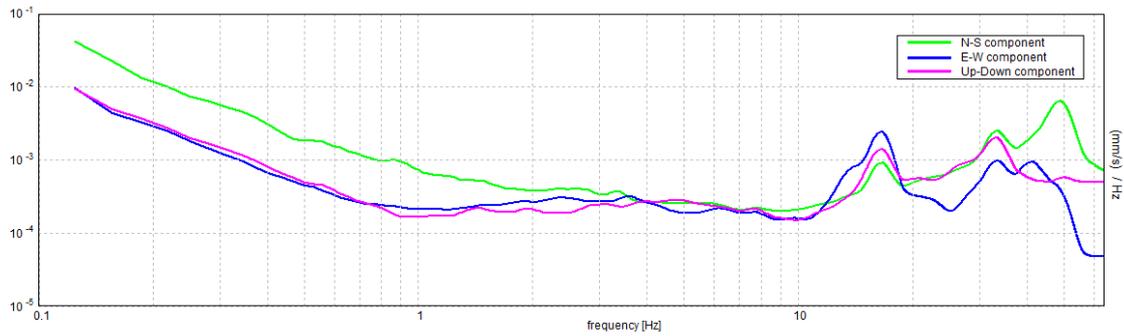
TROMINO® Grilla

Instrument: TRZ-0021/01-09  
Data format: 16 byte  
Full scale [mV]: n.a.  
Channel labels: NORTH SOUTH;  
EAST WEST; UP DOWN  
GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analysis  
performed on the entire trace.  
Sampling rate: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing type: Triangular window  
Smoothing: 10%

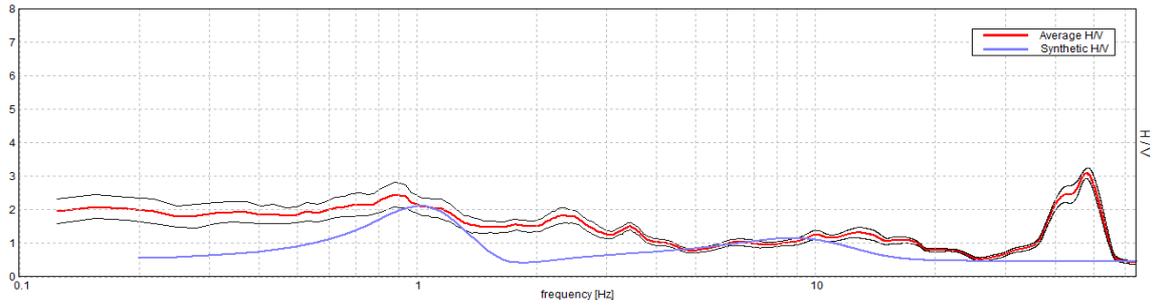


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



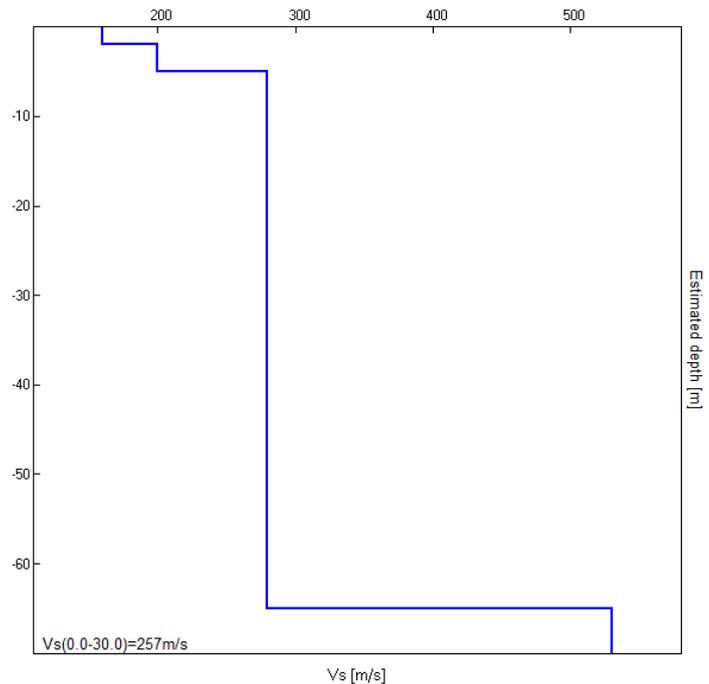
### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 48.13 ± 1.87 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2,00	2,00	160	0,42
5,00	3,00	200	0,42
65,00	60,00	280	0,42
inf.	inf.	530	0,42

