

COMMITTENTE
COVALPA
BORGO STRADA 14
CELANO (AQ)

FASE
PROGETTUALE
PROGETTO
DEFINITIVO

TITOLO DEL PROGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVE CELLE
FRIGORIFERE NELL'AREA EX SADAM DI PROPRIETA' DELLA
COVALPA ABRUZZO, IN LOC. BORGO STRADA 14 NEL COMUNE
DI CELANO (AQ)

PROGETTO N

130

TITOLO ELABORATI

RELAZIONE GEOLOGICA

RELAZIONE SULLE INDAGINI E MODELLAZIONE
SISMICA



GECO srl

Via Liguria 19/L
67051 Avezzano
Telefono: 0863441434
Contatti: 3407736916 - 3407601856
P.I. 01964020661

Responsabile del progetto - Direttore tecnico

Dott. Fabio Galli

Collaboratore

Dott. Christian Cannese

Geologo

Dott. Fabio Galli



GALLI FABIO
02.05.2022
17:36:25
GMT+00:00

REV	DATA	MOTIVO REV	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
	19/12/19				

L'elaborato si compone di n. 44 fasciate esclusi gli allegati

INDICE

1. Premessa.....	2
10. Documentazione fotografica	42
2.1. Inquadramento geologico e geologia dell'area.....	3
2.2. Caratteri geologici locali.	4
2.3. Geomorfologia dell'area.....	5
3.1. Idrografia e idrogeologia.....	5
4.1. Rischi geologici, naturali e indotti.....	7
4.2. Vincoli (Vincolo Idrogeologico, P.A.I., P.T.C.P.).....	8
5.1. Indagine geognostica	8
6.1. Sismicità – Approccio sito-dipendente (Relazione sul modello sismico del sito).	10
6.2. Definizione della Categoria di suolo.....	15
6.3. Cenni alla Microzonazione sismica	15
6.4. Catalogo Ithaca (Faglie attive e capaci).....	15
7.1. Modello Geologico	15
8.1. Definizione delle unità litotecniche e modello geotecnico	22
8.2. Parametri geotecnici.....	23
8.3. Verifica a liquefazione.....	31
9.1. CONCLUSIONI.....	32
9.2. Bibliografia.....	34
9.3. Piano delle indagini geognostiche.....	37
9.4. Piano stralcio autorità di Bacino del F. Liri Garigliano e Volturno	38
9.5. Report prove geognostiche.....	39

ALLEGATI

Certificati inerenti le prove geotecniche in sito

Certificati di laboratorio geotecnico

Relazione riposta sismica locale

Indagine Tomografie elettriche e misure Masw e HVSR

1. Premessa.

Con riferimento al contratto del 30/12/2020 con Ing. Fabrizio Confortini su indicazione della Committenza, Covalpa ABRUZZO, con sede in Borgo Strada 14 nel comune di Celano ha conferito alla scrivente società l'incarico di redigere la presente Relazione Geologica e relazione sismica sulle indagini.

La presente relazione è formulata secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17.01.2018 (NTC 2018), in ossequio alle disposizioni di cui alla Legge Regionale n° 28/11 e al relativo Regolamento Regionale n. 3/16 e sulla base dei risultati delle indagini allo scopo realizzate.

Il sito in esame è collocato in loc. Borgo Strada 14, all'interno dell'area di proprietà della Ditta Covalpa Abruzzo nel comune di Celano (AQ) sita nell'ex stabilimento SADAM. L'area progettuale è meglio definita nell'immagine di seguito allegata.



Con l'ellisse rossa viene indicata l'area di studio.

2.1 Inquadramento geologico e geologia dell'area.

L'area di Borgo Strada 14 (settore Nord dell'abitato di Borgo Strada 14) è caratterizzata in affioramento da sedimenti continentali di ambiente fluvio-lacustre.

Essi sono stati depositi dai corsi d'acqua provenienti essenzialmente dall'asta fluviale del T. la Foce e dal Rio Pago, nonché dalle numerose incisioni del M. Serra direttamente drenanti verso il bacino del Fucino a volte rimaneggiati dall'azione lacustre.

La presenza del lago Fucino a Sud dell'area ha comportato l'instaurarsi di vari cicli sedimentari legati all'alternanza delle diverse fasi di stazionamento della superficie lacustre, con episodi regressivi di basso stazionamento, in cui sono prevalsi fenomeni erosivi, ed episodi di ingressione, che hanno permesso la deposizione di vari strati più o meno potenti di ghiaie, sabbie, limi, argille.

In definitiva il sito è impostato sui depositi olocenici-pleistocenici (inf.) di origine fluvio-glaciale, fluviale, lacustre e palustre.

