

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.249 del 15/06/2023, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

Committente: **Concreta S.r.l.**
Indagine: **Via Pietro Castellino, 94 - Napoli**

Accettazione n°	734
Prova n°:	4272/05

Sondaggio: **S1** Campione: **C1** Profondità (m): **11.00:11.50**

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5) :dati sperimentali

1° incremento di carico		2° incremento di carico		3° incremento di carico		4° incremento di carico	
pressione=10 kPa		pressione=20 kPa		pressione=39 kPa		pressione=78 kPa	
Tempi (min)	Cedimento (mm)						
0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
0.17	0.024	0.17	0.018	0.17	0.031	0.17	0.066
0.33	0.024	0.33	0.019	0.33	0.034	0.33	0.070
0.50	0.024	0.50	0.020	0.50	0.035	0.50	0.072
1	0.025	1	0.021	1	0.038	1	0.077
2	0.026	2	0.022	2	0.129	2	0.080
4	0.027	4	0.024	4	0.138	4	0.085
10	0.029	10	0.026	10	0.147	10	0.090
20	0.033	20	0.029	20	0.154	20	0.093
		40	0.031	40	0.162	40	0.097
				100	0.171	100	0.102
				200	0.175	200	0.106
				400	0.180	400	0.110
				800	0.186	800	0.115
				1200	0.189	1200	0.118
				1440	0.191	1440	0.121

5° incremento di carico		6° incremento di carico		7° incremento di carico		8° incremento di carico	
pressione=147 kPa		pressione=294 kPa		pressione=588 kPa		pressione=1176 kPa	
Tempi (min)	Cedimento (mm)						
0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
0.17	0.079	0.17	0.123	0.17	0.143	0.17	0.163
0.33	0.084	0.33	0.129	0.33	0.151	0.33	0.176
0.50	0.087	0.50	0.133	0.50	0.157	0.50	0.183
1	0.092	1	0.140	1	0.165	1	0.193
2	0.097	2	0.147	2	0.174	2	0.203
4	0.102	4	0.153	4	0.182	4	0.212
10	0.108	10	0.162	10	0.194	10	0.225
20	0.113	20	0.169	20	0.203	20	0.234
40	0.119	40	0.176	40	0.212	40	0.244
100	0.126	100	0.186	100	0.224	100	0.258
200	0.133	200	0.194	200	0.233	200	0.269
400	0.139	400	0.202	400	0.242	400	0.281
800	0.146	800	0.210	800	0.251	800	0.293
1200	0.150	1200	0.215	1200	0.257	1200	0.300
1440	0.152	1440	0.218	1440	0.259	1440	0.302

Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.249 del 15/06/2023, ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n° 380

Committente: Concreta S.r.l.	Accettazione n° 734
Indagine: Via Pietro Castellino, 94 - Napoli	Prova n°: 4272/05

Sondaggio: **S1** Campione: **C1** Profondità (m): **11.00:11.50**

PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5) :dati sperimentali

9° incremento di carico		1° decremento di carico		2° decremento di carico	
pressione=2451 kPa		pressione=588 kPa		pressione=147 kPa	
Tempi (min)	Cedimento (mm)	Tempi (min)	Cedimento (mm)	Tempi (min)	Cedimento (mm)
0	0.000	0	0.000	0	0.000
0.17	0.220	0.17	-0.001	0.17	-0.054
0.33	0.225	0.33	-0.001	0.33	-0.056
0.50	0.239	0.5	-0.001	0.50	-0.057
1	0.246	1	-0.001	1	-0.059
2	0.255	2	-0.002	2	-0.060
4	0.264	4	-0.003	4	-0.062
10	0.278			10	-0.064
20	0.288			20	-0.066
40	0.298			40	-0.068
100	0.308			100	-0.070
200	0.318			200	-0.071
400	0.328				
800	0.338				
1200	0.341				
1440	0.343				

3° decremento di carico		4° decremento di carico	
pressione=39 kPa		pressione=10 kPa	
Tempi (min)	Cedimento (mm)	Tempi (min)	Cedimento (mm)
0	0.000	0	0.000
0.17	-0.040	0.17	-0.026
0.33	-0.041	0.33	-0.027
0.5	-0.042	0.50	-0.028
1	-0.044	1	-0.028
2	-0.045	2	-0.030
4	-0.047	4	-0.031
10	-0.050	10	-0.033
20	-0.052	20	-0.035
40	-0.055	40	-0.037
100	-0.058	100	-0.041
200	-0.061	200	-0.045
400	-0.063	400	-0.048
800	-0.066		

Committente: **Concreta S.r.l.**

Indagine: **Via Pietro Castellino, 94 - Napoli**

Sondaggio: **S1**

Campione: **C1**

Profondità (m): **11.00:11.50**

RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	3.63 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	49.71 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	46.67 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	0.00 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA:	Limo e sabbia
Passante ASTM 200:	

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)		
Limite di liquidità	w_L =	n.d.
Limite di plasticità	w_P =	n.d.
Indice di plasticità	I_P =	n.d.
Indice di consistenza	I_C =	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)		
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa		
Modulo Edometrico	M=	8.9 MPa
Coeff. di consolidazione	Cv=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa		
Modulo Edometrico	M=	13.1 MPa
Coeff. di consolidazione	Cv=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa		
Modulo Edometrico	M=	21.9 MPa
Coeff. di consolidazione	Cv=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa		
Modulo Edometrico	M=	37.0 MPa
Coeff. di consolidazione	Cv=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.
Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa		
Modulo Edometrico	M=	69.5 MPa
Coeff. di consolidazione	Cv=	n.d.
Permeabilità	k=	n.d.

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)		
Tensione a rottura	σ_{1r}=	n.d.

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	γ_s = 26.08 kN/m³
Contenuto d'acqua	w = 0.214
Peso di volume naturale	γ = 13.08 kN/m³
Peso di volume secco	γ_d = 10.77 kN/m³
Porosità	n = 0.587
Indice di porosità	e = 1.421
Grado di saturazione	Sr = 0.394

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI EN ISO 17892-10)		
Coesione efficace c' =	13 kPa	
Angolo di attrito efficace φ' =	35°	58'
Coesione efficace res. c _r ' =	n.d.	
Angolo di attrito residuo φ _r ' =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CID (UNI EN ISO 17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE UU (UNI EN ISO 17892-8)		
Coesione totale c _u =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ _u =	n.d.	

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI EN ISO 17892-9)		
Coesione efficace c' =	n.d.	
Angolo di attrito efficace φ' =	n.d.	
Coesione totale c =	n.d.	
Angolo di attrito totale φ =	n.d.	

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO 17892-11)		
In permeametro	n.d.	
In cella edometrica	n.d.	
In cella triassiale	k=	n.d. cm/s

N.B.: LA PRESENTE TABELLA NON FA PARTE DEI CERTIFICATI DI PROVA, MA RAPPRESENTA UNA SINTESI DEI DATI ED UNA LORO POSSIBILE INTERPRETAZIONE. IL LABORATORIO NON SI ASSUME RESPONSABILITA' CIRCA ERRONEA ELABORAZIONE DEI RISULTATI PRESENTATI, DI SPECIFICA RESPONSABILITA' DEL TECNICO INCARICATO DELL'INTERPRETAZIONE DEGLI STESSI

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 48 di 70

8 INDAGINI GEOFISICHE

Per meglio caratterizzare sismicamente l'area in studio sono stati eseguiti n. 1 stendimento sismico a rifrazione elaborato in chiave tomografica, n. 1 stendimento sismico di tipo MASW e n.1 prova sismica passiva di tipo HVSr.

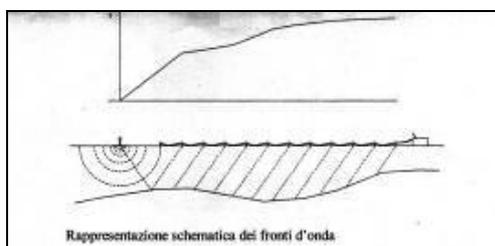
8.1 Prova Sismica in chiave tomografica

Tomografia sismica a rifrazione

È stato eseguito uno stendimento sismico (TS1) della lunghezza di 50 m, con distanza intergeofonica pari a 1.50 m. Lungo il profilo sono stati eseguiti oltre allo scoppio diretto, coniugato e centrale due scoppi intermedi. L'offset (distanza sorgente – geofono) ha assunto valori pari alla metà della distanza intergeofonica per gli scoppi interni allo stendimento, mentre per i due scoppi esterni l'offset ha assunto valori pari alla distanza intergeofonica.

La risposta sismica dei terreni è stata rilevata mediante l'utilizzo di un sismografo digitale "Echo 48/2010 Seismic Unit" a 48 canali di registrazione e con una disposizione sul terreno che ha previsto l'utilizzo di 24 geofoni.

L'indagine geosismica è stata realizzata avvalendosi del metodo sismico a rifrazione, che utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) nel sottosuolo. Tali onde vengono generate e si propagano nel terreno, ogniqualvolta quest'ultimo viene sottoposto a sollecitazioni sia di tipo naturale che artificiale (esplosioni, masse battenti, ecc).



Nel nostro caso sono stati creati artificialmente degli impulsi mediante l'utilizzo di una massa battente. Quando il suolo viene energizzato artificialmente si propagano in esso vari tipi di onde sismiche, quelle superficiali di maggiore ampiezza e quelle più veloci longitudinali (onde P) e trasversali (onde S); tra tutte queste si utilizzano, per i nostri scopi, esclusivamente le più veloci onde P rifratte dalle varie unità del sottosuolo.

Strumentazione adoperata

La strumentazione geosismica utilizzata comprende:

Sismografo "ECHO 48/2010 Seismic Unit" con 48 canali di registrazione simultanea a 24 bit, con filtri passa basso, passa alto ed a taglio di frequenza. Le prime onde rifratte vengono registrate simultaneamente su 24 geofoni e risulta possibile sommare fra loro successivi impulsi sismici migliorando il rapporto fra segnale e rumore.

- 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile che consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti che si verificano nel terreno, con risposta lineare a partire dalla frequenza di 4.5 Hz e relativo cavo di collegamento a 12 take-outs ciascuno spaziatosi a 5 metri con connettore montati su rullo.
- massa battente per l'energizzazione del terreno;

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 49 di 70

Elaborazione dei dati

Il metodo tomografico è largamente applicato a piccola e grande scala con lo scopo di ricostruire un fedele modello delle velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo, che può essere importante per risalire ad importanti caratteristiche litologiche e meccaniche del sottosuolo.

