



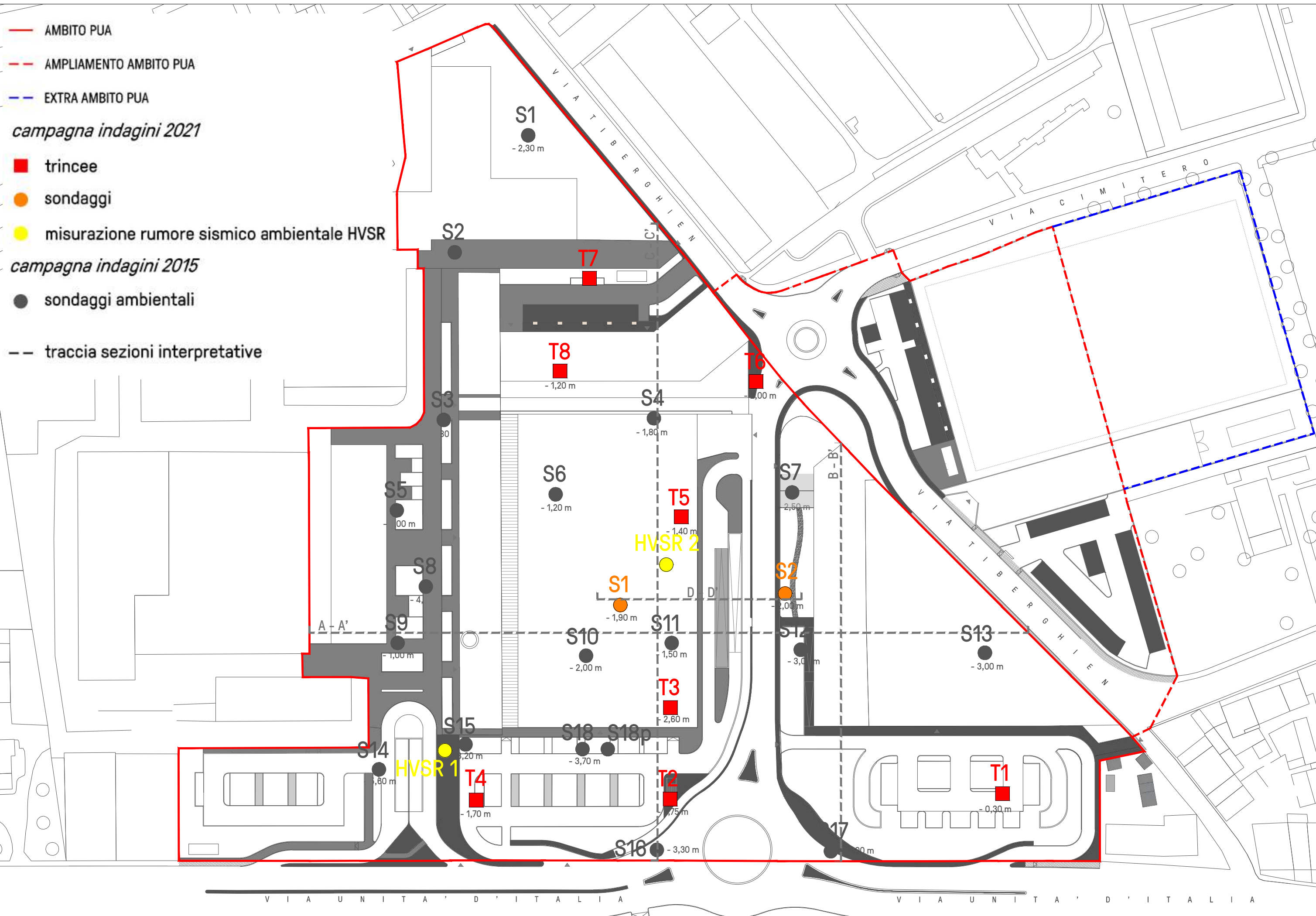
ALLEGATO 1

COROGRAFIA IN SCALA 1:5.000



ALLEGATO 2

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI





ALLEGATO 3

DOCUMENTAZIONE TRINCEE ESPLORATIVE

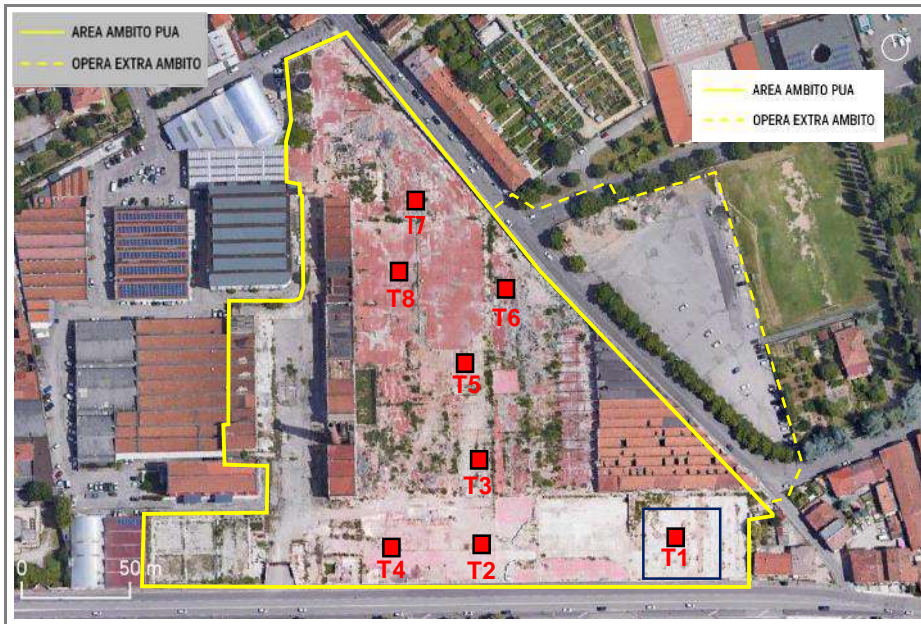


trincea T1

data 2 novembre 2021

luogo ex Opificio Tiberghien

profondità 1,50 m da p.c.



UBICAZIONE



POSTAZIONE



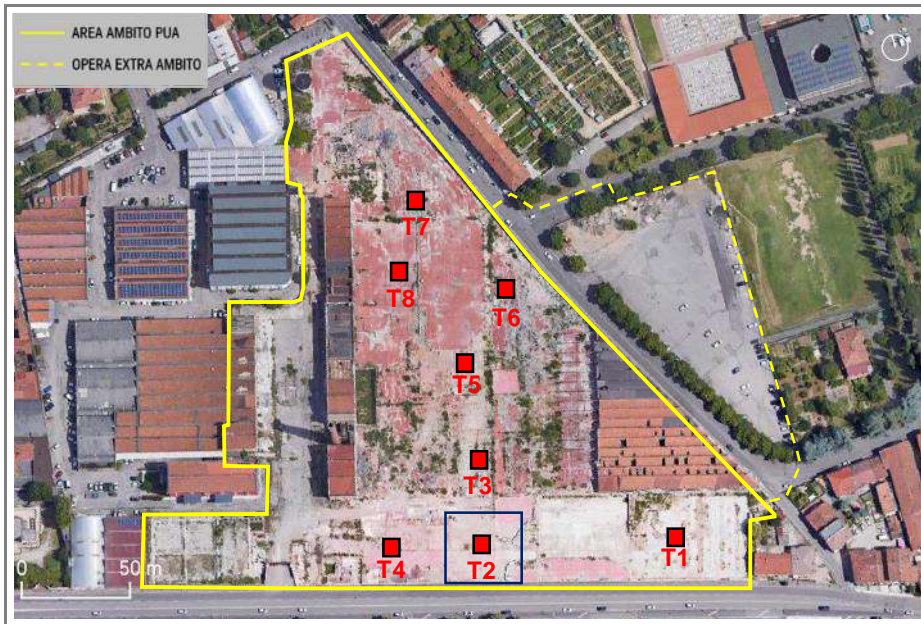
PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	UNITÀ
0,0 ÷ 0,30	PAVIMENTAZIONE e SOLETTA	P
0,30 ÷ 1,5	GHIAIA ciottolosa in matrice sabbiosa in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici e di dimensioni anche superiori ai 10 cm ben arrotondati e con medio – bassa angolosità.	G

CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "G"





<i>trincea</i>	T2
<i>data</i>	2 novembre 2021
<i>luogo</i>	ex Opificio Tiberghien
<i>profondità</i>	3,3 m da p.c.



UBICAZIONE

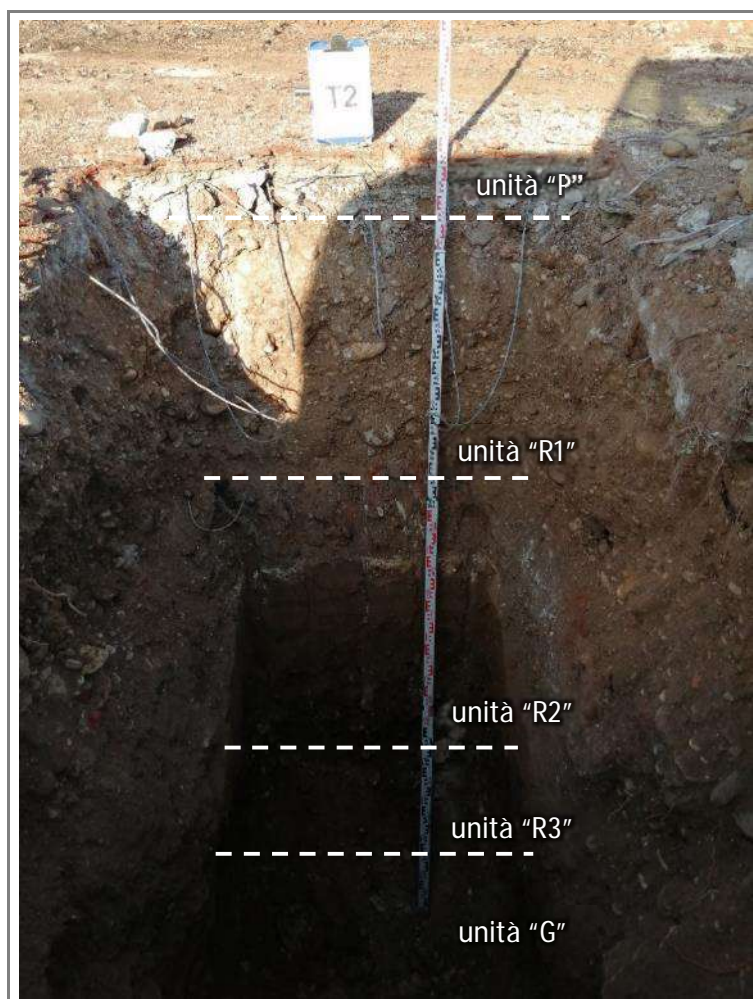


POSTAZIONE



PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	UNITÀ
0,0 ÷ 0,15	PAVIMENTAZIONE e SOLETTA	P
0,15 ÷ 1,55	RIPORTO di color marrone, costituito da sabbia e ciottoli in rapporti reciproci variabili nonché da elementi di natura antropica come resti di laterizi. Gli elementi lapidei, per lo più di dimensioni inferiori ai 5 cm eccetto qualche sparso trovante ($f \leq 15$ cm), appaiono caratterizzati da medio grado di sfericità e bassa e medio-bassa angolosità.	R1
1,55 ÷ 2,30	RIPORTO limo argilloso ciottoloso di color marrone con sparsi resti di laterizi. Eterogranulari ($3 \text{ cm} \leq f \leq 15 \text{ cm}$), i ciottoli mostrano medio grado di sfericità e medio-alta angolosità.	R2
2,30 ÷ 2,75	GHIAIA CON LIMO ciottolosa di color marrone scuro. Gli elementi lapidei, di dimensioni comprese fra 3 e 15 cm con qualche raro trovante ($f \leq 20$ cm), appaiono caratterizzati da elevato grado di sfericità e bassa angolosità. Orizzonte non in giacitura naturale.	R3
2,75 ÷ 3,30	GHIAIA ciottolosa in matrice sabbiosa in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici e di dimensioni anche superiori ai 10 cm ben arrotondati e con medio – bassa angolosità.	G