**$V_{S(30)} = 257 \text{ m/s}$**



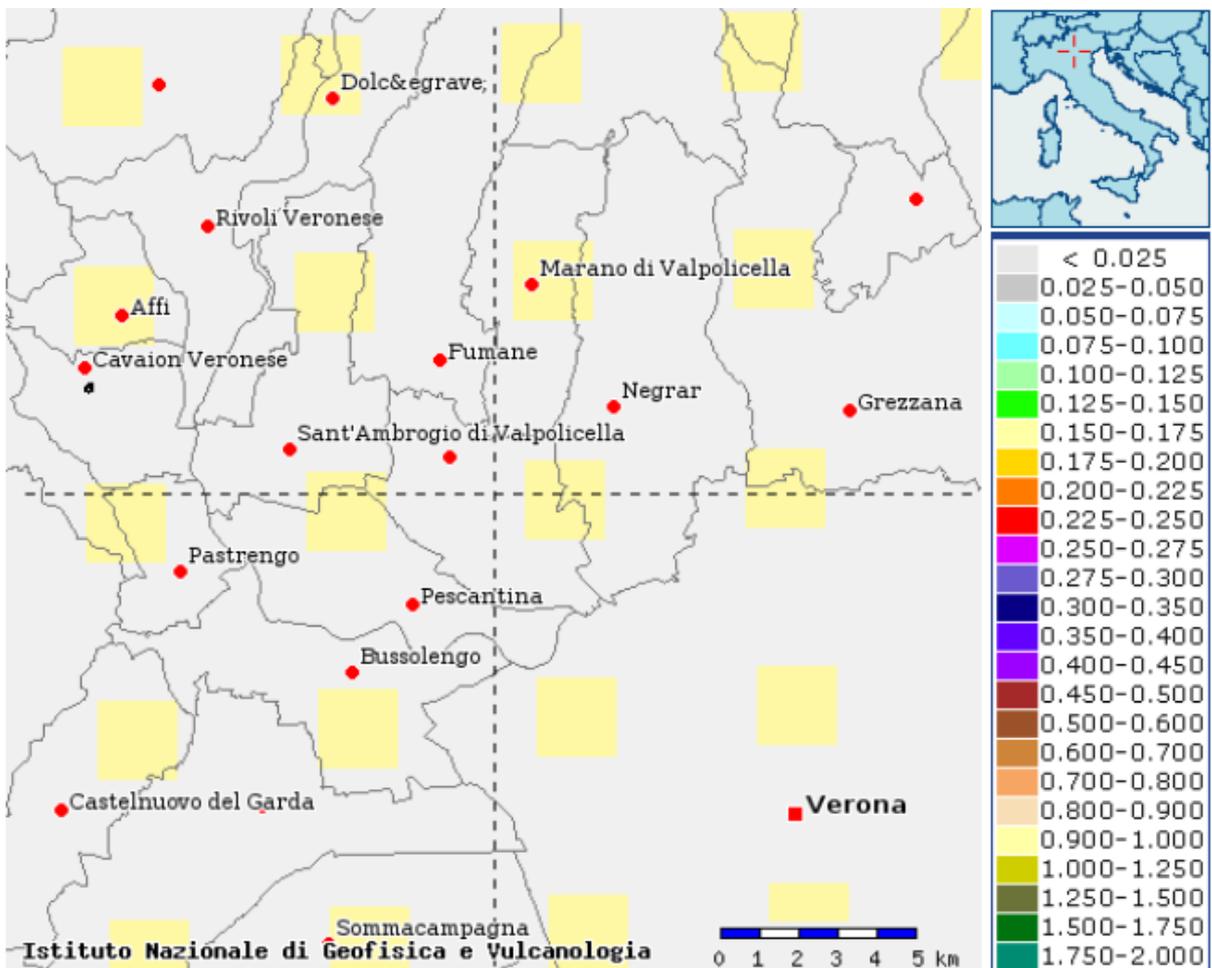
Il valore di  $V_{S30} = 257 \text{ m/s}$  ci permette di classificare i terreni come:

**Categoria suolo di fondazione: C** – depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT} < 50$ ;  $70 < c_U < 250 \text{ kPa}$ ).