La tomografia a rifrazione (RT) è una tecnica di inversione dei tempi di percorrenza che impiega i primi arrivi relativi ai raggi diretti e rifratti ad opera di nette superfici di discontinuità o da gradienti di velocità. Essa offre ottimi risultati se impiegata in aree dove la qualità dei dati di sismica tradizionale è scarsa, ad esempio per un basso rapporto S/N, o dove le strutture geologiche presentano complicati ed eterogenei andamenti delle velocità di propagazione delle onde sismiche.

Lo scopo principale del metodo RT è la creazione di un modello di velocità del sottosuolo prossimo alla superficie mediante i primi arrivi relativi alle fasi dirette o rifratte.

La tomografia RT è una delle implementazioni della tomografia dei tempi di percorrenza (traveltime tomography) e si basa innanzitutto su un algoritmo di "tracciamento del raggio" (ray tracing) che calcola il percorso dei raggi sismici ed i relativi tempi di percorrenza, attraverso un modello iniziale approssimativo

In tal modo si ottiene una serie di tempi predetti (o calcolati) che vengono sottratti dai tempi letti sui sismogrammi registrati in campagna per ottenere dei residui. Innanzitutto, si leggono i primi arrivi dalle tracce sismiche e si crea un modello iniziale di velocità in funzione della profondità, mediante le dromocrone dei primi arrivi o il metodo GRM.

Il modello iniziale è utilizzato dall'algoritmo di ray tracing (tracciamento del raggio sismico) il quale calcola una matrice di tempi calcolati.

I tempi calcolati T_c sono sottratti ai tempi osservati T_o per ottenere la matrice dei tempi residui T_r . Il passo successivo è quello di eseguire il modulo di inversione tomografica, che si basa sul metodo dei minimi quadrati smorzati (damping least squares). In tale fase si verifica l'attendibilità fisico-matematica e geologica del modello: si controlla che l'inversione non abbia introdotto "artefatti" ma che, piuttosto, abbia evidenziato degli andamenti di velocità con significato geologico adeguato e logico.

E' importante ricordare che i processi d'inversione non devono essere considerati come procedure automatiche, perché tendono facilmente verso strade errate. Tranne che nelle situazioni ideali, spesso possono essere introdotte dall'inversione, delle strutture "artificiali" che possono procurare seri problemi. L'inversione deve essere considerata come un aiuto matematico che assiste la persona addetta all'interpretazione. L'interprete pertanto è spesso costretto a eseguire più volte l'inversione con differenti parametri.

La metodologia scelta è la tomografia di superficie per la quale la fase di acquisizione dati prevede i geofoni e le sorgenti energizzanti posti sul piano campagna.

In primo luogo si è effettuato uno "screening" preliminare dei dati per accertare la presenza di eventuali tracce inutilizzabili in fase di elaborazione.

Il metodo reciproco generalizzato GRM è una tecnica per delineare rifrattori a morfologia variabile a qualunque profondità, mediante dati di sismica a rifrazione ottenuti tramite profili diretti e coniugati. I tempi di percorso registrati da due geofoni, separati da una distanza variabile XY, sono usati nell'analisi della velocità del rifratte e nel calcolo della funzione tempo-profondità. In corrispondenza della distanza intergeofonica ottimale XY, i raggi sismici che partono da opposti punti di energizzazione arrivano al geofono posto in X ed a quello posto in Y provenendo dallo stesso punto del rifratte.

La fase di interpretazione inizia con l'assegnare un rifratte ad ogni tempo di arrivo, esaminando le curve dei tempi. La fase successiva è quella in cui si determinano le velocità dei rifrattori, e dove possibile, i valori ottimali di XY, cioè la distanza per la quale i raggi diretti e inversi emergono in prossimità dello stesso punto sul rifratte.

La sequenza di elaborazione dei dati suddetti può essere così riassunta:

- Picking dei primi arrivi. E' la fase più importante nel processo di elaborazione; le velocità e profondità sono infatti legate ai valori dei primi arrivi.
- Controllo tempi reciproci: questo step di elaborazione è avvenuto in parte in campagna in ambito di acquisizione.
- Identificazione dei "Crossover point" (punti ginocchio). Il punto "ginocchio" identifica il passaggio tra gli arrivi diretti e rifratti. La sua identificazione è necessaria per determinare la velocità dello strato areato e quindi, le profondità e velocità degli strati in profondità.
- Costruzione del modello iniziale mediante GRM;
Inversione tomografica dei dati sismici con adeguato software.

RELAZIONE GEOLOGICA

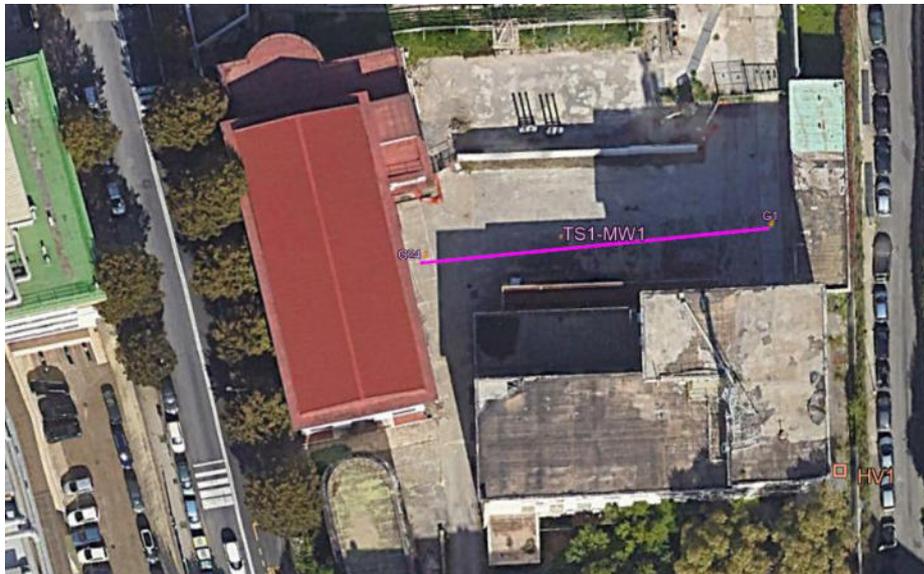
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli

Doc. No.: 2024-05-C19_R0

SIA S.r.l.

Pagina 50 di 70

8.1.1 Tomografia Sismica TS1

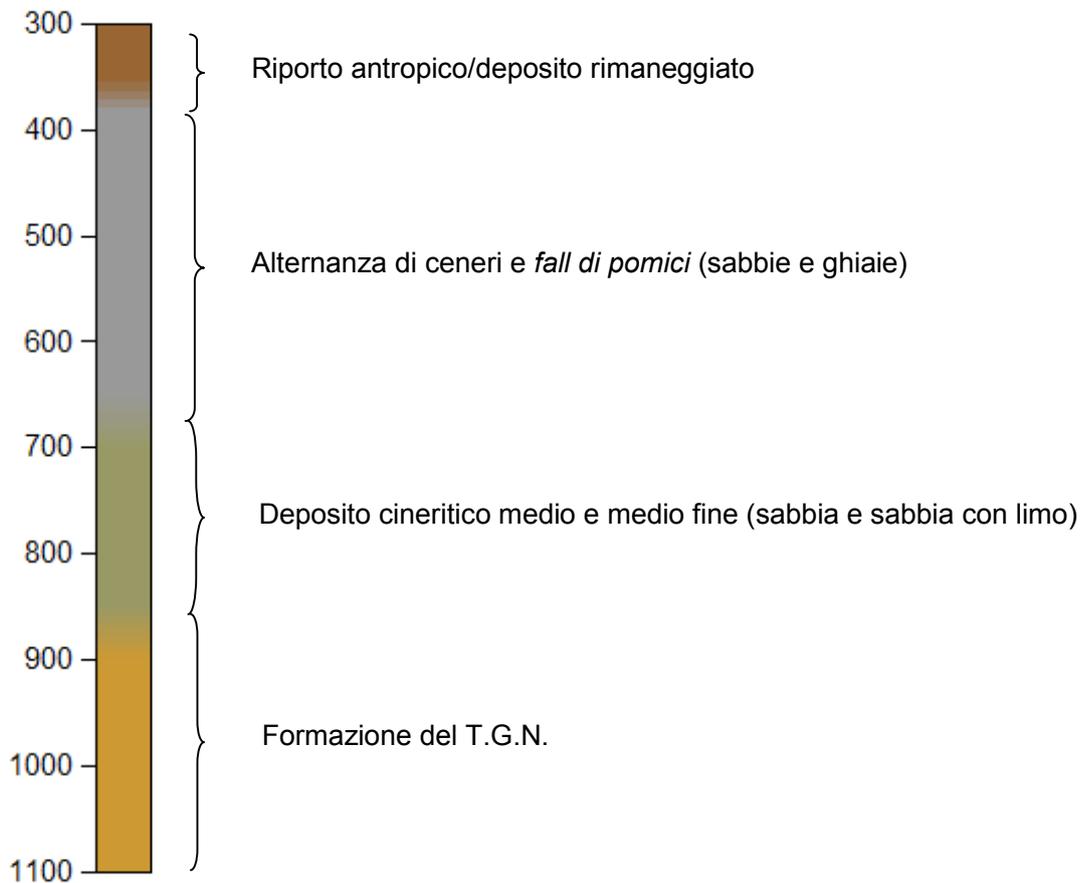
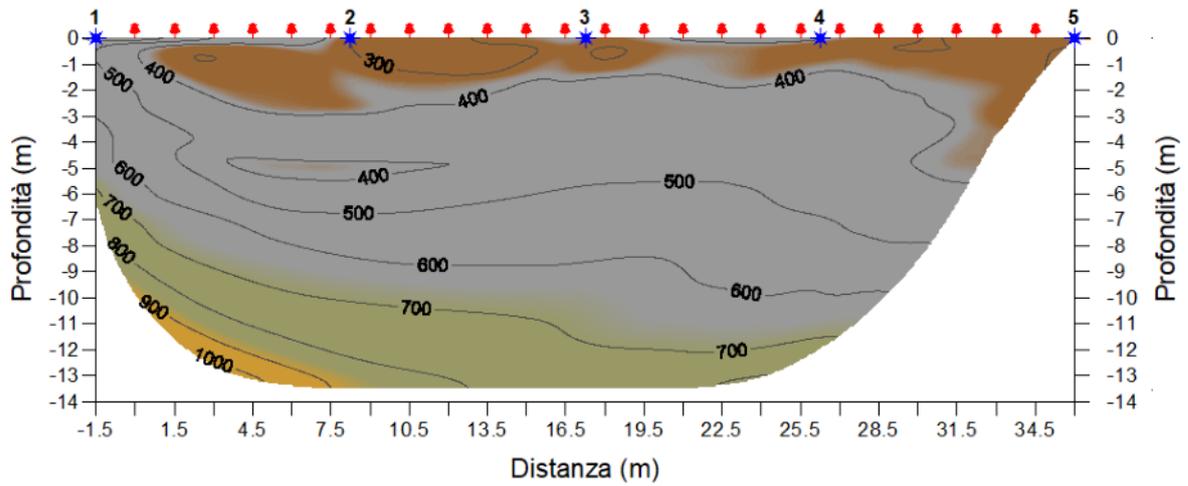