PARETE DI SCAVO





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R1"



CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R2"





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R3"

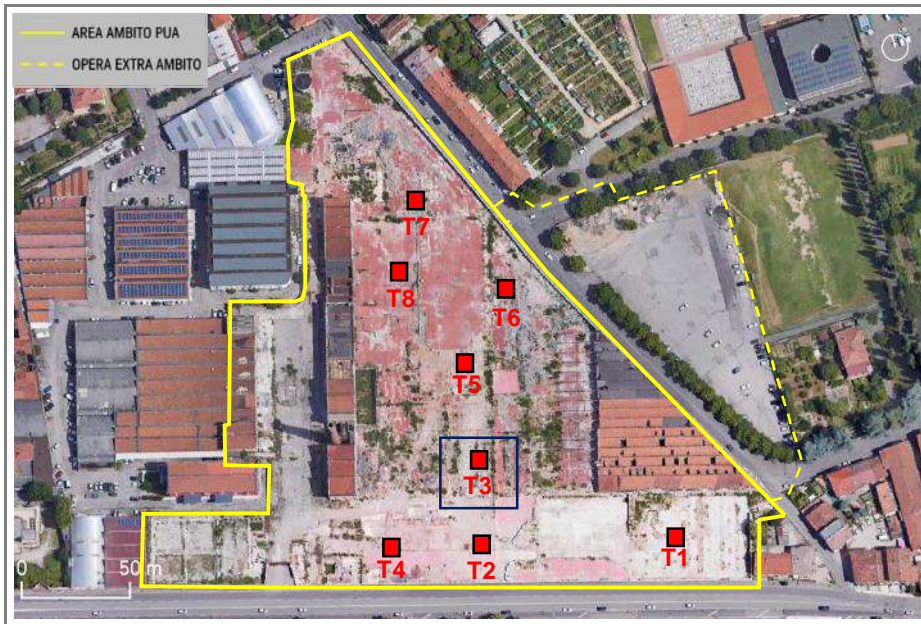


CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "G"





<i>trincea</i>	T3
<i>data</i>	2 novembre 2021
<i>luogo</i>	ex Opificio Tiberghien
<i>profondità</i>	3,00 m da p.c.



UBICAZIONE

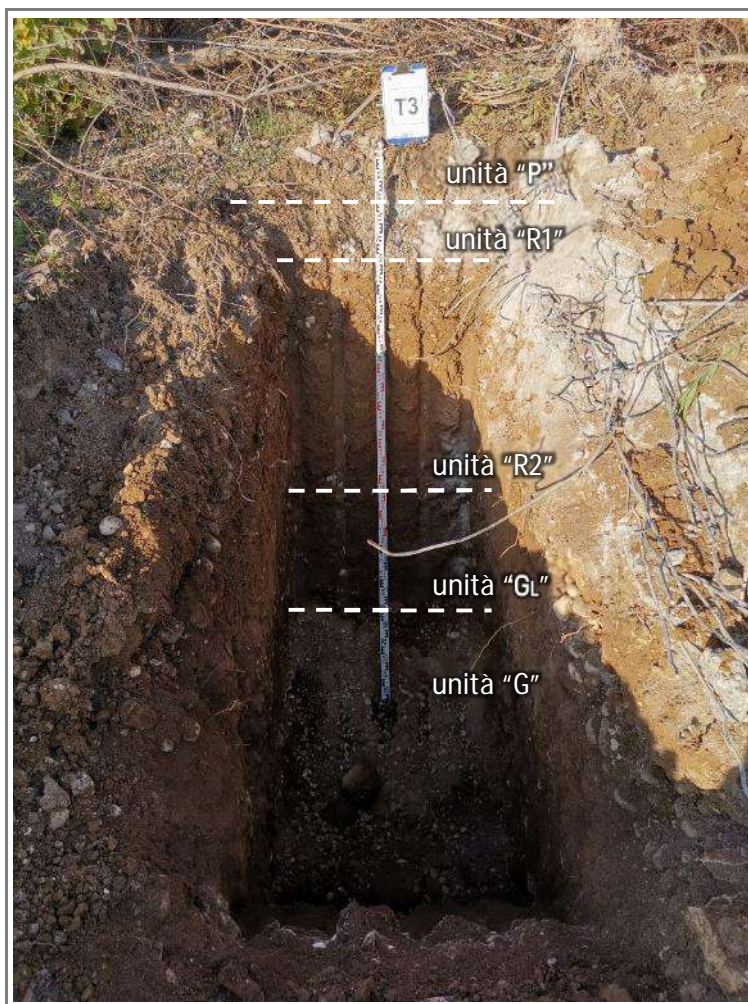


POSTAZIONE



PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	UNITÀ
0,0 ÷ 0,30	PAVIMENTAZIONE e SOLETTA.	P
0,30 ÷ 0,60	RIPORTO di color marrone, costituito da sabbia e ciottoli in rapporti reciproci variabili nonché da elementi di natura antropica come resti di laterizi. I Gli elementi lapidei, per lo più di dimensioni inferiori ai 5 cm eccetto qualche sparso trovante ($\phi \leq 15$ cm), appaiono caratterizzati da medio grado di sfericità e bassa e medio-bassa angolosità.	R1
0,60 ÷ 1,50	RIPORTO limo argilloso ciottoloso di color marrone con sparsi resti di laterizi. I ciottoli eterogranulari, di dimensioni inferiori ai 10 cm ca., mostrano medio grado di sfericità e medio-alta angolosità.	R2
1,50 ÷ 2,60	GHIAIA CON LIMO ciottolosa di color marrone scuro. Gli elementi lapidei, di dimensioni comprese fra 3 e 15 cm con qualche raro trovante ($\phi \leq 20$ cm), appaiono caratterizzati da elevato grado di sfericità e bassa angolosità. Orizzonte non in giacitura naturale.	R3
2,60 ÷ 3,00	GHIAIA ciottolosa in matrice sabbiosa in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici e di dimensioni anche superiori ai 10 cm ben arrotondati e con medio – bassa angolosità.	G

PARETE DI SCAVO





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "P"



CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R1"





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R2"

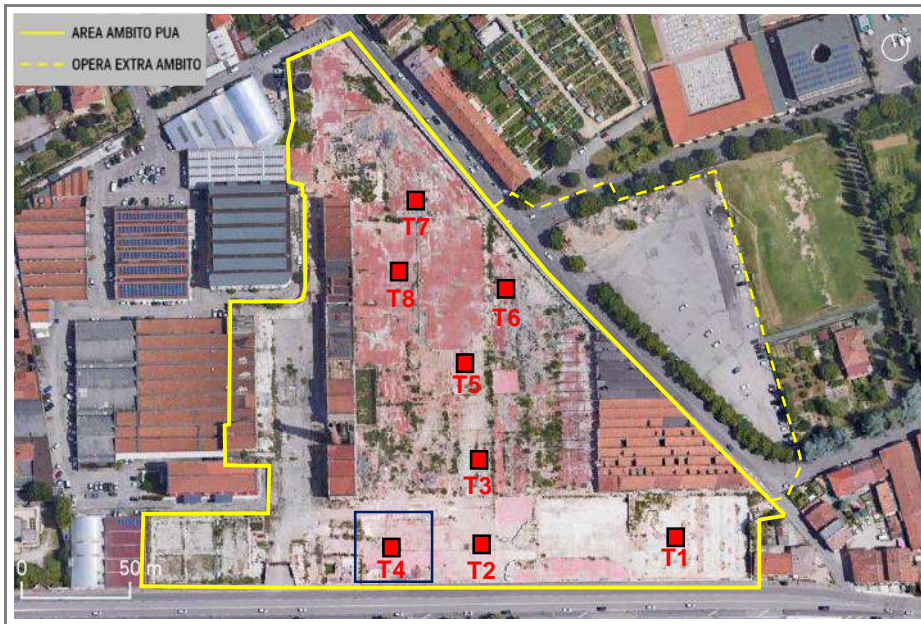


CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "G"





<i>trincea</i>	T4
<i>data</i>	2 novembre 2021
<i>luogo</i>	ex Opificio Tiberghien
<i>profondità</i>	2,30 m da p.c.



UBICAZIONE

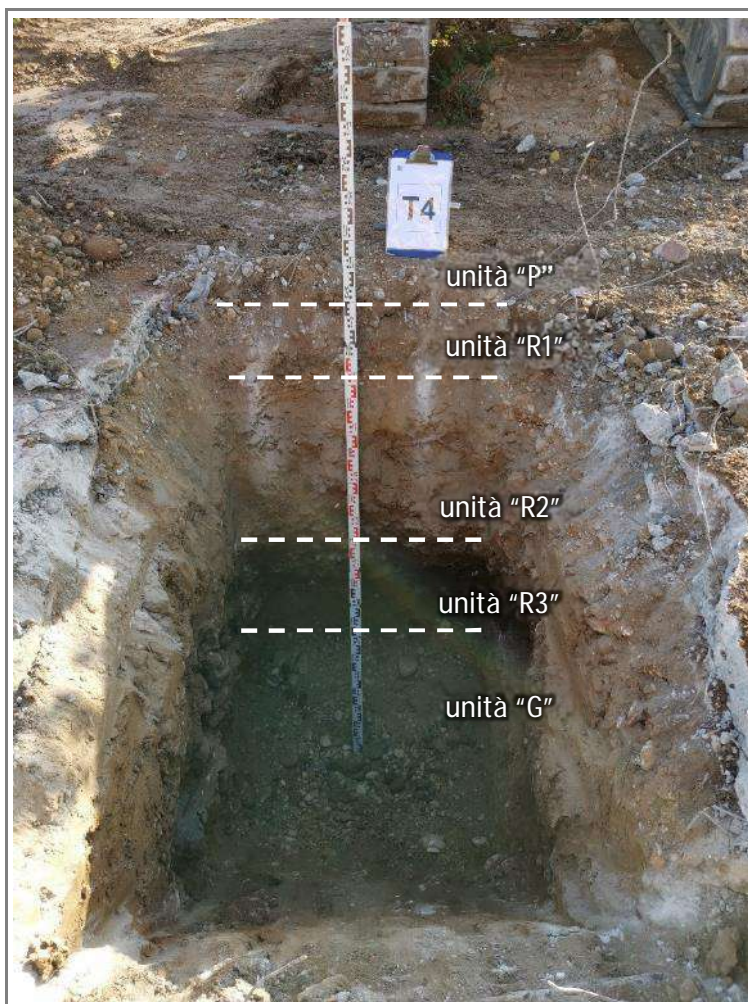


POSTAZIONE



PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	UNITÀ
0,0 ÷ 0,15	PAVIMENTAZIONE e SOLETTA.	P
0,15 ÷ 0,50	RIPORTO di color marrone, costituito da sabbia e ciottoli in rapporti reciproci variabili nonché da elementi di natura antropica come resti di laterizi. Gli elementi lapidei, per lo più di dimensioni inferiori ai 5 cm eccetto qualche sparso trovante ($\phi \leq 20$ cm), appaiono caratterizzati da medio grado di sfericità e bassa e medio-bassa angolosità.	R1
0,50 ÷ 1,10	RIPORTO limo argilloso ciottoloso di color marrone con sparsi resti di laterizi. Eterogranulari ($3 \text{ cm} \leq \phi \leq 15 \text{ cm}$), i ciottoli mostrano medio grado di sfericità e medio-alta angolosità.	R2
1,10 ÷ 1,70	GHIAIA CON LIMO ciottolosa di color marrone scuro. Gli elementi lapidei, di dimensioni comprese fra 3 e 15 cm con qualche raro trovante ($\phi \leq 20$ cm), appaiono caratterizzati da elevato grado di sfericità e bassa angolosità. Orizzonte non in giacitura naturale.	R3
1,70 ÷ 2,30	GHIAIA ciottolosa in matrice sabbiosa in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici e di dimensioni anche superiori ai 10 cm ben arrotondati e con medio – bassa angolosità.	G