## Zonazione sismica

La zonazione sismica del territorio è definita su base territoriale e, con l'entrata in vigore della DGR del Veneto n. 244 del 09/03/2021 (aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche – BUR n. 38 del 16.03.2021), il territorio comunale di **San Pietro in Cariano** (ISTAT 023076) è classificato in **Zona 2** (allegato B DGR 244/2021).

Il Pericolo sismico viene definito, in accordo con quanto disposto dall'O.P.C.M. 3519/2006 e dalla D.G.R. 3308/2008 del Veneto, a partire dal valore dell'accelerazione massima attesa al suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (riferita a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{S30} > 800$  m/s); secondo la mappa elaborata a tale scopo dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.), e recepita dalla normativa nazionale e regionale, i valori di  $a_g$  nel sito sono compresi nell'intervallo 0,150÷0,175.



Mappa di pericolosità sismica (fonte sito INGV: <http://esse1-qjs.mi.ingv.it>)

## Dati sismici per le verifiche degli stati limite

Le verifiche progettuali devono essere effettuate applicando i dati di azione sismica specifici per ciascun sito; tali dati sono determinati a partire dalla posizione geografica (latitudine/longitudine), dalla categoria topografica, dalla categoria del suolo di fondazione, dalla classe d'uso dell'edificio ( $c_U$ ) e dalla vita nominale ( $v_N$ ); pertanto, sulla scorta delle informazioni fornite dal Progettista, è possibile, avvalendoci dei dati elaborati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, fornire i seguenti dati di azione sismica utilizzabili nelle Verifiche agli Stati Limite ossia delle condizioni superate le quali la struttura in esame non soddisfa più i requisiti per i quali è stata progettata.

Seguono il riepilogo dei dati sismici relativi a tutti gli stati limite.

CAT. SOTTOSUOLO <b>C</b>	CAT. TOPOGRAFICA <b>T1</b>	PERIODO RIFERIMENTO <b>50anni</b>	COEFFICIENTE $c_U$ <b>1</b>
<b>STATO LIMITE</b>	<b>PARAMETRI SISMICI</b>		<b>COEFFICIENTI SISMICI</b>
<b>SLO</b> (Operatività)	Prob. di superamento:	81 [%]	Ss: 1,500
	Tr:	30 [anni]	Cc: 1,700
	ag:	0,044 g	St: 1,000
	Fo:	2,499	Kh: 0,013
	Tc*:	0,233 [s]	Kv: 0,007
			Amax: 0,644
			Beta: 0,200
<b>SLD</b> (Danno)	Prob. di superamento:	63 [%]	Ss: 1,500
	Tr:	50 [anni]	Cc: 1,680
	ag:	0,058 g	St: 1,000
	Fo:	2,552	Kh: 0,017
	Tc*:	0,241 [s]	Kv: 0,009
			Amax: 0,858
			Beta: 0,200
<b>SLV</b> (salvaguardia Vita)	Prob. di superamento:	10 [%]	Ss: 1,460
	Tr:	475 [anni]	Cc: 1,610
	<b>ag: 0,164 g</b>		St: 1,000
	Fo:	2,434	<b>Kh: 0,058</b>
	Tc*:	0,276 [s]	<b>Kv: 0,029</b>
			Amax: 2,351
			Beta: 0,240
<b>SLC</b> (prevenzione Collasso)	Prob. di superamento:	5 [%]	Ss: 1,390
	Tr:	975 [anni]	Cc: 1,600
	ag:	0,212 g	St: 1,000
	Fo:	2,461	Kh: 0,082
	Tc*:	0,281 [s]	Kv: 0,041
			Amax: 2,886
			Beta: 0,280