Ubicazione Tomografia Sismica SR1 su stralcio satellitare Google Earth (scala adatta)

PRIMI ARRIVI TS1											
Shot Nr.	Shot Station	Receiver Station	First Break (seconds)	Shot Nr.	Shot Station	Receiver Station	First Break (seconds)	Shot Nr.	Shot Station	Receiver Station	First Break (seconds)
1	0	1	0.001795	2	6-7	1	0.019486	3	12-13	1	0.042819
1	0	2	0.00282	2	6-7	2	0.01564	3	12-13	2	0.038973
1	0	3	0.004615	2	6-7	3	0.012307	3	12-13	3	0.036409
1	0	4	0.007692	2	6-7	4	0.008461	3	12-13	4	0.032563
1	0	5	0.013076	2	6-7	5	0.004615	3	12-13	5	0.02846
1	0	6	0.018204	2	6-7	6	0.001282	3	12-13	6	0.031537
1	0	7	0.02205	2	6-7	7	0.002051	3	12-13	7	0.02205
1	0	8	0.02846	2	6-7	8	0.008974	3	12-13	8	0.018204
1	0	9	0.036409	2	6-7	9	0.01564	3	12-13	9	0.014358
1	0	10	0.042819	2	6-7	10	0.021538	3	12-13	10	0.008974
1	0	11	0.045383	2	6-7	11	0.028717	3	12-13	11	0.00641
1	0	12	0.047947	2	6-7	12	0.033845	3	12-13	12	0.001282
1	0	13	0.049485	2	6-7	13	0.033845	3	12-13	13	0.003846
1	0	14	0.052049	2	6-7	14	0.036409	3	12-13	14	0.005128
1	0	15	0.052049	2	6-7	15	0.036409	3	12-13	15	0.008974
1	0	16	0.057177	2	6-7	16	0.040255	3	12-13	16	0.013076
1	0	17	0.059741	2	6-7	17	0.042819	3	12-13	17	0.016922
1	0	18	0.063587	2	6-7	18	0.046665	3	12-13	18	0.02205
1	0	19	0.066151	2	6-7	19	0.050767	3	12-13	19	0.024614
1	0	20	0.067433	2	6-7	20	0.052049	3	12-13	20	0.029999
1	0	21	0.072818	2	6-7	21	0.057177	3	12-13	21	0.032563
1	0	22	0.0741	2	6-7	22	0.059741	3	12-13	22	0.038973
1	0	23	0.075382	2	6-7	23	0.062305	3	12-13	23	0.044101
1	0	24	0.076664	2	6-7	24	0.071536	3	12-13	24	0.049485
Shot Nr.	Shot Station	Receiver Station	First Break (seconds)	Shot Nr.	Shot Station	Receiver Station	First Break (seconds)				
4	18-19	1	0.068972	5	24-25	1	0.092304				
4	18-19	2	0.064869	5	24-25	2	0.08692				
4	18-19	3	0.061023	5	24-25	3	0.084356				
4	18-19	4	0.054613	5	24-25	4	0.08051				
4	18-19	5	0.052049	5	24-25	5	0.077946				
4	18-19	6	0.047947	5	24-25	6	0.0741				
4	18-19	7	0.045383	5	24-25	7	0.070254				
4	18-19	8	0.042819	5	24-25	8	0.066151				
4	18-19	9	0.038973	5	24-25	9	0.062305				
4	18-19	10	0.035127	5	24-25	10	0.058459				
4	18-19	11	0.029999	5	24-25	11	0.057177				
4	18-19	12	0.023332	5	24-25	12	0.053331				
4	18-19	13	0.019486	5	24-25	13	0.050767				
4	18-19	14	0.012307	5	24-25	14	0.046665				
4	18-19	15	0.008461	5	24-25	15	0.042819				
4	18-19	16	0.005128	5	24-25	16	0.038204				
4	18-19	17	0.003846	5	24-25	17	0.035127				
4	18-19	18	0.001538	5	24-25	18	0.032563				
4	18-19	19	0.001538	5	24-25	19	0.027948				
4	18-19	20	0.003846	5	24-25	20	0.02205				
4	18-19	21	0.009487	5	24-25	21	0.018204				
4	18-19	22	0.016153	5	24-25	22	0.011025				
4	18-19	23	0.020256	5	24-25	23	0.007692				
4	18-19	24	0.023332	5	24-25	24	0.003333				

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 51 di 70

Tomogramma TS1



RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 52 di 70

8.2 Prova Sismica MASW

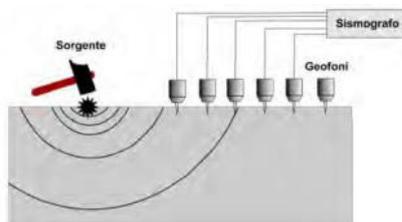
Elaborazione MASW

In corrispondenza dello stendimento di sismica a rifrazione (TS1) è stato eseguito utilizzando 24 geofoni a bassa frequenza da 4.5 Hz, un profilo sismico di tipo MASW (MW1) per la determinazione $V_{s\text{equivalente}}$.

Classificazione sismica dei suoli con il metodo MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , sulla base del quale valutare, così come stabilito dall' NTC 2018, la velocità equivalente delle onde di taglio verticale - V_{seq} , sino alla profondità H del substrato sismico (in m) e la corrispondente categoria sismica del sottosuolo. Per substrato sismico si intende quella formazione, costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{seq} è definita dal parametro V_{s30} ottenuto ponendo $H = 30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

La metodologia MASW si basa sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (24 geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.



In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d' onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza, con lunghezza d'onda corta, si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazione sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi indagano la porzione di suolo più profonda.

Nel metodo MASW si usano le sole onde di *Rayleigh* e si trascurano gli effetti dovuti alle onde P e SV. Sebbene una sorgente puntiforme verticale generi anche le onde P e le onde S oltre alle onde *Rayleigh*, intervengono due aspetti che rendono il contributo delle onde di Rayleigh prevalente sul contributo delle onde P e SV. Il primo aspetto è che le onde Rayleigh trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente. Il secondo aspetto è che allontanandosi dalla sorgente le onde di Rayleigh subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto alle onde P e SV, ciò perché le onde Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, mentre le onde P e SV si propagano secondo fronti d'onda sferici.

Mediante l'utilizzo di un opportuno software è possibile ricavare il profilo verticale della V_s tramite inversione della curva di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW.

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 53 di 70

La procedura si sviluppa in tre operazioni svolte in successione:

1. determinazione dello spettro di velocità, sul quale verrà identificata la curva di dispersione;
2. inversione della curva di dispersione ed individuazione del profilo verticale della V_s , attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici;
3. calcolo della velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità V_{s30} e quindi individuazione della categoria di suolo sismico secondo quanto indicato dalla nuova normativa sismica OPCM e dall'Eurocodice 8.

Per ottenere i dati geofisici dell'area di studio, sono state utilizzate le seguenti apparecchiature:

- Sistema di registrazione multicanale (48) "Unità sismica ECHO 48/2010";
- Geofoni verticali 4.5 Hz (set di 24)
- Sorgente dell'impatto: una mazza da 8 kg su una piastra metallica 15 cm x 15 cm



Di seguito si riportano i risultati scaturiti dalle prove eseguite:

RELAZIONE GEOLOGICA

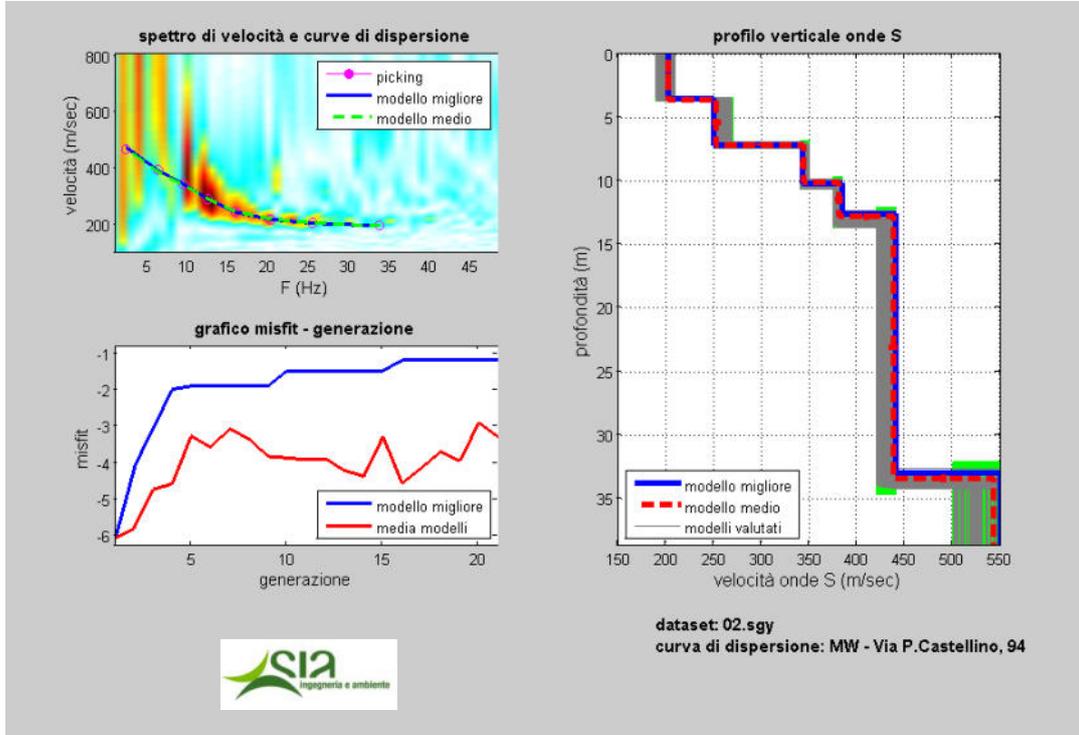
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli

Doc. No.: 2024-05-C19_R0

SIA S.r.l.