PARETE DI SCAVO





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R1"



CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R3"



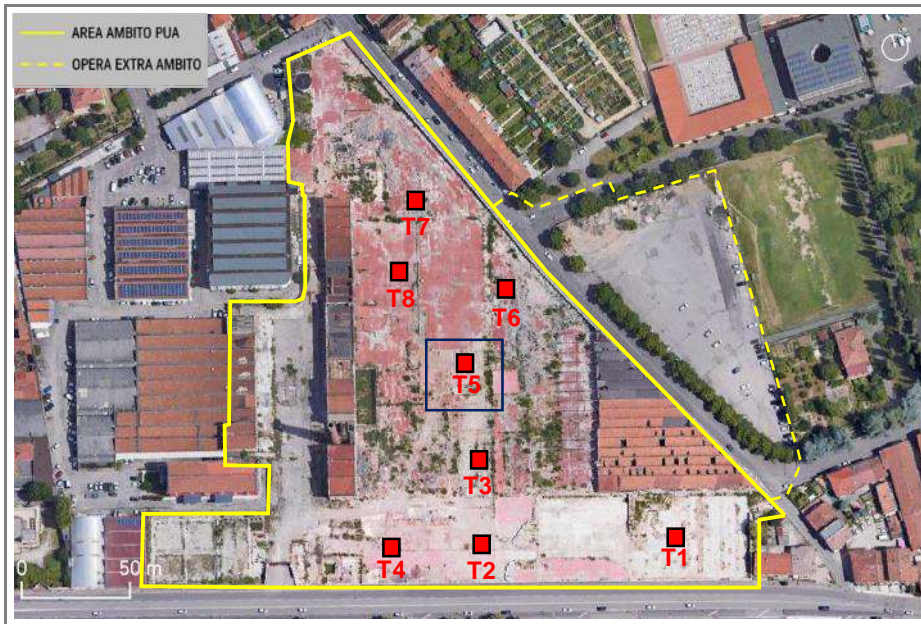


CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "G"





trincea T5
data 3 novembre 2021
luogo ex Opificio Tiberghien
profondità 2,3 m da p.c.



UBICAZIONE

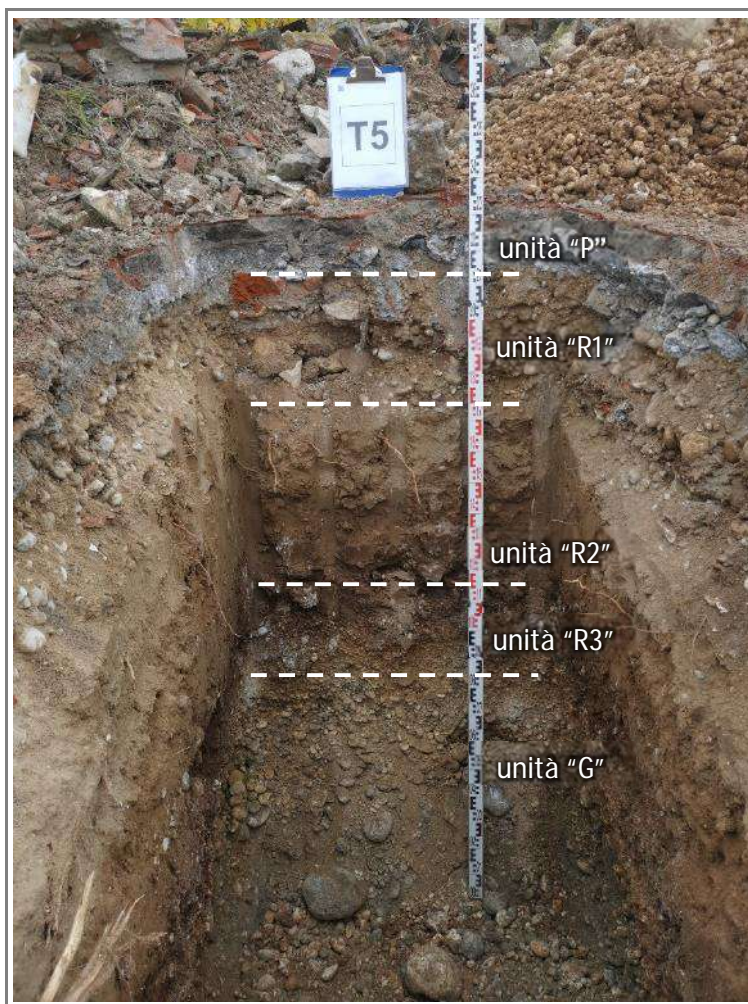


POSTAZIONE



PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	UNITÀ
0,0 ÷ 0,20	Pavimentazione e soletta.	P
0,20 ÷ 0,60	RIPORTO di color marrone, costituito da sabbia e ciottoli in rapporti reciproci variabili nonché da elementi di natura antropica come resti di laterizi. Gli elementi lapidei, per lo più di dimensioni inferiori ai 5 cm eccetto qualche sparso trovante ($\phi \leq 15$ cm), appaiono caratterizzati da medio grado di sfericità e bassa e medio-bassa angolosità.	R1
0,60 ÷ 1,00	RIPORTO limo argilloso ciottoloso di color marrone con sparsi resti di laterizi. I ciottoli eterogranulari, di dimensioni inferiori ai 10 cm ca., mostrano medio grado di sfericità e medio-alta angolosità.	R2
1,00 ÷ 1,40	GHIAIA CON LIMO ciottolosa di color marrone scuro. Gli elementi lapidei, di dimensioni comprese fra 3 e 15 cm con qualche raro trovante ($\phi \leq 20$ cm), appaiono caratterizzati da elevato grado di sfericità e bassa angolosità. Orizzonte non in giacitura naturale.	R3
1,40 ÷ 2,30	GHIAIA ciottolosa in matrice sabbiosa in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici e di dimensioni anche superiori ai 10 cm ben arrotondati e con medio – bassa angolosità.	G

PARETE DI SCAVO





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R2"

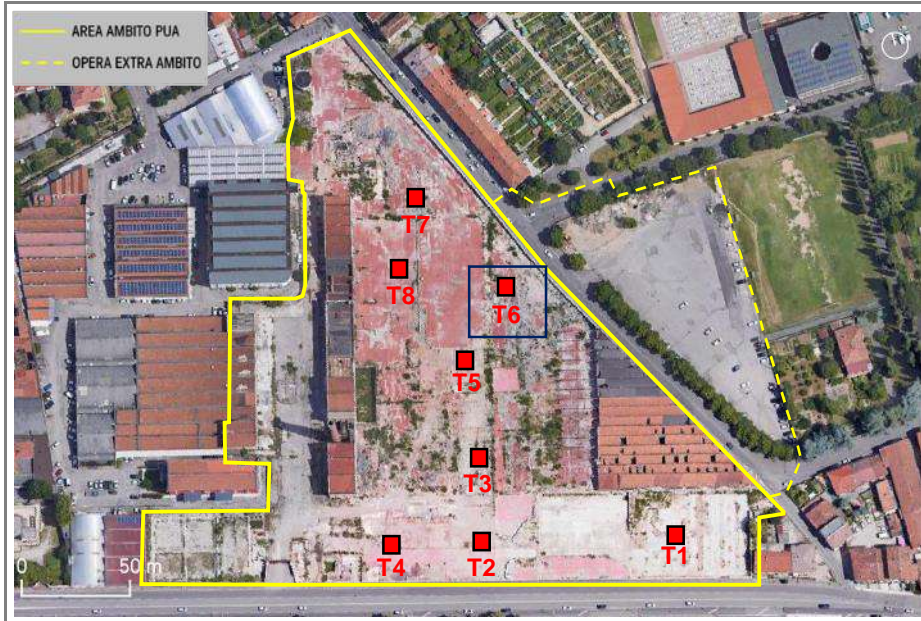


CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "G"





<i>trincea</i>	T6
<i>data</i>	3 novembre 2021
<i>luogo</i>	Scheda Norma RA 28 - Comune di Verona intervento di recupero ex ufficio Tiberghien
<i>profondità</i>	3,00 m da p.c.



UBICAZIONE

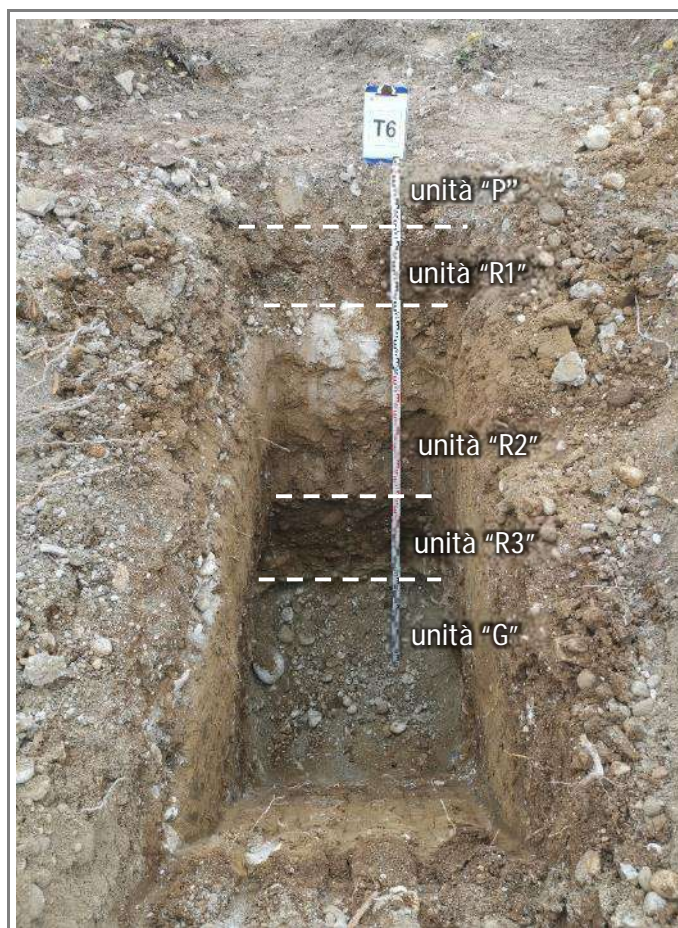


POSTAZIONE



PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	UNITÀ
0,0 ÷ 0,30	PAVIMENTAZIONE e SOLETTA.	P
0,30 ÷ 0,70	RIPORTO di color marrone, costituito da sabbia e ciottoli in rapporti reciproci variabili. Gli elementi lapidei, per lo più di dimensioni inferiori ai 5 cm eccetto qualche sparso trovante ($\phi \leq 15$ cm), appaiono caratterizzati da medio grado di sfericità e bassa e medio-bassa angolosità.	R1
0,70 ÷ 1,50	RIPORTO limo argilloso ciottoloso di color marrone con resti di laterizi Eterogranulari ($3 \text{ cm} \leq \phi \leq 15 \text{ cm}$), i ciottoli mostrano medio grado di sfericità e medio-alta angolosità.	R2
1,50 ÷ 2,00	GHIAIA CON LIMO ciottolosa di color marrone scuro. Gli elementi lapidei, di dimensioni comprese fra 3 e 15 cm con qualche raro trovante ($\phi \leq 20$ cm), appaiono caratterizzati da elevato grado di sfericità e bassa angolosità. Orizzonte non in giacitura naturale.	R3
2,00 ÷ 3,00	GHIAIA ciottolosa in matrice sabbiosa in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici e di dimensioni anche superiori ai 10 cm ben arrotondati e con medio – bassa angolosità.	G