## Liquefazione dei terreni

La liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante uno scuotimento sismico tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno; in questo contesto il problema principale che si pone in fase di progettazione è la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Secondo quanto disposto dalle NTC (rif. 7.11.3.4 *Stabilità nei confronti della liquefazione*) riguardo al rischio di liquefazione in presenza di terreni saturi prevalentemente sabbiosi, tale verifica può essere omessa qualora sussista almeno una delle seguenti condizioni:

1. *accelerazione max attesa al suolo  $a_g < 0,100 g$ ;*
2. *profondità media stagionale della falda  $> 15 m$  da piano campagna;*
3. *sabbie pulite con resistenza  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{C1N} > 180$ ; i precedenti termini, relativi rispettivamente a risultanze di prove dinamiche e di prove statiche, si riferiscono a valori di resistenza normalizzati ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;*
4. *distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle Fig. 7.11.1(a) e (b) delle NTC.*

La profondità media della falda nel sito di circa 60-70 m ( $>15 m$ ) soddisfa il precedente punto 3 delle condizioni di esclusione; a questo si aggiunga che l'indagine sismica eseguita con il tromino® mostra un aumento dei valori di  $V_{s30}$  con la profondità consentendo di prevedere la presenza di un substrato molto tenace anche a quote maggiori rispetto a quanto indagato direttamente; tale condizione si può tradurre con valori di resistenza  $(N_1)_{60} > 30$  e pertanto non risulta necessario procedere alla verifica del rischio di liquefazione dei terreni.

## CONCLUSIONI DI CARATTERE GEOLOGICO

Dai rilievi eseguiti si deduce quanto segue:

- l'area appare stabile da un punto di vista geomorfologico e non presenta dissesti in atto o potenziali;
- l'area risulta stabile da un punto di vista idraulico;
- l'area non risulta gravata da vincoli geologici, idrogeologici, ambientali;
- i terreni indagati presentano sia comportamento granulare che coesivo con caratteristiche geomeccaniche da sufficienti a buone;
- la falda non è stata riscontrata almeno fino alla profondità di 3,40 m da piano campagna attuale (rilievo dell'11.02.2022); non si può escludere la formazione di falde sospese in occasione di eventi piovosi prolungati o durante i periodi di pratiche irrigue intensive;
- l'area da un punto di vista sismico ricade in zona 2;
- i terreni di fondazione risultano non soggetti a verifica del rischio liquefazione.

---

## BIBLIOGRAFIA

### Riferimenti bibliografici e Normativi

- *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche* Associazione Geotecnica Italiana – A.G.I. (1977).
- *Elementi di Geotecnica*, Zanichelli Ed. (1996) – P. Colombo, F. Colleselli;
- *Geotecnica*, Zanichelli Ed. (1993) – R. Lancellotta.
- *Il Manuale del Geologo*, Pitagora Ed. (1995) – M. Casadio, C. Elmi, F. Francavilla.
- Ord. C.M. n. 3274 del 20.03.03: *primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*.
- D.M. 14.01.2008: *Norme Tecniche per le Costruzioni*.
- CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009 n. 617, C.S.LL.PP.
- Nunziante Marino, maggio 2006: *Manuale di geotecnica per l'ingegneria civile aggiornato agli Eurocodici 7 e 8 – effetti sismici*; Maggioli Editore.

### Riferimenti cartografici

- TAVOLETTA I.G.M. – scala 1:25.000;
- CARTA GEOLOGICA DEL VENETO – scala 1:250.000, a cura della Regione Veneto;
- CARTA GEOLOGICA DELLE TRE VENEZIE, F. 48 Peschiera – scala 1:100.000, redatta a cura del Servizio Geologico d'Italia;
- CARTA DELLE UNITÀ GEOMORFOLOGICHE DEL VENETO – scala 1:250.000, a cura della Regione Veneto;
- CARTA IDROGEOLOGICA allegata al P.A.T. – SCALA 1:10.000, a cura del Comune di San Pietro in Cariano.
- CARTA DELLA FRAGILITÀ allegata al P.T.P. provinciale – SCALA 1:20.000, a cura della Provincia di Verona.
- CARTA DEI VINCOLI E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE allegata al P.A.T. – SCALA 1:10.000, a cura del Comune di San Pietro in Cariano.
- CARTA FRAGILITÀ allegata al P.A.T. – SCALA 1:10.000, a cura del Comune di San Pietro in Cariano.