Pagina 54 di 70

8.2.1 Elaborazione MASW 1



Modello Medio MW 1	
Vs (m/s)	Spessori (m)
203	3.60
253	3.60
344	3.00
381	2.70
438	17.10

Valore calcolato Vs eq = Vs30 345 m/s	
Tipo di suolo	C

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 55 di 70

8.3 Prova sismica HVSR

Basi teoriche della metodologia utilizzata

La forma di un'onda sismica registrata in un sito A da uno strumento dipende:

- dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente S;
- dal percorso dell'onda dalla sorgente S al sito A (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
- dalla risposta dello strumento.

Descrizione del metodo HVSR

La tecnica, universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo f_0 , grazie anche al lavoro di standardizzazione fatto dal gruppo di studio SESAME. In origine proposta da Nogoshi e Igarashi (1971), in seguito diffusa da Nakamura (1989), consiste nella stima del rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali e quello della componente verticale dei microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione.

Il calcolo del rapporto H/V segue queste fasi:

1. Registrazione del segnale ambientale nelle 3 componenti;
2. Scomposizione del segnale in finestre temporali, con l'obiettivo di isolare le parti della registrazione in cui il segnale risulta maggiormente stazionario ed eliminare i rumori transitori, o transienti;
3. Calcolo e smussamento dello spettro di ampiezza ricavato tramite la trasformata di Fourier per ognuna delle finestre selezionate su tutte e tre le componenti;
4. Combinazione, con un'operazione di media, delle due componenti orizzontali per ognuna delle finestre selezionate;
5. Calcolo del rapporto H/V per ogni finestra;
6. Calcolo della media dei rapporti H/V delle singole finestre, che rappresenterà la curva H/V definitiva.

Vale la pena di aggiungere una nota breve ma fondamentale. L'apparente semplicità di un'indagine HVSR, sia in fase di acquisizione che di elaborazione dei dati, non deve far pensare che sia una misura priva di insidie. L'acquisizione è infatti un'operazione da eseguire con grande accortezza: tanto il posizionamento dello strumento che la valutazione consapevole del livello e della natura del rumore ambientale che si sta registrando sono molto importanti per la riuscita del sondaggio. In fase di elaborazione occorre invece grande attenzione nella verifica della qualità e dell'affidabilità della curva ottenuta. Ad esempio, il fatto che i criteri SESAME, siano rispettati non implica necessariamente che il risultato sia aderente alla situazione reale, né che l'acquisizione sia stata eseguita correttamente. D'altro canto, quando i criteri non sono rispettati non si può concludere immediatamente che l'acquisizione o l'elaborazione siano errate, ma la curva ottenuta potrebbe semplicemente stare ad indicare, a titolo esemplificativo, un terreno omogeneo e compatto che non dà luogo a fenomeni di amplificazione. I criteri quindi indicano se la curva contiene o meno elementi significativi dal punto di vista geofisico, ma possono dire poco sulla sua correttezza e coerenza. Attraverso alcune metodologie (FK, SPAC) con l'impiego di opportuni algoritmi, è possibile ottenere l'inversione della curve dei rapporti H/V finalizzata alla determinazione dei profili di velocità delle onde S nel sottosuolo e quindi della $V_{s\text{equivalente}}$ richiesta dalle NTC vigente.

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 56 di 70

Strumentazione Impiegata e procedure di analisi

La registrazione dei microtremori presentata in questo studio è stata effettuata con il digitalizzatore SR04 GeoBox della sara electronic instruments, gestito dal modulo software LOG-MT di SEISMOWIN attraverso il quale si può trasformare un comune PC in una stazione sismica che consente, attraverso l'acquisizione del rumore sismico, di eseguire prove HVSR con calcolo della curva in tempo reale. Si tratta di un apparecchio portatile compatto di circa 155 x 140 x 110 mm e 3.10 kg di peso dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da batteria interna <1w. L'estrema portabilità dello strumento ha reso possibile la sua messa in opera nel sito in esame altrimenti, considerata la sua posizione logistica, non monitorabile con i sismografi classici.



I risultati presentati in questo lavoro sono stati ottenuti col modulo software LOG-MT di SEISMOWIN (il segnale dei velocimetri è acquisito per un tempo rispettivamente di t = 30 min e digitalizzato a 24 bit) ed elaborati mediante software GeoExplorer HVSR.

Il software, per ciascuna delle 3 componenti del moto consente:

- la divisione del tracciato acquisito in finestre temporali mediante selezione manuale o automatica;
- l'esclusione opzionale dei transienti con soglia in ampiezza;
- l'inserimento/disinserimento finestre;
- il calcolo della trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
- il calcolo dello spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
- lo smoothing dello spettro di ogni finestra secondo la funzione di lisciamento f, e calcola il rapporto spettrale HVSR ad ogni frequenza, per ciascuna finestra.

La funzione HVSR finale è data dalle media degli HVSR di ciascuna finestra. Per produrre l'HVSR finale le componenti orizzontali (NS e EW) sono mediate tra loro con la media quadratica e vengono poi divise per la componente verticale (UP).

$$HVSR = \frac{\sqrt{\frac{((Avg.Ampl.Spec.NS)^2 + (Avg.Ampl.Spec.EW)^2)}{2}}}{(Avg.Ampl.Spec.UD)}$$

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Di seguito si riportano le risultanze scaturite dalle indagini eseguite.

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 57 di 70

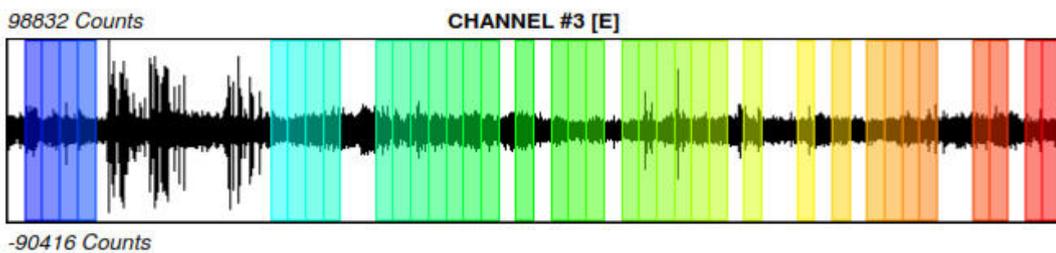
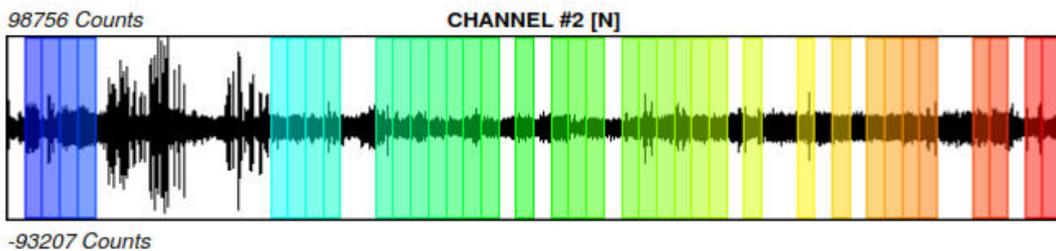
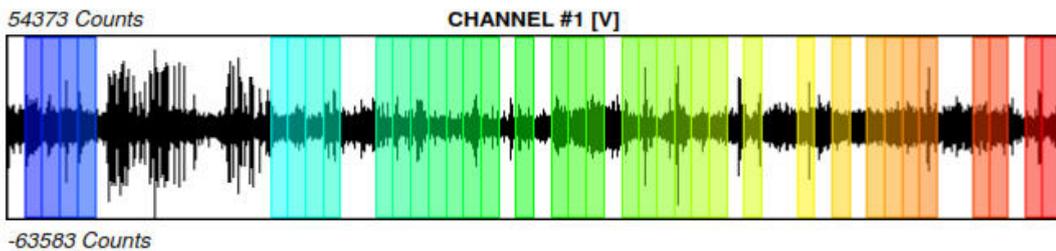
8.3.1 Prova sismica HVSR1

STATION INFORMATION:

- Station code: 0989
- Model: SARA GEOBOX
- Sensor: SARA SS45 (external 4.5 Hz sensors)

SIGNAL AND WINDOWING

- Sampling frequency: 600Hz
- Recording start time: 2024/04/12 15:06:13
- Recording length: 30 min
- Windows count: 36
- Average windows length: 30
- Signal coverage: 60%



RELAZIONE GEOLOGICA

Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli

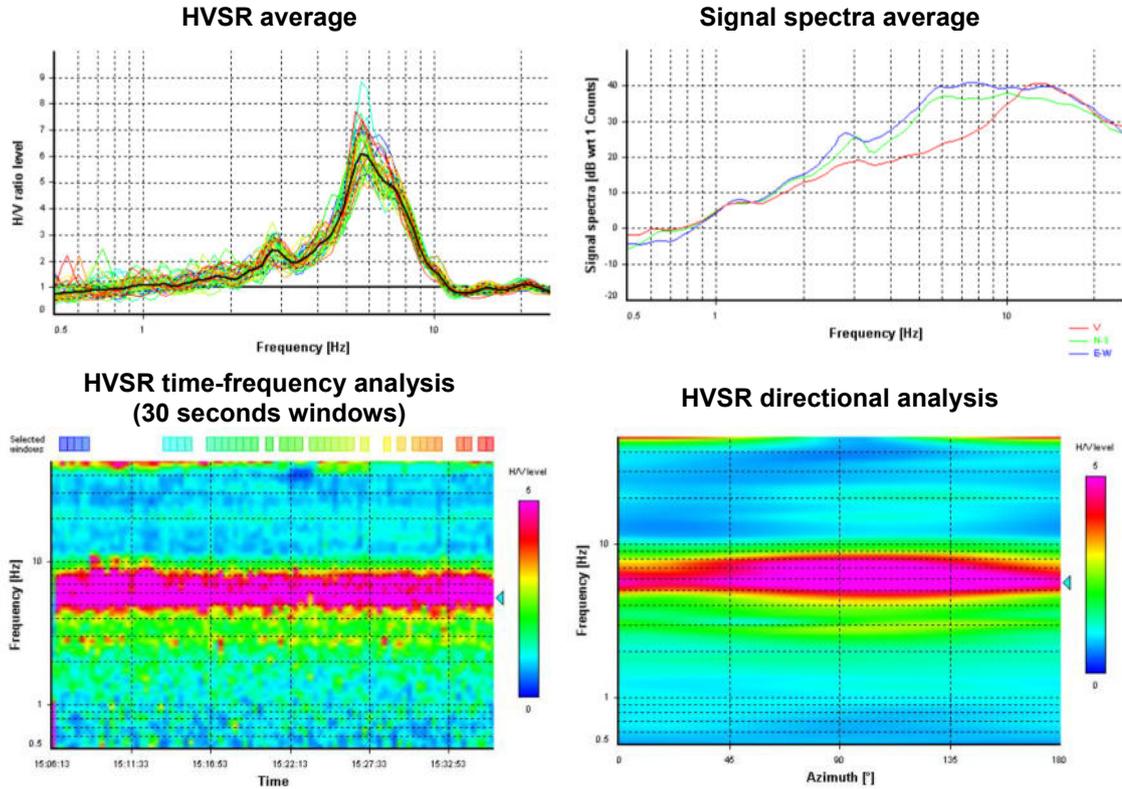
Doc. No.: 2024-05-C19_R0

SIA S.r.l.