PARETE DI SCAVO





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R2"



CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R3"



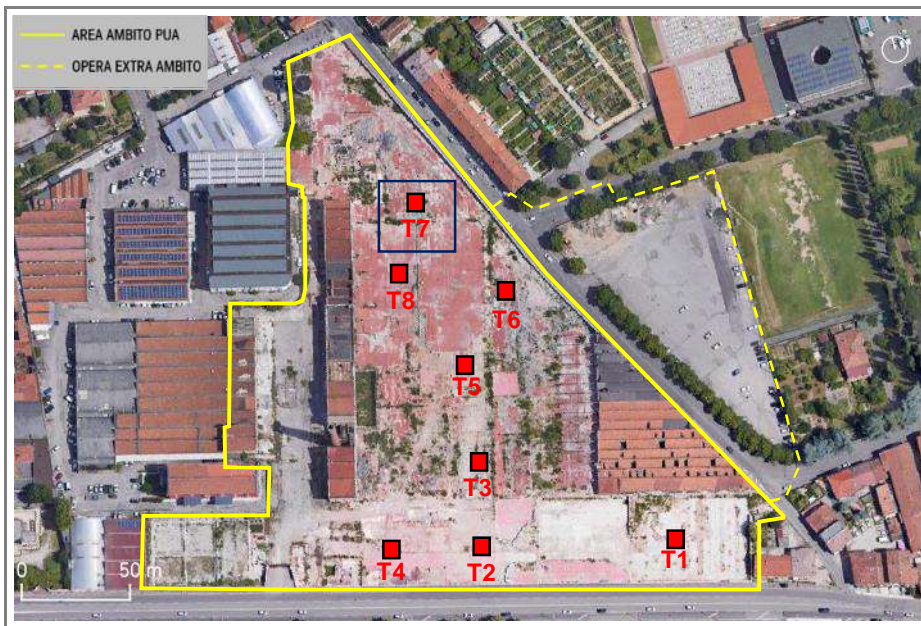


CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "G"





trincea T7
data 3 novembre 2021
luogo ex Opificio Tiberghien
profondità 3,70 m da p.c.



UBICAZIONE

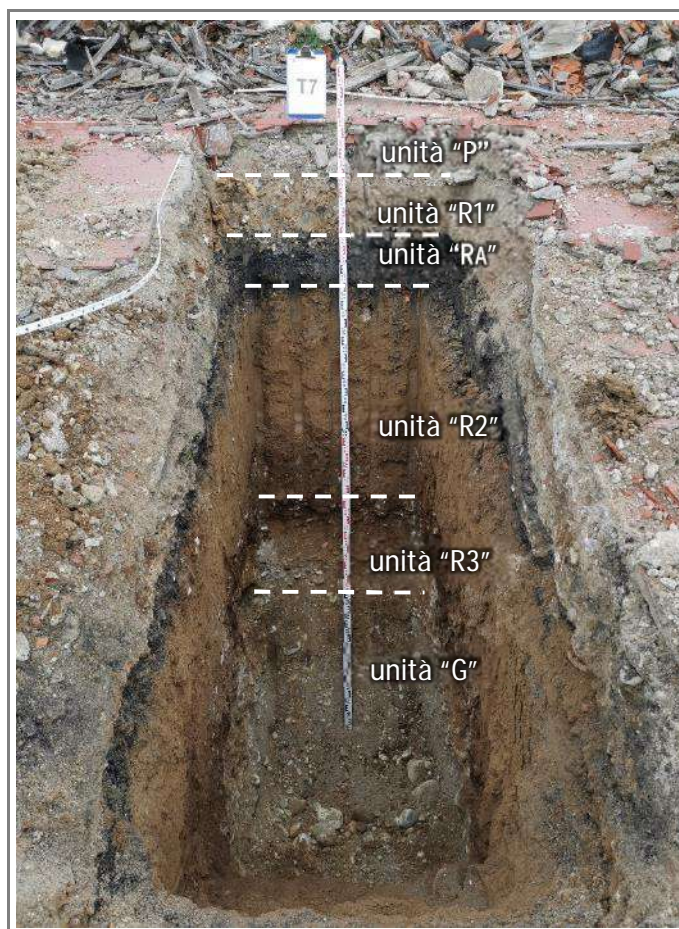


POSTAZIONE



PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	UNITÀ
0,0 ÷ 0,30	PAVIMENTAZIONE e SOLETTA.	P
0,30 ÷ 0,70	RIPORTO di color marrone, costituito da sabbia e ciottoli in rapporti reciproci variabili nonché da elementi di natura antropica come resti di laterizi. Gli elementi lapidei, per lo più di dimensioni inferiori ai 5 cm eccetto qualche sparso trovante ($\phi \leq 15$ cm), appaiono caratterizzati da medio grado di sfericità e bassa e medio-bassa angolosità.	R1
0,70 ÷ 0,90	RIPORTO di cenere nera riconducibile ad asfalto con resti di laterizi	RA
0,90 ÷ 1,50	RIPORTO limo argilloso ciottoloso di color marrone con sparsi resti di laterizi. Eterogranulari ($3 \text{ cm} \leq \phi \leq 10 \text{ cm}$), i ciottoli mostrano medio grado di sfericità e medio-alta angolosità.	R2
1,50 ÷ 2,20	GHIAIA CON LIMO ciottolosa di color marrone scuro. Gli elementi lapidei, di dimensioni comprese tra 3 e 15 cm con qualche raro trovante ($\phi \leq 15$ cm), appaiono caratterizzati da elevato grado di sfericità e bassa angolosità. Orizzonte non in giacitura naturale.	R3
2,20 ÷ 3,70	GHIAIA ciottolosa in matrice sabbiosa in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici e di dimensioni anche superiori ai 10 cm ben arrotondati e con medio – bassa angolosità.	G

PARETE DI SCAVO





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "Ra"



CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R2"





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R3"

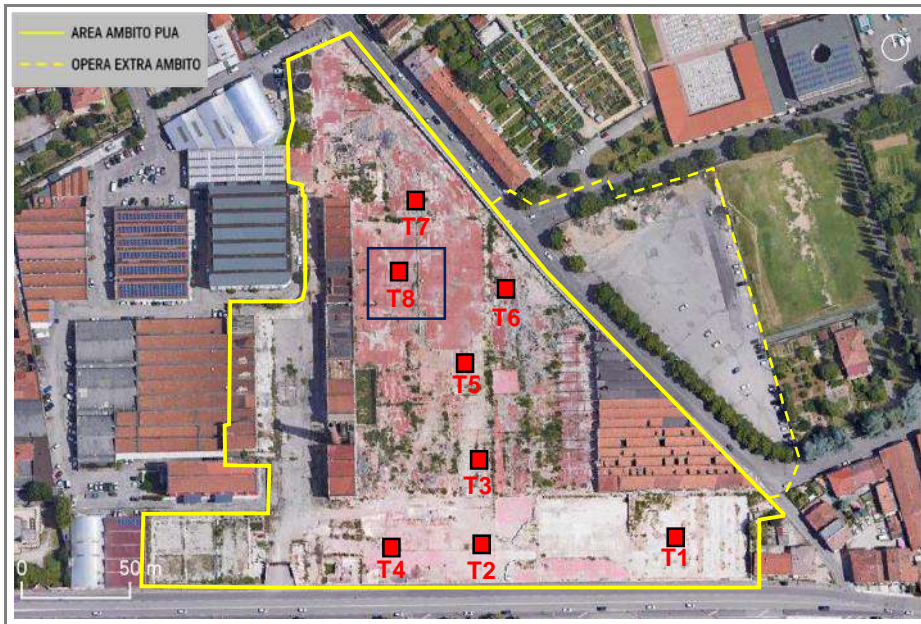


CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "G"





<i>trincea</i>	T8
<i>data</i>	3 novembre 2021
<i>luogo</i>	ex Opificio Tiberghien
<i>profondità</i>	2,10 m da p.c.



UBICAZIONE

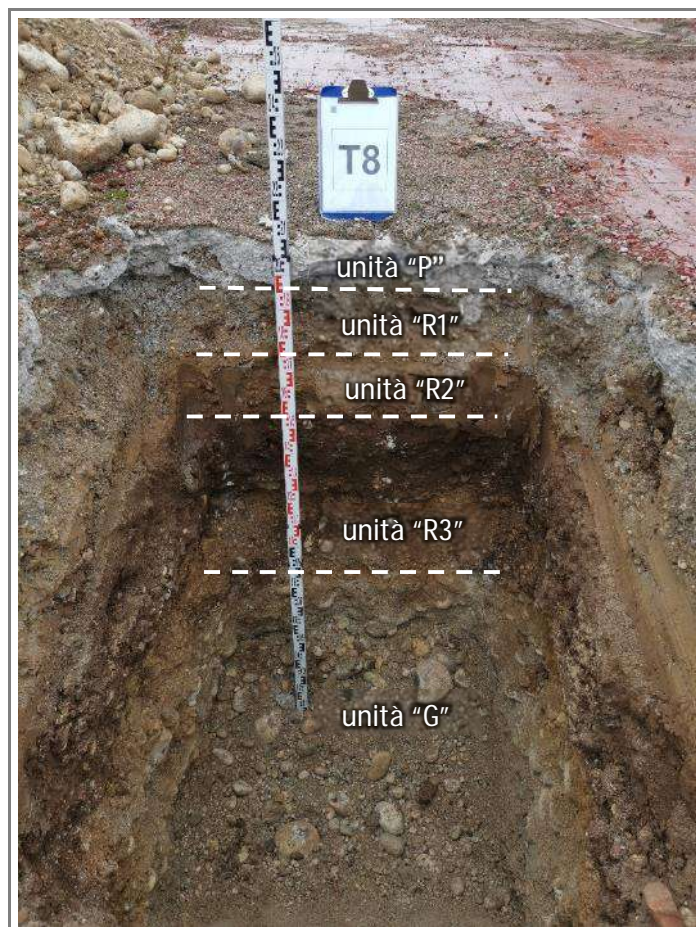


POSTAZIONE



PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	UNITÀ
0,0 ÷ 0,15	PAVIMENTAZIONE e SOLETTA.	P
0,15 ÷ 0,30	RIPORTO di color marrone, costituito da sabbia e ciottoli in rapporti reciproci variabili nonché da elementi di natura antropica come resti di laterizi. Gli elementi lapidei, per lo più di dimensioni inferiori ai 5 cm eccetto qualche sparso trovante ($\phi \leq 15$ cm), appaiono caratterizzati da medio grado di sfericità e bassa e medio-bassa angolosità.	R1
0,30 ÷ 0,60	RIPORTO limo argilloso ciottoloso di color marrone con sparsi resti di laterizi Eterogranulari ($3 \text{ cm} \leq \phi \leq 10 \text{ cm}$), i ciottoli mostrano medio grado di sfericità e medio-alta angolosità.	R2
0,60 ÷ 1,20	GHIAIA CON LIMO ciottolosa di color marrone scuro. Gli elementi lapidei, di dimensioni comprese tra 3 e 15 cm con qualche raro trovante ($\phi \leq 15$ cm), appaiono caratterizzati da elevato grado di sfericità e bassa angolosità. Orizzonte non in giacitura naturale.	R3
1,20 ÷ 2,10	GHIAIA ciottolosa in matrice sabbiosa in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici e di dimensioni anche superiori ai 10 cm ben arrotondati e con medio – bassa angolosità.	G

PARETE DI SCAVO





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R1"



CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "R2"





CUMULO DI MATERIALE ESCAVATO RIFERIBILE ALL'UNITÀ "G"





ALLEGATO 4

DOCUMENTAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI



DATI CANTIERE

committente: SETTERAGGI PROGETTI S.R.L.
 ubicazione: Via Unità d'Italia (VR)
 data: 02/11/2021
 Direttore dei Lavori: Geol. Alberto Cò
 Ditta esecutrice: Pergeo s.r.l.

DATI ESECUTIVI

quota piano campagna: 62,25 m s.l.m.
 profondità: 20,0 m
 mezzo meccanico: sonda gommata
 metodo perforazione: carotaggio continuo a rotazione
 diametro perforazione: carotiere semplice $\varnothing = 127$ (0,0 \pm 9,0 m da p.c.)
 101 mm (9,0 \pm 20,0 m da p.c.)
 $\varnothing = 127$ mm (0,0 \pm 20,0 m da p.c.)
 rivestimento:
 falda: - 16.30 m da p.c. (45,95 m s.l.m.)

PROFONDITA' (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAMPIONE			falda
		pocket penetr.	S.P.T.	unità	
0,80	SABBIA e CIOTTOLI in rapporti reciproci variabili, elementi di natura antropica (resti di laterizi)			R1	
1 1,50	LIMO argilloso debolmente ghiaioso di color marrone/nocciola, molto compatto, con rari resti di laterizi.	fondo scala		R2	
1,90 2	GHIAIA LIMOSA di color marrone tendente al grigio. Gli elementi lapidei, poligenici e di dimensioni comprese fra 3 e 5 cm, appaiono caratterizzati da medio alto grado di sfericità e media angolosità.	fondo scala		R3	
3 4 5 6 7 8 9 10	GHIAIA ciottolosa in matrice SABBIOSA in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici di dimensioni anche superiori ai 10 cm, ben arrotondati e con medio - bassa angolosità.			G	



DATI CANTIERE

committente: SETTERAGGI PROGETTI S.R.L.
ubicazione: Via Unità d'Italia (VR)
data: 02/11/2021
Direttore dei Lavori: Geol. Alberto Cò
Ditta esecutrice: Pergeo s.r.l.

DATI ESECUTIVI

quota piano campagna: 62,25 m s.l.m.
profondità: 20,0 m
mezzo meccanico: sonda gommata
metodo perforazione: carotaggio continuo a rotazione
diametro perforazione: carotiere semplice $\varnothing = 127$ (0,0 \div 9,0 m da p.c.)
101 mm (9,0 \div 20,0 m da p.c.)
rivestimento: $\varnothing = 127$ mm (0,0 \div 20,0 m da p.c.)
falda: - 16.30 m da p.c. (45,95 m s.l.m.)

PROFONDITA' (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAMPIONE			falda	
		pocket penetr.	S.P.T.	unità		
11	GHIAIA ciottolosa in matrice SABBIOSA in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici di dimensioni anche superiori ai 10 cm, ben arrotondati e con medio - bassa angolosità.					
12						
13						
14						
15					G	
16						
17						
18						
19						
20		FINE SONDAGGIO				



INTERVALLO:
0.0 ÷ 5.0 m





INTERVALLO:
5.0 ± 10.0 m





INTERVALLO:
10.0 ± 15.0 m





INTERVALLO:
15.0 ± 20.0 m





DATI CANTIERE

committente: SETTERAGGI PROGETTI S.R.L.
 ubicazione: Via Unità d'Italia (VR)
 data: 02/11/2021
 Direttore dei Lavori: Geol. Alberto Cò
 Ditta esecutrice: Pergeo s.r.l.

DATI ESECUTIVI

quota piano campagna: 62,15 m s.l.m.
 profondità: 20,0 m
 mezzo meccanico: sonda gommata
 metodo perforazione: carotaggio continuo a rotazione
 diametro perforazione: carotiere semplice $\varnothing = 127$ (0,0 \pm 9,0 m da p.c.)
 101 mm (9,0 \pm 20,0 m da p.c.)
 rivestimento: $\varnothing = 127$ mm (0,0 \pm 20,0 m da p.c.)
 falda: - 16,20 m da p.c. (45,95 m s.l.m.)

PROFONDITA' (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAMPIONE			falda
		pocket penetr.	S.P.T.	unità	
0,50	SABBIA e CIOTTOLI in rapporti reciproci variabili, elementi di natura antropica come resti di laterizi			R1	
1 1,00	LIMO argilloso debolmente ghiaioso di color marrone/nocciola, molto compatto, con rari resti di laterizi.	fondo scala		R2	
2 2,00	GHIAIA LIMOSA di color marrone tendente al grigio. Gli elementi lapidei, poligenici e di dimensioni comprese fra 3 e 5 cm, appaiono caratterizzati da medio alto grado di sfericità e media angolosità. Orizzonte non in giacitura naturale.			R3	
3	GHIAIA ciottolosa in matrice SABBIOSA in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici di dimensioni anche superiori ai 10 cm, ben arrotondati e con medio - bassa angolosità.			G	
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					



DATI CANTIERE

committente: SETTERAGGI PROGETTI S.R.L.
ubicazione: Via Unità d'Italia (VR)
data: 02/11/2021
Direttore dei Lavori: Geol. Alberto Cò
Ditta esecutrice: Pergeo s.r.l.

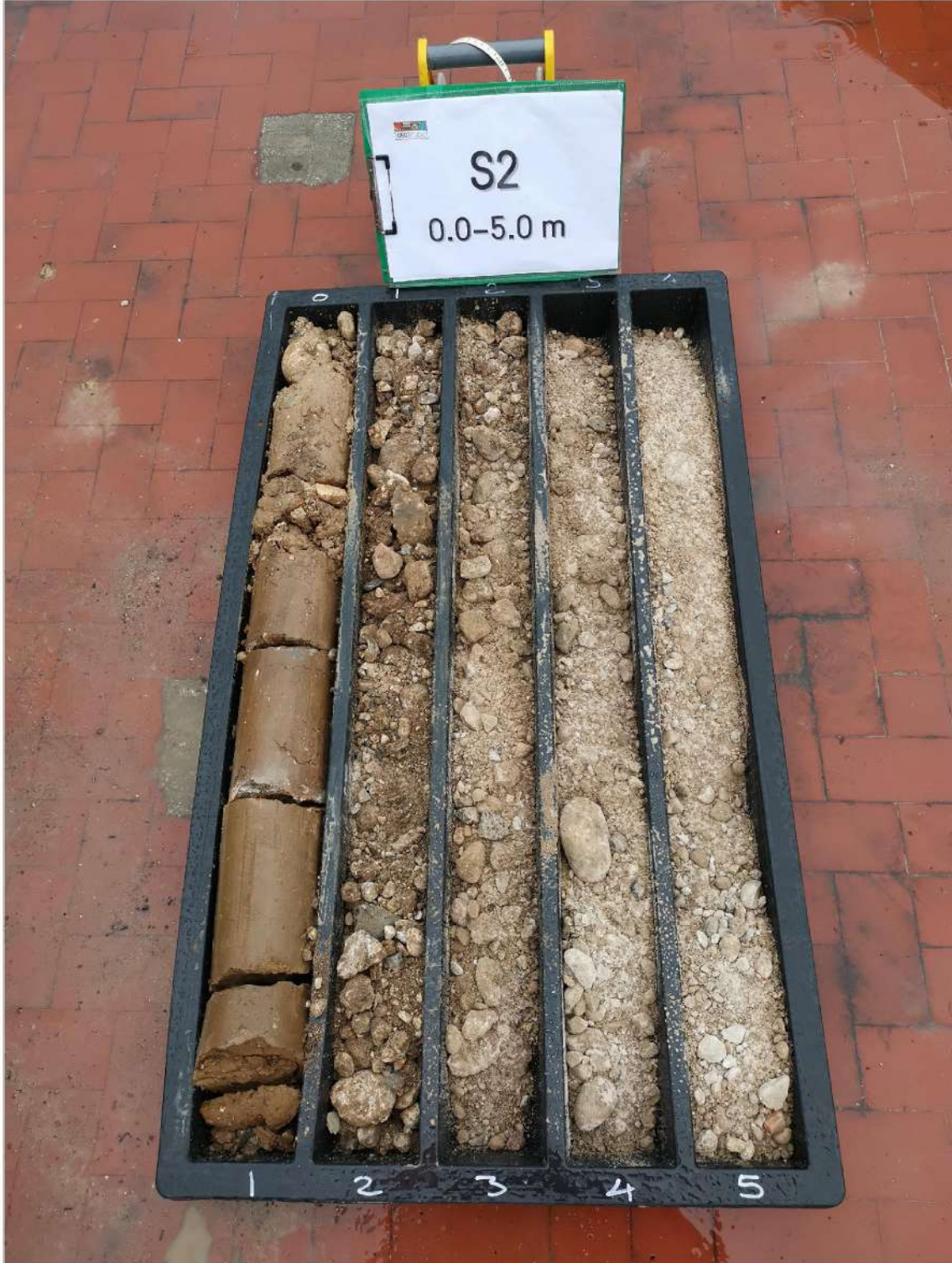
DATI ESECUTIVI

quota piano campagna: 62,15 m s.l.m.
profondità: 20,0 m
mezzo meccanico: sonda gommata
metodo perforazione: carotaggio continuo a rotazione
diametro perforazione: carotiere semplice $\varnothing = 127$ (0,0 \div 9,0 m da p.c.)
101 mm (9,0 \div 20,0 m da p.c.)
rivestimento: $\varnothing = 127$ mm (0,0 \div 20,0 m da p.c.)
falda: - 16,20 m da p.c. (45,95 m s.l.m.)

PROFONDITA' (m da p.c.)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAMPIONE			falda
		pocket penetr.	S.P.T.	unità	
11	GHIAIA ciottolosa in matrice SABBIOSA in giacitura naturale, ben classata, presenta ciottoli poligenici di dimensioni anche superiori ai 10 cm, ben arrotondati e con medio - bassa angolosità.				
12					
13					
14					
15					G
16					
17					
18					
19					
20		FINE SONDAGGIO			



INTERVALLO:
0.0 ÷ 5.0 m





INTERVALLO:
5.0 ÷ 10.0 m





INTERVALLO:
10.0 ± 15.0 m





INTERVALLO:
15.0 ± 20.0 m





ALLEGATO 5

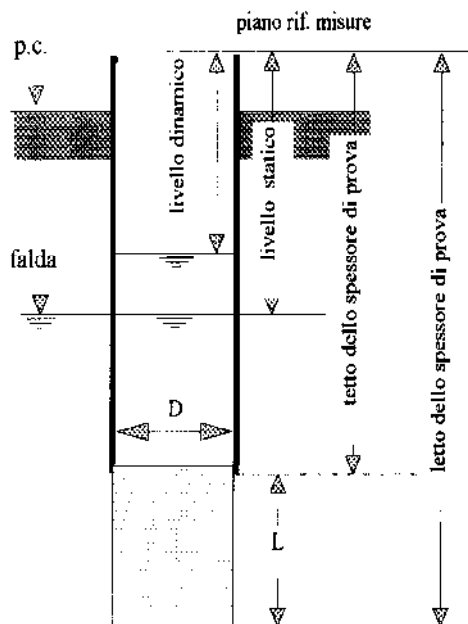
DOCUMENTAZIONE PROVE DI PERMEABILITA'

Prova di permeabilità tipo "Lefranc"

Metodo con carico variabile

CANTIERE: ex Opificio Tiberghien
 COMMITTENTE: VERONA 2007 – ASPIAG SPA
 DATA: 02/11/2021

Caratteristiche esecutive	Caratteristiche del terreno
prova in IMMISSIONE ESTRAZIONE foro n° S1 prova n° PP1 Lunghezza tasca L (cm) = 20 Ø rivestimento D (cm)= 12,7 Quota rel. piano campagna (m) = 62,25	prof. falda 16,00 m da p.c. materiale GHIAIA in matrice SABBIOSA debolmente limosa prova eseguita nel tratto da m 4,00 a m 4,20 dal p.c.