Pagina 58 di 70

HVSR ANALYSIS

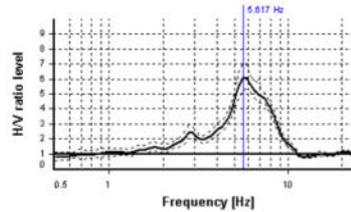
- Tapering:Enabled (Bandwidth = 5%)
- Smoothing:Konno-Ohmachi (Bandwith coefficient = 40)
- Instrumental correction: Disabled



SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency
 5.617 Hz

A_0 amplitude = 6.104
Average $f_0 = 5.742 \pm 0.318$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	36 valid windows (length > 1.78 s) out of 36	OK
$n_c(f_0) > 200$	6065.95 > 200	OK
$\sigma_n(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] A_{HV}(f) < A_0/2$	4.45108 Hz	OK
$\exists f$ in $[f_0, 4f_0] A_{HV}(f) < A_0/2$	8.94325 Hz	OK
$A_0 > 2$	6.1 > 2	OK
$f_{peak}[A_{HV}(f) \pm \sigma_n(f)] = f_0 \pm 5\%$	4.76% <= 5%	OK
$\sigma_1 < \epsilon(f_0)$	0.3176 >= 0.28083	NO
$\sigma_n(f_0) < \theta(f_0)$	1.16274 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

RELAZIONE GEOLOGICA

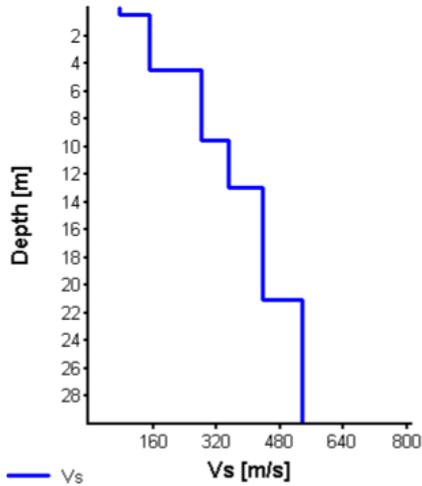
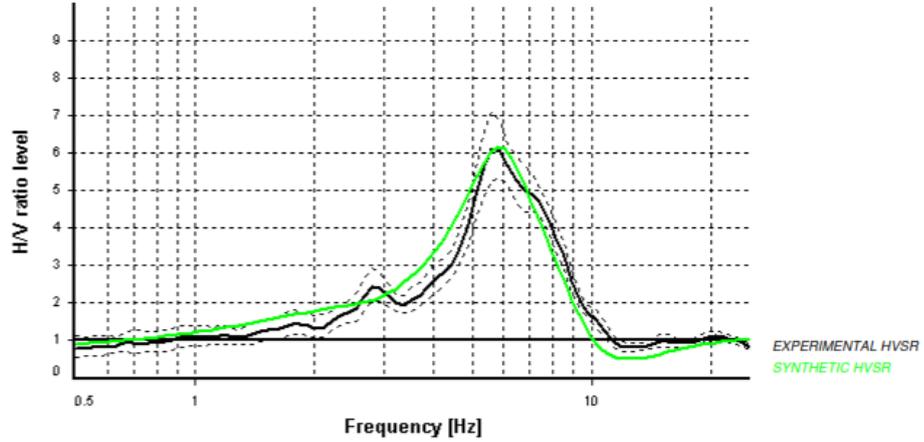
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli

Doc. No.: 2024-05-C19_R0

SIA S.r.l.

Pagina 59 di 70

Synthetic HVSR modelling



Modello sismostratigrafico HV1	
Spessori (m)	Vs (m/s)
0.50	75
4.00	150
5.00	282
3.50	350
8.00	435
9.00	535



Vs_{eq} = Vs 30	
312 m/s	
Tipo di suolo	C

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 60 di 70

8.4 Risposta sismica e stabilità del sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche è il seguente:

$$S = SS \times ST$$

dove SS è il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.IV) e ST il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.V).

8.4.1 Amplificazione stratigrafica

Mediante le indagini geofisiche svolte è stato possibile caratterizzare dal punto di vista sismico, in base alla normativa vigente, la stretta area d'esame.

Nell'area in studio i valori di $V_{s\text{equivalente}}$ scaturiti dalle acquisizioni delle indagini sismiche di tipo *MASW* e *HVSR* risultano essere rispettivamente pari a 345 m/s e 312 m/s, definendo una categoria sismica del sottosuolo pari a "C", quindi per la definizione dello spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali, per tale categoria, si dovranno considerare i coefficienti evidenziati con la mascherina rossa nella tabella di seguito riportata:

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.IV dell'aggiornamento dell'N.T.C. 2018 – Espressioni di S_s e di C_c

Considerato che il Comune di Napoli ricade in Zona sismica 2, in base a quanto indicato al paragrafo 3.2.3.2.2 dell'aggiornamento N.T.C. 2018, per tale area dovrà essere considerata anche la componente verticale dell'azione sismica, per cui per la definizione dello spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale si dovranno considerare i valori di SS , T_B , T_C , T_D riportati nella seguente tabella:

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Tabella 3.2.VI dell'aggiornamento dell'N.T.C 2018 – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 61 di 70

8.4.2 Amplificazione topografica

Per la progettazione o la verifica di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti e per l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata mediante analisi di risposta sismica locale o utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

- 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 $i > 30^\circ$

Per ciascuna classificazione il parametro S_T assume i seguenti valori:

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°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 3.2.V dell'aggiornamento dell'N.T.C 2018 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Le su esposte 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. Il parametro S_T deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m.

Nel caso specifico, trattandosi di una superficie pianeggiante, il coefficiente S_T assume valore 1.0.

8.4.3 Stabilità nei confronti della liquefazione

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto in oggetto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Nel caso in esame, per quanto riguarda la possibilità che in occasione di eventi sismici si possa verificare il fenomeno della "liquefazione" si può affermare che la natura e l'assortimento granulometrico dei terreni, nonché la profondità elevata della falda freatica (livello della stessa non inferiore ai 15 m dal p.c.) portano ad escludere il verificarsi del predetto fenomeno.

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 62 di 70

9 MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

Per la costruzione del modello geologico-tecnico del sottosuolo dal punto di vista stratigrafico si è fatto riferimento alle risultanze dei sondaggi geognostici e delle prove penetrometriche eseguite, alle prove geotecniche di laboratorio, nonché ai dati pervenuti dalla bibliografia scientifica.

Dalle informazioni suddette, si evince che la successione stratigrafica riscontrabile nella stretta area di interesse è costituita, partendo dall'alto, da materiale di riporto di natura antropica e depositi rimaneggiati, poggianti su alternanze di depositi piroclastici prevalentemente in deposizione primaria, a granulometria variabile da sabbia fine limosa (cineriti) a medio grossolana (lapilli pomicei e scoriacei), con intercalati livelli *humificati* (paleosuoli), giacenti sui depositi del Tufo Giallo Napoletano, presente dapprima in *facies* sciolta (*pozzolana*) e successivamente in *facies* litoide (tufo s.s.).

Nello specifico nella stretta area d'esame i terreni d'interesse possono essere ascritti a:

Materiali di riporto/Deposito rimaneggiato: depositi a granulometria sabbiosa grossolana, con materiali antropici, di spessore non superiore a 1.20 m:

- *Compattezza:* *sciolto*
- *Peso per unità di volume naturale:* *14 ÷ 15 kN/m³*

Litotipo A – Alternanza di ceneri e fall di pomici: deposito di natura piroclastica costituito da una alternanza di ceneri a granulometria variabile da sabbia limosa a sabbia con limo intercalate da livelli caratterizzati da abbondanti pomici a spigoli vivi. Il deposito si intercetta ad una profondità minima di circa 1.00 m dal p.c. e presenta uno spessore variabile da un minimo di circa 5.80 m (DPSH3) ad un massimo di circa 7.80 m (DPSH4);

- *Compattezza:* *da poco a mediamente addensato - a livelli addensato (fall di pomici)*
- *Peso per unità di volume naturale:* *15 ÷ 16 kN/m³*
- *Angolo di attrito:* *30° ÷ 34°*
- *Intercetta di coesione:* *cautelativamente posta a 0 KPa*
- *Modulo Edometrico:* *6 ÷ 8 MPa*

Litotipo B – Cenere medio fine: deposito di natura piroclastica costituito da ceneri a granulometria variabile da sabbia limosa a sabbia con limo. Il deposito presenta uno spessore variabile da un minimo di circa 1.80 m (DPSH1) ad un massimo di circa 3.20 m (DPSH2);

- *Compattezza:* *mediamente addensato*
- *Peso per unità di volume naturale:* *14 ÷ 15 kN/m³*
- *Angolo di attrito:* *31° ÷ 33°*
- *Coesione efficace:* *10 – 12 kPa*
- *Modulo Edometrico:* *8 ÷ 10 MPa*

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 63 di 70

Litotipo C – Cenere medio fine - paleosuolo: deposito a granulometria limo sabbiosa; presenta uno spessore variabile da un minimo di circa 0.20 m (DPSH4) ad un massimo di circa 0.80 m (DPSH1);

- *Compattezza:* *poco addensato*
- *Peso per unità di volume naturale:* $16 \div 17 \text{ kN/m}^3$
- *Angolo di attrito:* $27^\circ \div 29^\circ$

Unità D - Deposito piroclastico ascrivibile alla Facies sciolta del Tufo Giallo Napoletano (pozzolana): ceneri in deposizione primaria da medio fini a medio grossolane. La frazione ghiaiosa è costituita da pomici, scorie e litici lavici. Lo strato presenta uno spessore variabile da un minimo di circa 1.00 m (DPSH3) ad un massimo di circa 2.00 m (DPSH1);

- *Compattezza:* *mediamente addensato*
- *Peso specifico:* $17 \div 19 \text{ kN/m}^3$
- *Angolo di attrito:* $32^\circ \div 34^\circ$
- *Coesione:* $> 30 \text{ kPa}$
- *Modulo Edometrico:* $> 30 \text{ MPa}$

Unità E - Deposito piroclastico ascrivibile alla Facies semilitoide del Tufo Giallo Napoletano (Cappellaccio): depositi da flusso piroclastico in facies da molto addensato a litoide (tufo s.s.), di colore marrone scuro. Lo strato presenta uno spessore variabile da un minimo di circa 0.40 m (S1) ad un massimo di circa 1.00 m (S2).