Abbassamenti in funzione del tempo

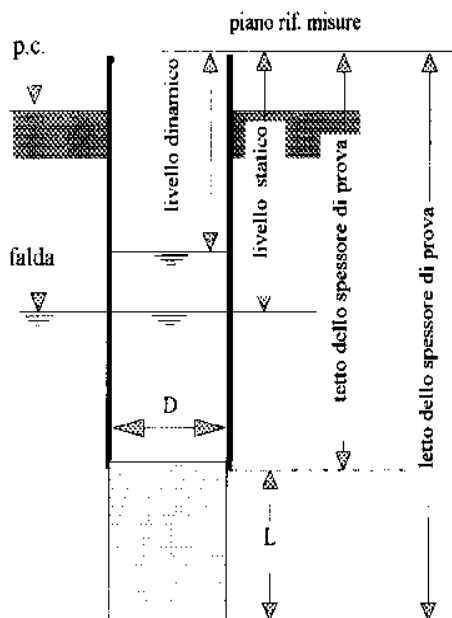
h (cm) da rif.	t (sec)	h (cm) da rif.	t (sec)
0	0		
12	10		
22	15		
32	30		
80	60		
120	90		
147	120		
202	180		
280	300		
330	450		
355	600		
370	1200		

Prova di permeabilità tipo "Lefranc"

Metodo con carico variabile

CANTIERE: ex Opificio Tiberghien
 COMMITTENTE: VERONA 2007 – ASPIAG SPA
 DATA: 02/11/2021

Caratteristiche esecutive	Caratteristiche del terreno
prova in IMMISSIONE ESTRAZIONE foro n° S2 prova n° PP2 Lunghezza tasca L (cm) = 20 Ø rivestimento D (cm) = 12,7 Quota rel. piano campagna (m) = 62,15	prof. falda 16,00 m dal p.c. materiale GHIAIA in matrice SABBIOSA debolmente limosa prova eseguita nel tratto da m 3,50 a m 3,70 dal p.c.



Abbassamenti in funzione del tempo

h (cm) da rif.	t (sec)	h (cm) da rif.	t (sec)
0	0		
80	15		
130	30		
210	60		
260	120		
292	180		
309	240		
316	270		
322	300		
327	330		
331	360		
335	390		
337	420		



ALLEGATO 6

INDAGINE SISMICA



REGIONE DEL VENETO

Provincia di Verona



Caratterizzazione geofisica del sottosuolo tramite la tecnica sismica H.V.S.R.

Via Unità d'Italia
Comune di Verona (VR)

Committente:
Dr. Geol. Alberto Cò

Data: gennaio 2022



STUDIOSISMA SRL
SS. PASUBIO 10, COSTABISSARA (VI)
TEL. 0445212962 / 3490567455
info@studiosisma.com
CF/P.IVA 03797510249 / SDI USAL8PV

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	CENNI TEORICI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	3
3.	EVOLUZIONE NORMATIVA E CENNI DI INGEGNERIA SISMICA	5
4.	INTERPRETAZIONE DELLE MISURE ESEGUITE	7
5.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	10

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Responsabile di Progetto	Autori	Collaboratori
M. Collareda	L. Guerra	



1. PREMESSA

Il giorno 11 gennaio 2022 è stata condotta un'indagine sismica in via Unità d'Italia nel comune di Verona (VR), su incarico del Dr. Geol. Alberto Cò (Fig. n° 1 - Estratto da Google Earth).

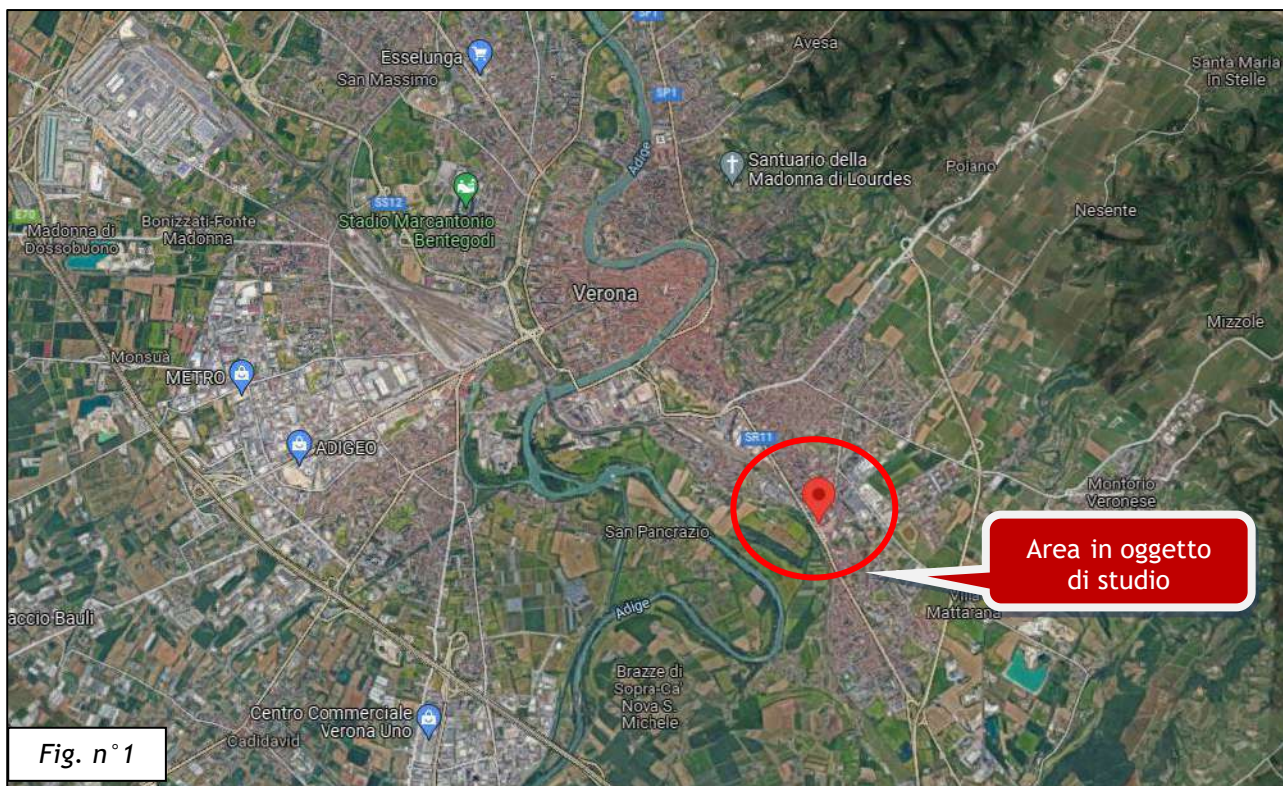


Fig. 1 - Estratto da Google Earth

3

Lo scopo di quest'indagine è la caratterizzazione sismica del sottosuolo e, in particolare, l'individuazione delle frequenze di vibrazione del terreno, come espressamente richiesto dalla normativa vigente (*Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17-01-2018*). A tal fine sono state eseguite n° 2 registrazioni di rumore sismico ambientale in seguito elaborate con la tecnica di Nakamura (H.V.S.R.).

L'esatta ubicazione dell'area d'indagine è stata ottenuta tramite un posizionatore GPS interno alla strumentazione geofisica utilizzata e di seguito riportata in gradi e minuti con decimali secondo lo standard WGS-84 di ogni misura effettuata:

HVSR	Latitudine	Longitudine
HVSR n° 1	45.43590° N (WGS-84)	11.03604° E (WGS-84)
HVSR n° 2	45.43622° N (WGS-84)	11.03708° E (WGS-84)

2. CENNI TEORICI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o H.V.S.R., Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non richiede nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale. Si dovranno adottare adeguate precauzioni nel costruire edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericoloso per la stabilità degli stessi;

- la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito, sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito (*free field*) e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la **velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Sarà quindi possibile calcolare la $V_{s,eq}$ e la relativa categoria di sottosuolo come esplicitamente richiesto dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 gennaio 2018*;
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un *range* di indagine compreso tra 0,5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostante per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica H.V.S.R. si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremori. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

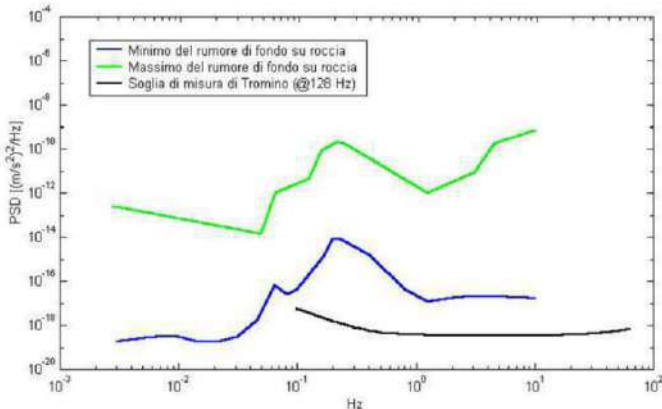
1. dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s ;
2. dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
3. dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:

$$\text{segnale registrazione al sito } x = \text{sorgente} * \text{effetti di percorso} * \text{funzione trasferimento strumento}$$

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche *microtremore* poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi poiché il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione riguardante la sorgente è persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni concernenti il percorso del segnale e, in particolare, relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, H.V.S.R. che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali del sottosuolo; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Moho S.p.a. modello "Tromino ENGY - PLUS" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno due terne velocimetriche con i sensori ortogonali tra loro e con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. Nella figura seguente si riporta la curva di rumore di "Tromino" a confronto con i modelli standard di Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.



Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (H.V.S.R.) basati sulla simulazione del campo d'onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981). Operativamente si costruisce un modello teorico H.V.S.R. avente tante discontinuità sismiche quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita. Successivamente, tramite uno specifico algoritmo, si cercherà di

adattare la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si otterranno gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde Vs. Per eseguire la procedura sopra descritta in maniera univoca è necessario conoscere la profondità di un riflettore acustico individuabile nello spettro sismico registrato.