- *Compattezza:* *da molto addensato a litoide*
- *Peso specifico:* $15 \div 17 \text{ kN/m}^3$
- *Resistenza a compr. uniassiale:* $3 - 4 \text{ MPa}$

Unità F - Deposito piroclastico ascrivibile alla Facies litoide del Tufo Giallo Napoletano: depositi da flusso piroclastico a composizione trachitica e trachifonolitica in facies litoide (tufo s.s.), di colore marrone giallastro con pomici e scorie nerastre, anche di grosse dimensioni. Lo strato si intercetta ad una profondità variabile da circa 11.80 m dal p.c. (S2) a circa 16.20 m (S1).

- *Compattezza:* *litoide*
- *Peso specifico:* $15 \div 16 \text{ kN/m}^3$
- *Resistenza a compr. uniassiale:* $> 4 \text{ MPa}$

per la definizione dei principali parametri geotecnici di tale livello, si è fatto riferimento anche a studi eseguiti in aree limitrofe e a fonti bibliografiche.

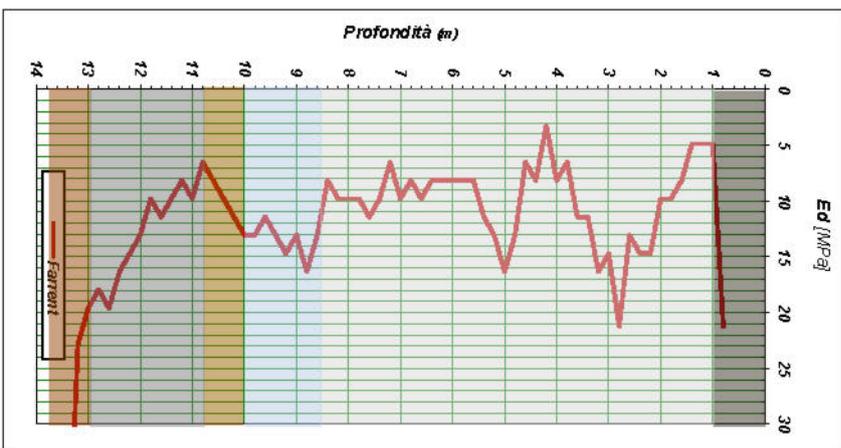
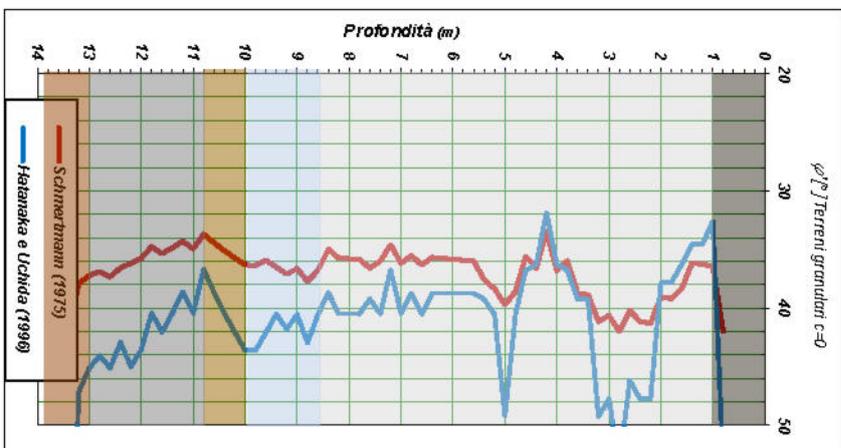
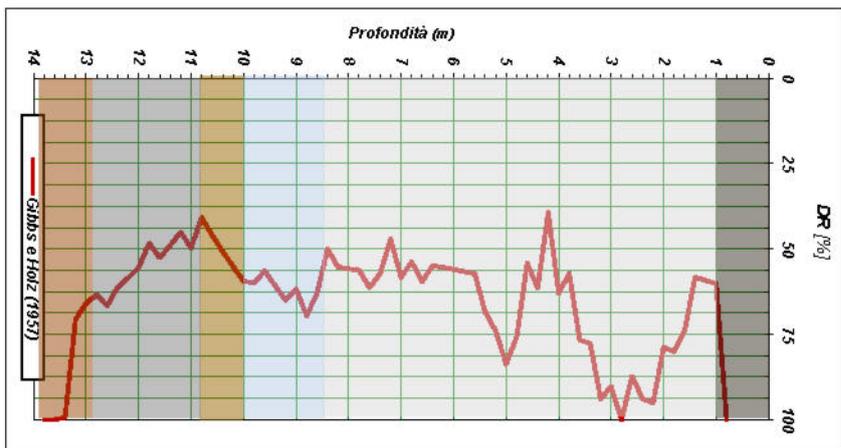
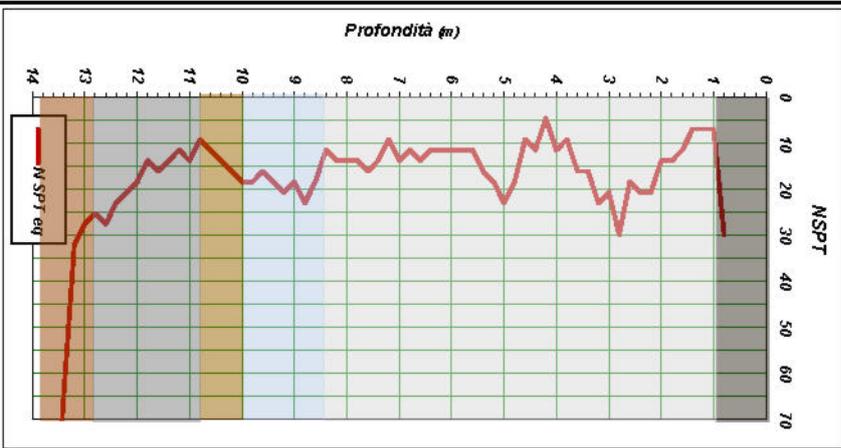
Di seguito si riportano le parametrizzazioni meccaniche relative alle prove penetrometriche eseguite ed una sezione geologico-tecnica interpretativa.

Canterre: Via P. Castellino, 94 (N/A)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP5H - PARAMETRIZZAZIONE MECCANICA

Data esecuzione prova: 09/04/2024

Prova: 1 Profondità massima (m): 13.80



Asfalto/Stabilizzante
Litotipo A

Litotipo B
Litotipo C

Litotipo D
Litotipo E

Litotipo F

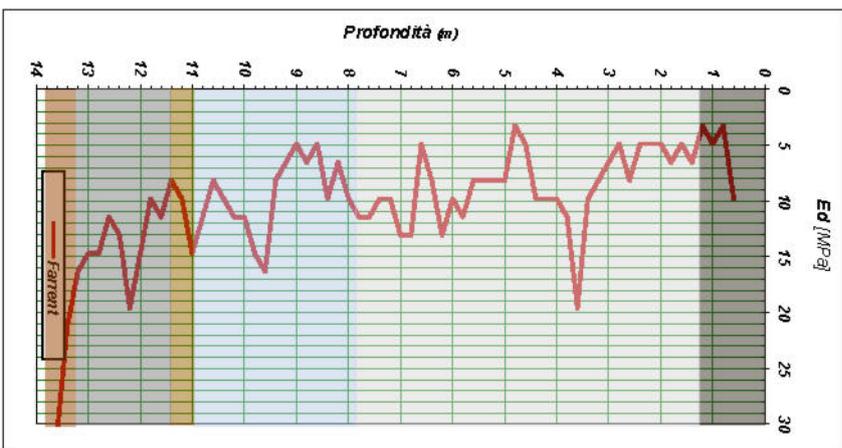
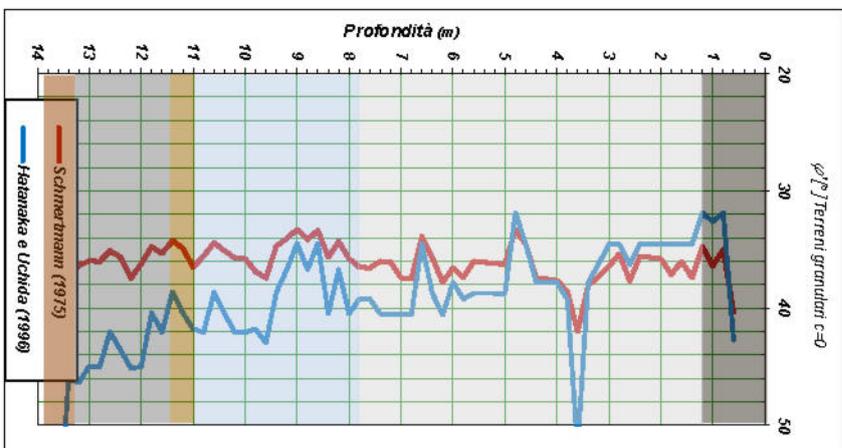
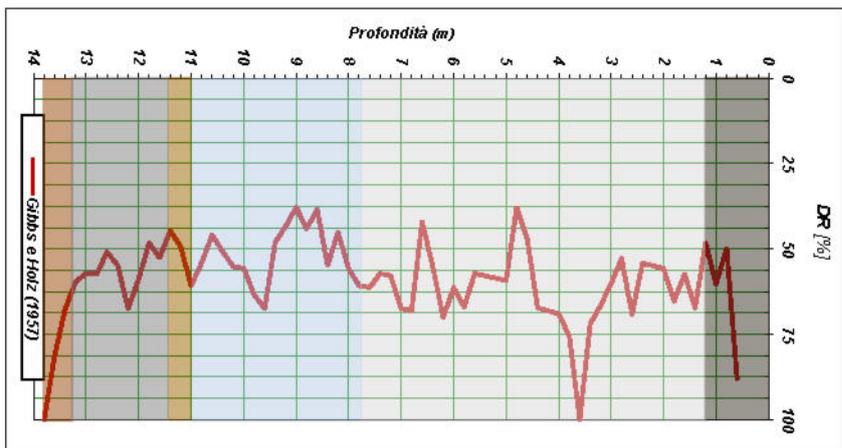
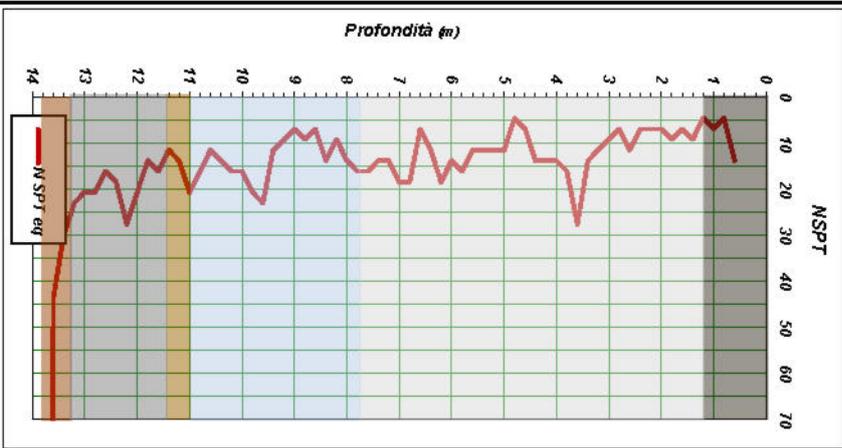
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP5H - PARAMETRIZZAZIONE MECCANICA

Cantier: Via P. Castellino, 94 (N/A)

Data esecuzione prova: 09/04/2024

Prova: 2

Profondità massima (m): 13.80



Asfalto/Stabilizzante
Litotipo A

Litotipo B
Litotipo C

Litotipo D
Litotipo E

Litotipo F

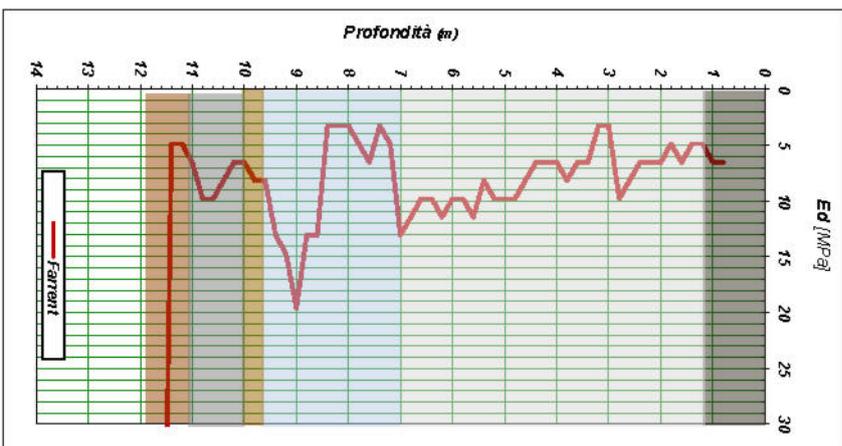
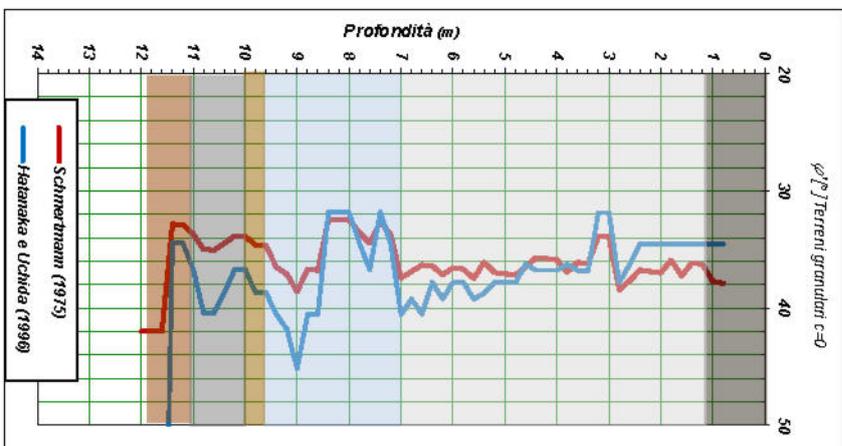
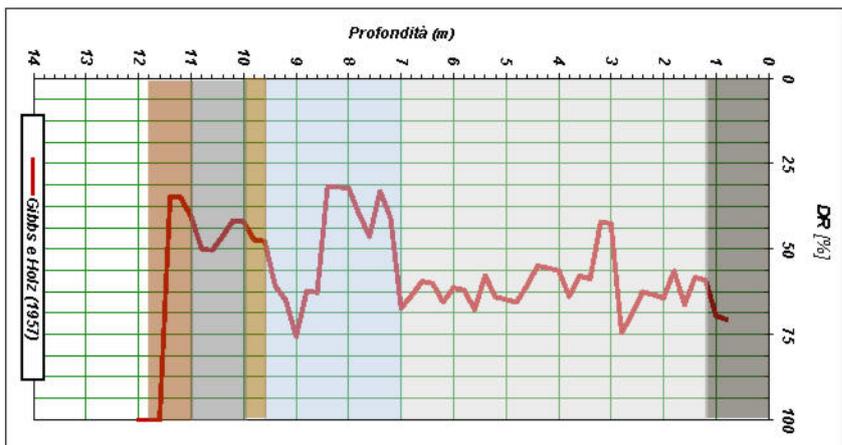
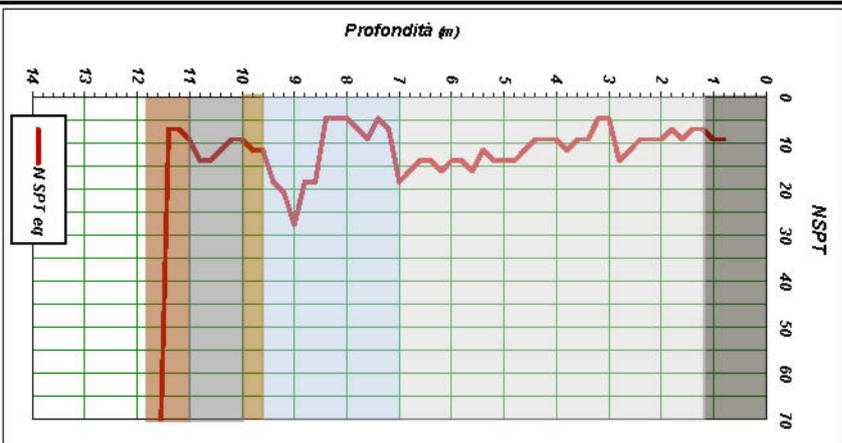
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP5H - PARAMETRIZZAZIONE MECCANICA

Canterre: Via P. Castellino, 94 (N/A)

Data esecuzione prova: 09/04/2024

Prova: 3

Profondità massima (m): 12.00



Asfalto/Stabilizzante
Litotipo A

Litotipo B
Litotipo C

Litotipo D
Litotipo E

Litotipo F

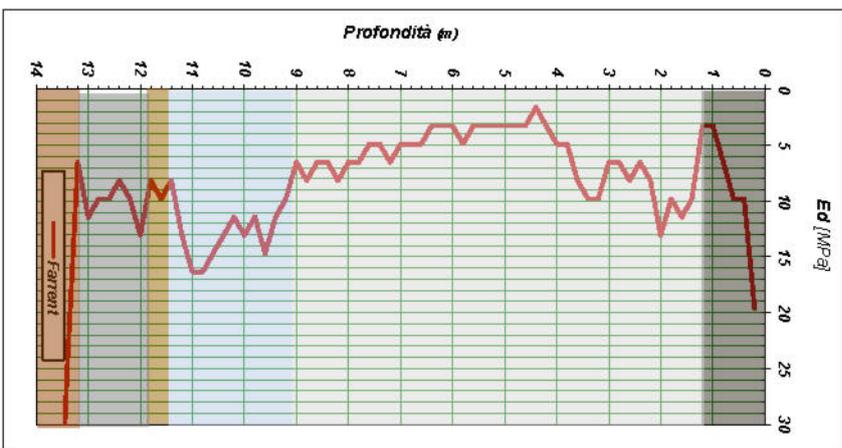
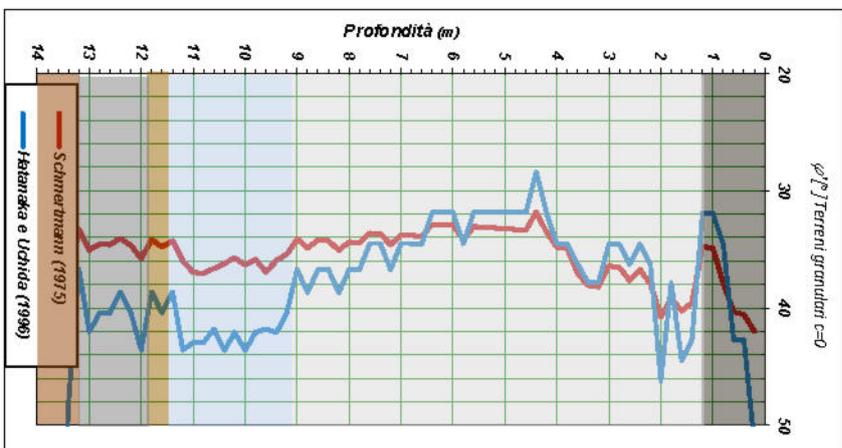
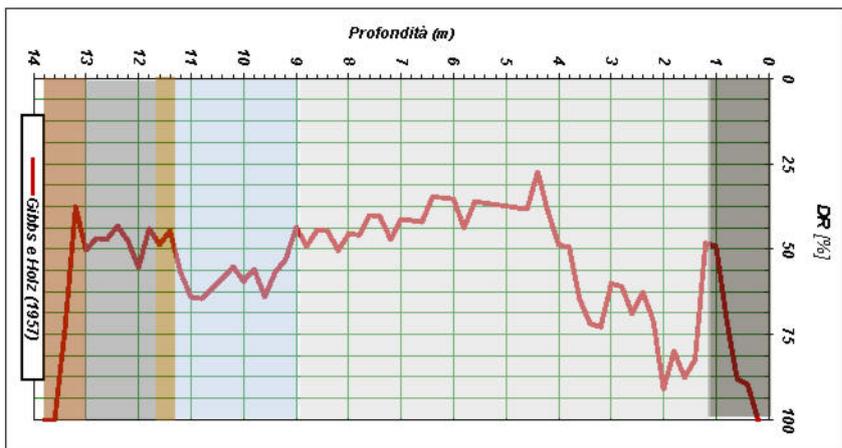
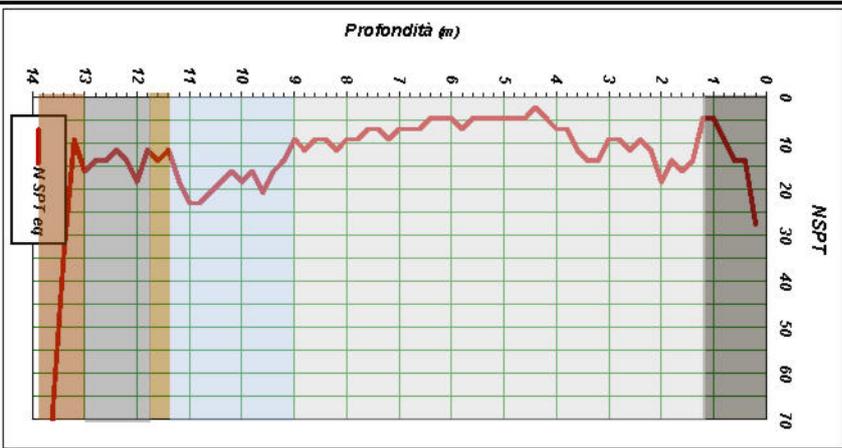
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP5H - PARAMETRIZZAZIONE MECCANICA