3. EVOLUZIONE NORMATIVA E CENNI DI INGEGNERIA SISMICA

La storia della classificazione sismica Italiana comincia dopo il terribile terremoto di Reggio Calabria e Messina del 1908 (XI grado MCS) che provocò la morte di circa 80.000 persone. In seguito a questo evento ci fu un deciso impegno dello Stato a tradurre in legge le conoscenze scientifiche e tecniche sulle costruzioni sino ad allora maturate. Fu così emanato il Regio decreto n° 193 [1909] nel quale è contenuta la prima classificazione sismica del territorio Italiano. Negli anni a seguire si continuò ad aggiornare la normativa tecnica ampliando la classificazione in base alle zone colpite da eventi sismici. Nel 1962 fu pubblicata la Legge n° 1684, in seguito ai terremoti di Carnia (1956), Valle del Velino (1961) e Irpinia (1962) dove, per la prima volta, si prescrisse l'applicazione delle norme sismiche ai comuni "soggetti a intensi movimenti sismici" e non solo a quelli colpiti dal terremoto. In seguito ai terremoti dei Monti Nebroli (1967), della Valle del Belice (1968) e di Tuscania (1971), fu emanata la Legge n° 64 [1974], che costituisce una pietra miliare nel panorama della normativa sismica poiché stabilì che la classificazione sismica dovesse procedere sulla base di comprovate motivazioni tecniche scientifiche.

5

La promulgazione dell'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/3/2003 e successive modifiche ed integrazioni ha determinato sul panorama nazionale un grande rinnovamento sul fronte della normativa tecnica in zona sismica, rappresentata fino ad allora dai contenuti del D.M. 16 gennaio 1996. La principale novità introdotta dall'O.P.C.M. n° 3274 è l'abbandono del carattere puramente prescrittivo e convenzionale che caratterizzava le norme tecniche di vecchia concezione, come il D.M. 16/01/1996, per abbracciare un'impostazione puramente prestazionale, in cui gli obiettivi della progettazione e quindi il livello di sicurezza sono esplicitamente dichiarati, a seconda della risposta sismica attesa per la struttura e il sito di costruzione, per un prefissato livello di severità dell'azione sismica.

Le attuali norme tecniche per le costruzioni (N.T.C. D.M. - 17 gennaio 2018) ereditano gran parte dei contenuti dell'O.P.C.M. n° 3274 in merito alla progettazione in zone sismiche; tuttavia rispetto a quest'ultimo documento sono anche stati apportati importanti cambiamenti, di cui forse il più rilevante riguarda la definizione dell'**azione sismica**.

Per comprendere pienamente il significato della nuova normativa è necessario rifarsi al concetto di **risposta sismica locale**. Dal punto di vista strettamente fisico, per effetto di sito (risposta sismica locale) s'intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S). Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale $H / V = 1$) con quello effettivamente misurato in superficie.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze che corrispondono alle frequenze naturali f_n di vibrazione del deposito:

$$f_n = 1 / T_n = (V_s * (2n - 1)) / (4 * H) \quad \text{con } n = 1, 2, \dots, \quad [3.1]$$

mentre risulta ridotto di amplificazione alle frequenze elevate a causa dello smorzamento del terreno. Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito denominata frequenza fondamentale di risonanza:

$$f_1 = 1 / T_1 = V_s / 4H \quad [3.2]$$

E' quindi necessario porre estrema attenzione a fenomeni di “**doppia risonanza**”, cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero, a dir poco, gravose.

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

$$\text{freq. naturale edificio} \approx 10 \text{ Hz} / \text{numero piani.} \quad [3.3]$$

E' la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

$$\text{freq. naturale edificio} \approx \text{freq. fondamentale di risonanza del sito} \quad [3.4]$$

ad essere particolarmente pericolosa, poiché da luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.

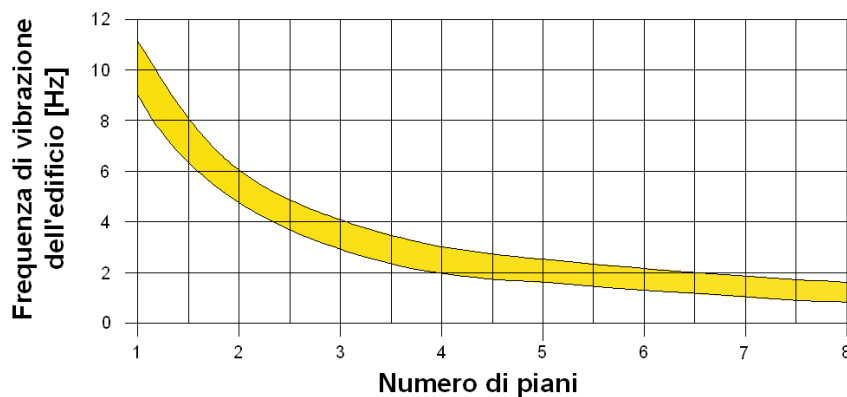


Figura - Frequenza di vibrazione degli edifici rapportata al numero di piani

4. INTERPRETAZIONE DELLE MISURE ESEGUITE

Nel caso specifico del sito in esame, si è cercato di correlare i valori di picco dello spettro di risposta H.V.S.R. con le frequenze fondamentali di risonanza di sito.

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si sono potute ricavare le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica.

Tutte le valutazioni sulle condizioni di amplificazione di sito sono state effettuate considerando la finestra frequenziale di 0,1-20 Hz, in quanto tali frequenze risultano essere quelle di normale interesse ingegneristico-strutturale. Inoltre, le amplificazioni sismiche considerate nella curva H/V sono state quelle con un rapporto superiore a 2: infatti, in base al progetto [SESAME](#), che di fatto fornisce le linee guida per misure sismiche H.V.S.R., il rapporto sotto il quale non si devono considerare le amplificazioni sismiche dovute ad effetti locali è fissato a 2.



Fig. n°2: Ubicazione prove in sito



HVSr n°1



HVSr n°2

HVSR n° 1

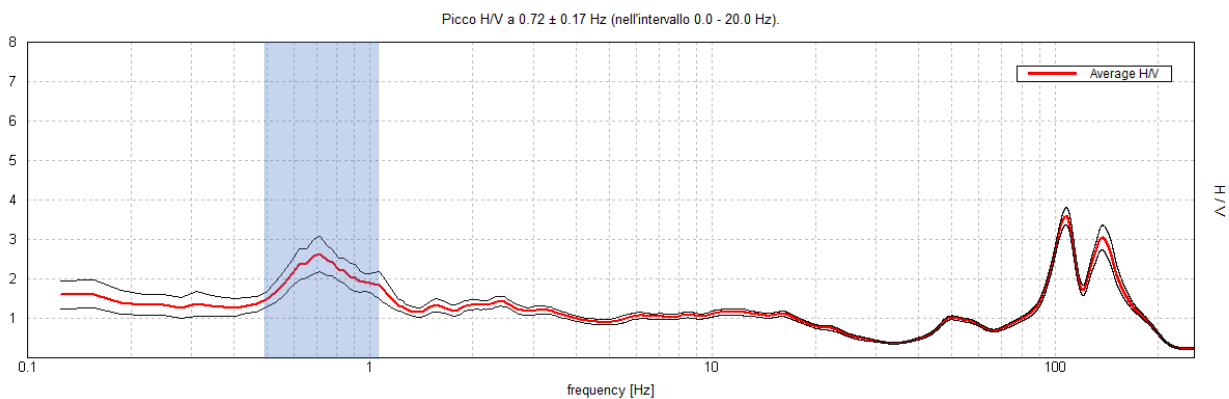
La frequenza caratteristica di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale ($H/V \approx 2,8$) nell'intervallo di normale interesse ingegneristico - strutturale (0,0 - 20 Hz), è risultata di $\approx 0,7$ Hz.

Frequenza caratteristica di risonanza registrata

$0,72 \pm 0,17$ Hz

È ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella naturale dell'edificio.

Si dovrà quindi porre estrema attenzione nell'edificare strutture aventi lo stesso periodo di vibrazione del terreno, poiché il rapporto H/V calcolato è tale da ipotizzare un fattore di amplificazione del moto sismico in superficie.



La curva spettrale rossa rappresenta l'andamento sismico registrato in campagna mentre quella blu è la curva sintetica generata dal codice di calcolo

Nella tabella seguente, s'illustra la qualità del segnale acquisito in base al progetto **SESAME** (Linee guida 2005). Per l'affidabilità della curva HVSR devono essere positivi i primi tre parametri mentre per avere un chiaro e pulito segnale del picco massimo devono essere soddisfatti almeno cinque dei sei criteri successivi. Si osserva quindi che il picco a 0.72 Hz soddisfa tutti i criteri e può pertanto essere assunto come frequenza fondamentale di risonanza del sito.

Picco H/V a 0.72 ± 0.17 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).			
Criteri per una curva H/V affidabile			
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$0.72 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$531.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 36	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro			
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.406 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.64 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04292 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.1746 < 0.10781$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4413 < 2.0$	OK	

HVSR n° 2

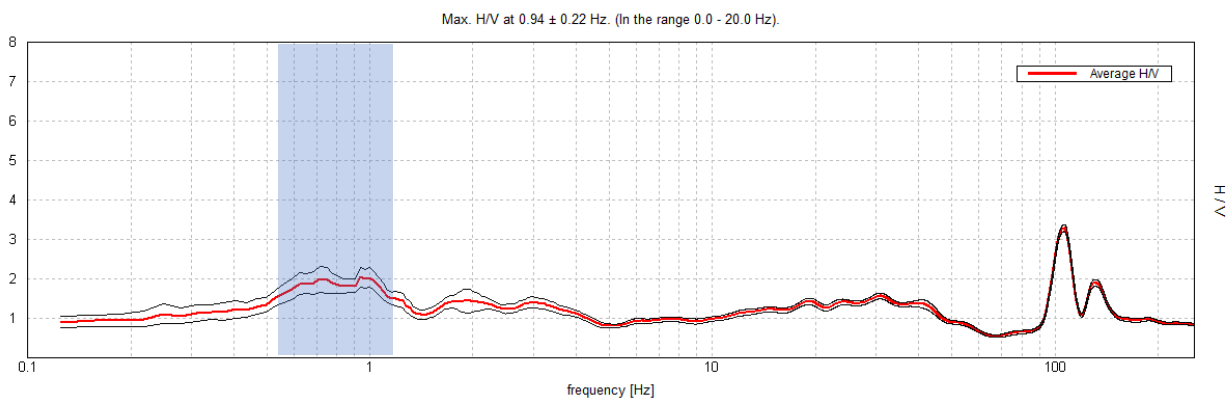
La frequenza caratteristica di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale ($H/V \approx 2,0$) nell'intervallo di normale interesse ingegneristico - strutturale (0,0 - 20 Hz), è risultata di $\approx 0,9$ Hz.

Frequenza caratteristica di risonanza registrata

$0,94 \pm 0,22$ Hz

È ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella naturale dell'edificio.

Si dovrà quindi porre estrema attenzione nell'edificare strutture aventi lo stesso periodo di vibrazione del terreno, poiché il rapporto H/V calcolato è tale da ipotizzare un fattore di amplificazione del moto sismico in superficie.



La curva spettrale rossa rappresenta l'andamento sismico registrato in campagna mentre quella blu è la curva sintetica generata dal codice di calcolo

Nella tabella seguente, s'illustra la qualità del segnale acquisito in base al progetto **SESAME** (Linee guida 2005). Per l'affidabilità della curva HVSR devono essere positivi i primi tre parametri mentre per avere un chiaro e pulito segnale del picco massimo devono essere soddisfatti almeno cinque dei sei criteri successivi. Si osserva quindi che il picco a 0.94 Hz soddisfa tutti i criteri e può pertanto essere assunto come frequenza fondamentale di risonanza del sito.