Cantier: Via P. Castellino, 94 (N/A)

Data esecuzione prova: 09/04/2024

Prova: 4

Profondità massima (m): 13.80



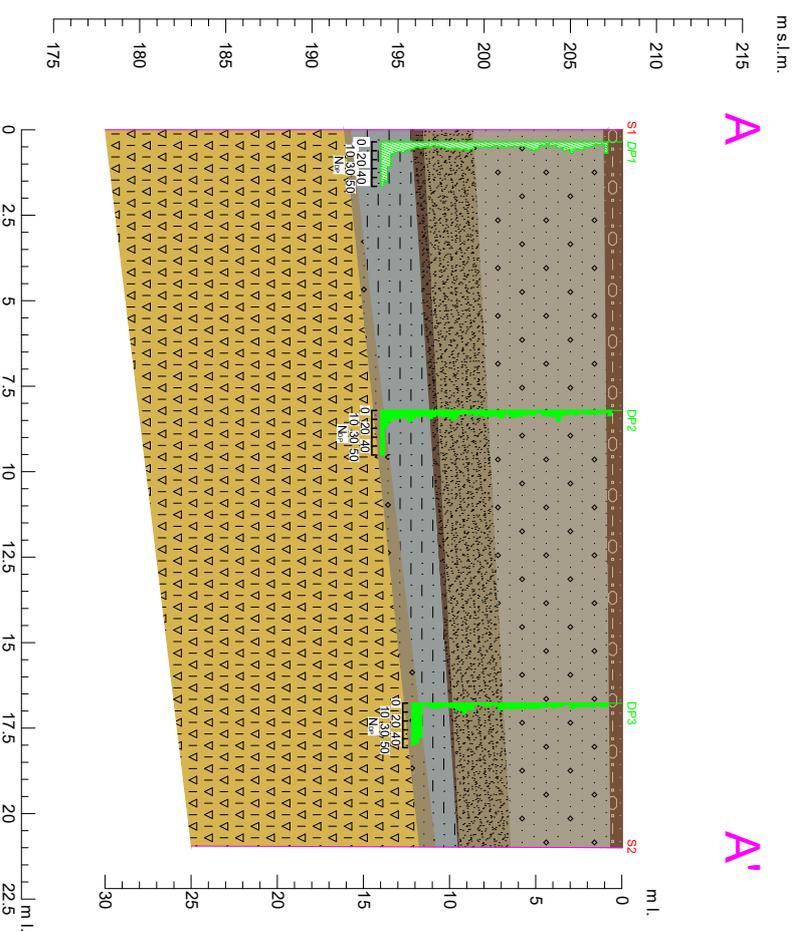
Asfalto/Stabilizzante
Litotipo A

Litotipo B
Litotipo C

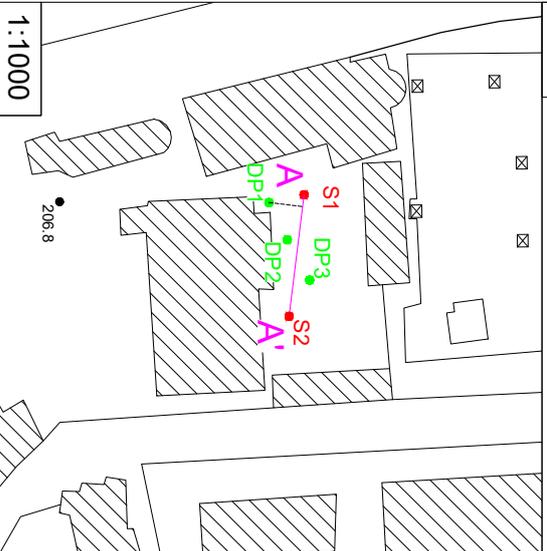
Litotipo D
Litotipo E

Litotipo F

Sezioni Geologico-Tecniche Interpretative



1:300



Legenda

- | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--|---|--|--|--|--|
| | Traccia di sezione | | Tappetino in asfalto / Materiale stabilizzante | | Litotipo A - Alternanza di cenere medio fini e <i>fall</i> di pomici di colore dal grigio chiaro verdastro, al marrone. | | Litotipo D - Genere da medio fine a medio grossolana di colore grigio verdastro chiaro con pomici, filici lavici. |
| | Sondaggi Geognostici | | Litotipo B - Genere da medio fine a media di colore dal marrone giallastro al marrone verdastro. | | Litotipo E - Genere medio fine di colore marrone giallastro chiaro con pomici e scorie da molto addensato litoide. | | Litotipo F - Deposito ascrivibile al Tufo Giallo Napoletano s.s., in facies litoide, poco fratturato. |
| | Prove Penetrometriche | | Litotipo C - Cenere medio fini di colore variabile dal marrone scuro al marrone giallastro (paleosuolo). | | | | |
| | DPSH | | | | | | |

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 69 di 70

10 CONCLUSIONI

I risultati scaturiti dallo studio eseguito, unitamente all'analisi delle indagini eseguite, dei dati bibliografici e dalle evidenze di campo, hanno permesso di ricostruire l'assetto stratigrafico dell'area in esame.

È stata evidenziata una successione stratigrafica caratterizzata dalla presenza di materiale di riporto di natura antropica e depositi rimaneggiati, poggianti su alternanze di depositi piroclastici prevalentemente in deposizione primaria, a granulometria variabile da sabbia fine limosa (cineriti) a medio grossolana (lapilli pomicei e scoriacei), con intercalati livelli *humificati* (paleosuoli), giacenti sui depositi del Tufo Giallo Napoletano, presente dapprima in *facies* sciolta (*pozzolana*) e successivamente in *facies* litoide (tufo s.s.). La caratterizzazione meccanica, riconducibile ad un modello a sei litotipi, è da considerarsi indicativa ed è stata dedotta dalle prove eseguite, unitamente a dati bibliografici; pertanto, essa dovrà essere attentamente valutata dal progettista geotecnico (Capitolo 9).

Attesa la presenza di numerosi ed imponenti edifici, ubicati immediatamente a ridosso della struttura di progetto, unitamente alla presenza di una coltre potente di materiali di riporto antropico, risulta indispensabile, al fine di valutare e quindi controllare eventuali interazione tra l'opera di progetto e le strutture esistenti, progettare un opportuno sistema di monitoraggio. In particolare esso dovrà essere finalizzato all'individuazione dei cinematismi della strutture sia in elevato che di sostegno presenti nelle immediate vicinanze delle opere da realizzare, nonché alla determinazione degli spostamenti della paratia in progetto e quindi del terreno a tergo della stessa.

Dall'analisi della Carta dei Complessi Idrogeologici della Regione Campania, si evince che i depositi costituenti l'area in esame possono essere ricondotti a due complessi principali, "*Complesso delle piroclastiti da caduta*" ed il "*Complesso delle piroclastiti da flusso*". Per quanto concerne le caratteristiche di permeabilità, i depositi piroclastici sciolti risultano mediamente permeabili per porosità, mentre il Tufo Giallo Napoletano in *facies* litoide (*piroclastiti da flusso*) risulta a permeabilità medio-alta, a causa però della fratturazione. L'assetto idrogeologico del sottosuolo dell'area in esame lascia quindi supporre che la circolazione delle acque avviene all'interno di livelli a differente permeabilità e, pertanto, non si esclude l'instaurarsi di una circolazione a falde sovrapposte. Tuttavia, dalle indagini e dai rilievi eseguiti nella stretta area d'esame, non si è intercettata, sino alle profondità investigate, alcuna falda freatica. Per quanto

RELAZIONE GEOLOGICA	
Progetto di un'attrezzatura sportiva convenzionata in via Pietro Castellino, 94 – Quartiere Arenella, Napoli	
Doc. No.: 2024-05-C19_R0	SIA S.r.l. Pagina 70 di 70

concerne, invece, l'idrografia dell'area non si segnala la presenza di un reticolo idrografico ben definito che insiste nella stretta area di interesse.

Secondo quanto si evince dalla Mappa della microzonazione del Rischio Vulcanico nell'area flegrea, l'area in esame ricade in un'area a ridosso tra i settori classificati come a rischio catastrofico ed altissimo. Inoltre, secondo la Mappa di delimitazione della "zona gialla" Campi Flegrei, redatta a seguito dell'aggiornamento della pianificazione nazionale di emergenza per rischio vulcanico del 2015, l'area di studio ricade all'interno della perimetrazione della Zona Rossa.

Dalla consultazione dei PSAI, redatti dall'ex Autorità di Bacino Regionale Campania Centrale, attuale A.d.B. Distrettuale dell'Appennino Meridionale si evince che l'area di studio attualmente non ricade in aree perimetrare come a rischio idraulico né a rischio frana. Tuttavia, si rammenta che nell'area napoletana si rinvenivano numerosi ipogei di natura antropica, da correlare a vecchie cave in sotterraneo per la coltivazione della pietra tufacea; pertanto sia dalla consultazione del *database* degli ipogei del Comune di Napoli che dalle indagini geognostiche eseguite (che hanno intercettato la formazione tufacea di base e non hanno individuato vuoti da correlare ad ambienti ipogei) non sono note cavità censite, ciò nonostante non si può escludere totalmente la probabilità di intercettare tali cavità, anche nella stretta area in studio,

Infine, nell'area in studio i valori di $V_{s\text{equivalente}}$ scaturiti dalle acquisizioni delle indagini sismiche di tipo *MASW* e *HVSR* risultano essere rispettivamente pari a 345 m/s e 312 m/s, definendo (secondo la normativa del NTC 2018, D.M. 17 gennaio 2018), una categoria sismica del sottosuolo pari a "C".

Sant'Agata dei Goti, Maggio 2024

dott. geol. Maurizio Cice