Picco H/V a 0.94 ± 0.22 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).			
Criteri per una curva H/V affidabile			
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	825.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 46	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro			
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.319	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.354	OK	
$A_0 > 2$	2.05 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03789 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.22302 < 0.14063$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2476 < 2.0$	OK	

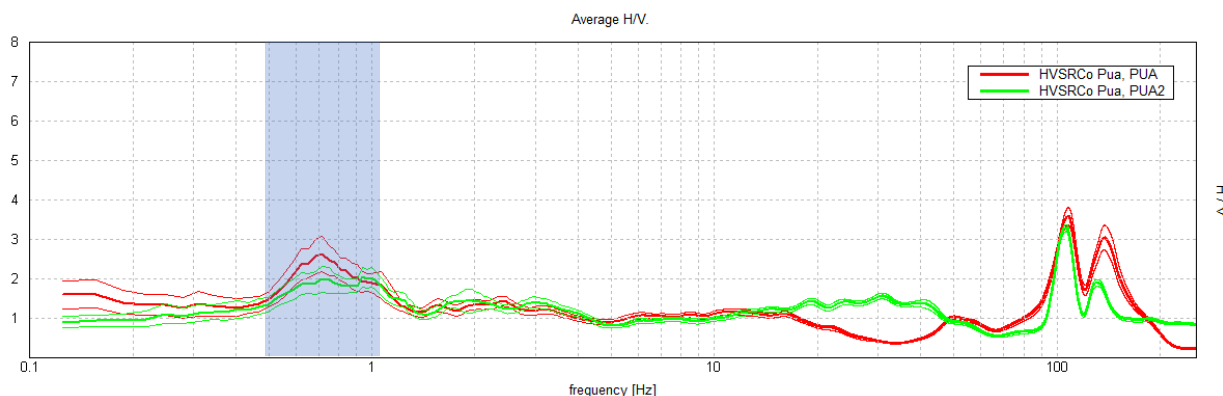
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La misura delle vibrazioni ambientali (note anche come rumore sismico ambientale o microtremori) o della sismicità di fondo (*weak motion*) consente di analizzare la variazione della risposta sismica di un sito al variare delle condizioni litostratigrafiche.

L'analisi dei microtremori attraverso la tecnica *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (H.V.S.R.) consente di mettere in luce fenomeni di risonanza sismica e di stimare le frequenze alle quali il moto del terreno può essere amplificato (frequenza di risonanza del terreno). Il metodo consente inoltre di valutare qualitativamente l'entità dell'amplificazione (ampiezza del picco H.V.S.R. alla frequenza F) - anche se l'ampiezza del picco H.V.S.R. è una grandezza da interpretare con cautela - e di fornire una stima indicativa sulla profondità del contrasto di impedenza che causa la risonanza sismica.

Dal punto di vista ingegneristico-strutturale il valore di risonanza del sottosuolo rappresenta un parametro fondamentale per una corretta progettazione sismica delle strutture. È ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscano le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella naturale dell'edificio. Si dovrà quindi porre estrema attenzione nell'edificare strutture aventi gli stessi periodi di vibrazione del terreno.

Dalla sovrapposizione delle misure HVSR eseguite nel sito, si può osservare che i valori di frequenza di sito sono del tutto coerenti tra loro e prossimi a 0,7 - 1,0 Hz. Tali valori di frequenza sono associabili a passaggi litologici a profondità maggiori di 100 m dal piano campagna locale.



Sovrapposizione delle misure sismiche eseguite: HVSR n°1 curva rossa - HVSR n°2 curva verde

Si ricorda che qualunque tecnica di geofisica applicata ha un margine di errore intrinseco variabile in funzione del tipo di tecnica usata, di strumentazione utilizzata e di problematiche incontrate durante la fase di acquisizione. Infine, i profili di V_s ricavati con questa metodologia, come tutti i metodi indiretti, non presentano una soluzione univoca e quindi più modelli possono fornire curve sintetiche simili tra loro.

Costabissara, gennaio 2022

STUDIOSISMA SRL
SS. PASUBIO 10, COSTABISSARA (VI)
TEL. 0444212962 / 3490567455
info@studiosisma.com
CF/P.IVA 03797510249 / SDI USAL8PV

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

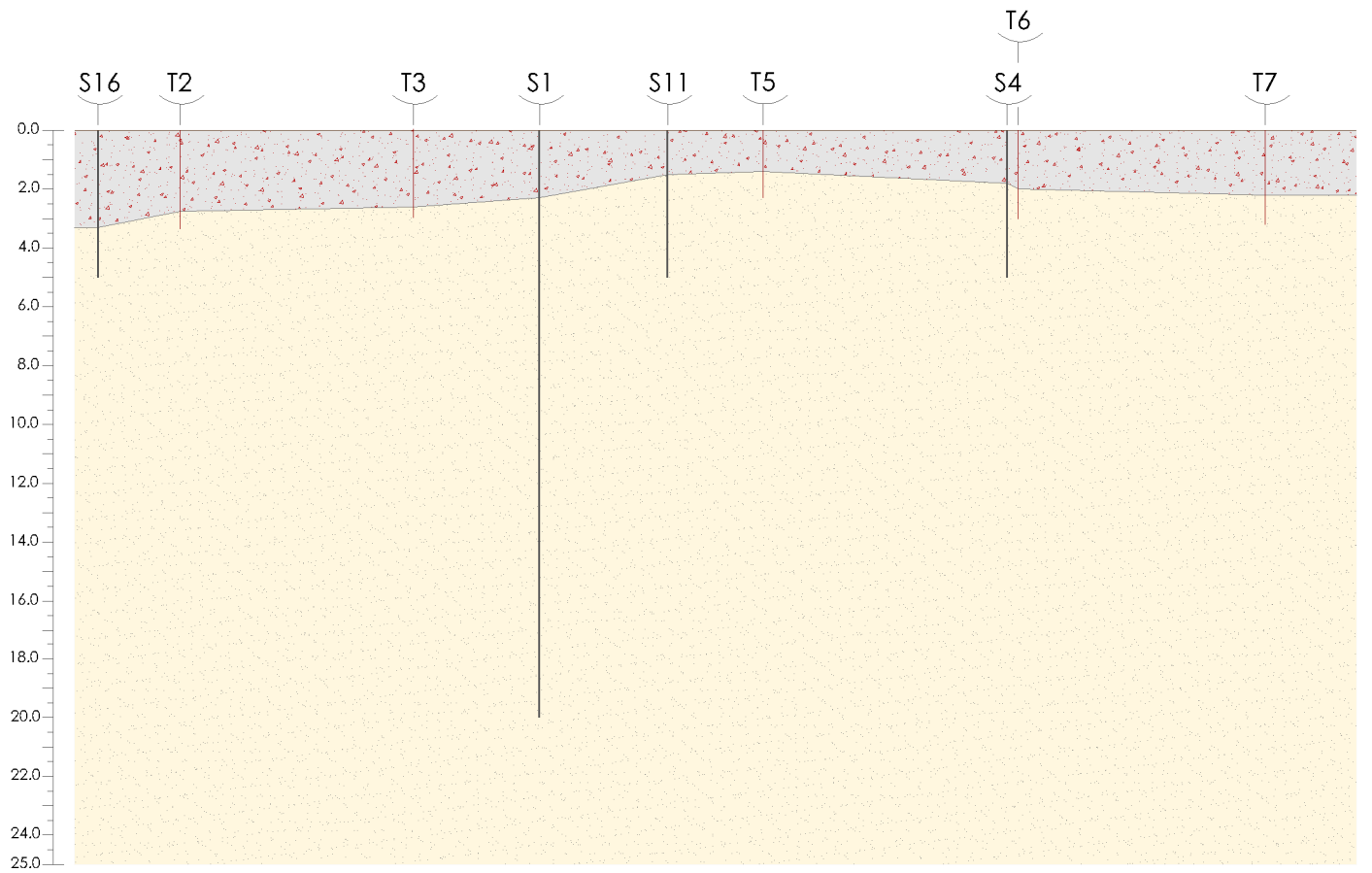
- ✓ Aki K., 1964. A note on the use of microseisms in determining the shallow structures of the earth's crust, *Geophysics*, 29, p. 665 - 666.
- ✓ Arai H. e Tokimatsu K., 2004. S-Wave Velocity Profiling by Inversion of Microtremor H/V Spectrum, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 94, p. 53 - 63.
- ✓ Castellaro S., Mulargia F. Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica, *Geologia Tecnica Regionale*, vol. 3.
- ✓ D'Amico V., Picozzi M., Albarello D., Naso G. e Tropenscovino S., 2004. Quick estimates of soft sediments thicknesses from ambient noise horizontal to vertical spectral ratios: a case study in southern Italy, *J. Earthq. Eng.*, 8, p. 895 - 908.
- ✓ Gallipoli R., La Penna V., Lorenzo P. et al., 2000. Comparison of geological and geophysical prospecting techniques in the study of a landslide in southern Italy, *European J. Environm. and Eng. Geophys.*, 4, p. 117 - 128.
- ✓ Ibs-von Seht M. e Wohlenberg J., 1999. Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments, *Bull. Seismol. Soc. America*, 89, p. 250 - 290.
- ✓ Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2001. A critical review of 10 Years of microtremor HVSR technique, *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 42, P. 255 - 266.
- ✓ Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2006. Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy, *Conf. Eartq. Eng. And Seismol.*, Ginevra, 3-8 Sept. no 270.
- ✓ Mulargia F., Castellaro S., Rossi P.L., 2007. Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica", *Il geologo - Ordine dei Geologi Regione Emilia-Romagna*.
- ✓ Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, 30, p. 25 - 30.





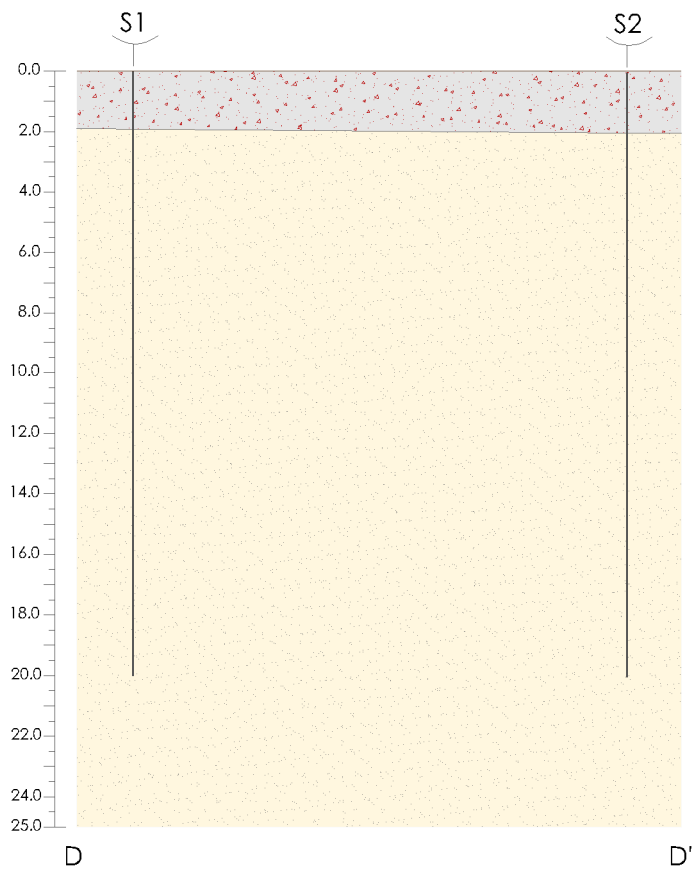
ALLEGATO 7

SEZIONI GEOLOGICHE INTERPRETATIVE



C

C'



D

D'



orizzonte di materiale riportato



ghiaia sabbiosa in giacitura naturale

S16

sondaggi a carotaggio continuo

T2

trincee geognostiche

scala verticale 1 : 400
scala orizzontale 1 : 100