Secondo Giraudi (1997), nei pressi dell'area in analisi è presente una spianata di abrasione denominata "Spianata di San Benedetto Venere dei Marsi", una forma erosiva dell'Olocene, (legata ad alti livelli di stazionamento del lacustre) che caratterizza la parte sommitale della spianata denominata "Spianata di Pescina"; quest'ultima, secondo l'Autore, è una forma di accumulo lacustre del Pleistocene superiore (caratterizzata da due orizzonti distinti: uno a sedimentazione lacustre litorale, un altro a sedimentazione deltizia lacustre).

Nell'area di interesse infatti, sono presenti due conoidi attive: la piccola conoide di "La Foce" con sviluppo NE-SW che poggia sulla più estesa e vasta conoide fluvio-glaciale della Valle del Rio Pago, con sviluppo principalmente N-S (vedi Carta Geologica CARG allegata). La stratigrafia più superficiale del sito in analisi in definitiva è probabilmente da ricondurre all'attività recente della conoide attiva di La Foce. Più in generale, l'interazione dell'attività sedimentaria tra le due conoidi, quella sedimentaria ed erosiva del lago Fucino, così come i flussi idrici provenienti dal versante SW del Monte La Serra, hanno condizionato le caratteristiche litostratigrafiche dell'area di studio.

I depositi si trovano sovrapposti o in eteropia di facies con le facies fini di origine lacustre proprie della Piana del Fucino. Al tetto della successione è presente un modesto orizzonte di natura eluvio-colluviale, coperto da materiale vegetale rimaneggiato e a volte da corpi antropici.

L'influenza tettonica quaternaria nell'area di Celano ha rialzato numerose porzioni del settore N e NE della Piana, condizionando alcuni eventi deposizionali (e sedimentari).

2.2. Caratteri geologici locali.

Per quanto attiene alla geologia locale del sito, attraverso i risultati della campagna di indagini e prove geognostiche è stato possibile ipotizzare il modello litostratigrafico. Tale modello è stato confrontato con i dati di letteratura inerenti l'intorno dell'area in analisi. Nel dettaglio si descrivono di seguito le ipotesi e considerazioni geologiche stratigrafiche e paleo ambientali inerenti l'area di imposta dell'intervento.

Dal punto di vista deposizionale è evidente una variazione dei paleoambienti deposizionali; andando dal piano campagna in profondità, si passa ritmicamente da ambiente ad alta energia (ghiaie e ghiaie sabbiose) ad ambienti a bassa e medio bassa energia (sabbie, limi sabbiosi e argille), per poi di nuovo incontrare ambienti di alta energia (ghiaie e sabbie) e ambienti lacustri e palustri (argille e sabbie limose).

Visto il grado di arrotondamento dei granuli di tutti i depositi detritici e ghiaiosi rinvenuti in sondaggio è evidente un trasporto prossimale o poco prolungato (area di alimentazione: T. La Foce). Inoltre lungo le verticali indagate con i sondaggi a carotaggio non si evince la presenza di livelli di suoli o paleosuoli al tetto o interni ai depositi grossolani (ghiaie sabbie e frazioni intermedie) presenti nei primi 8-9 m a partire dall'attuale p.c.; ciò indica che il deposito osservato è proprio di una conoide attiva.

Inoltre dal punto di vista geologico-tecnico la presenza di sabbie fini e sabbie limose grossolane comporta l'esistenza di un remoto rischio di liquefazione, in quanto tali depositi si trovano sotto il pelo libero della falda (misurata il 16 dicembre 2019 a -6,40 m dal piano campagna nel piezometro S3-P3 e -6.60 m nel piezometro S4-P4. Si attendono comunque i risultati delle prove di laboratorio per verificare quanto supposto.

I depositi argillosi e argilloso-limosi, alternati alle sabbie, rinvenuti nei sondaggi a quote tra i -10 m e i -18 m dal p.c. hanno coesione non drenata (C_u), misurate in campagna con pocket penetrometro, dell'ordine di circa 0.2 - 1.5 kg/cmq (misure senza correzione strumentale). Tali coesioni sono estremamente basse e tipiche di materiali molto organici e/o alterati da processi chimico-fisici da ricondurre probabilmente alla degradazione della materia organica.

2.3. Geomorfologia dell'area.

L'area su cui sorgerà l'opera in progetto è impostata su una superficie peneplanata, posta sulla fascia di raccordo fra il colle di Celano e la piana del Fucino, da cui dista qualche centinaio di metri. Tale superficie presenta una debole pendenza verso Sud, si è formata a seguito dell'alternarsi di cicli di erosione e sedimentazione, concomitanti con le variazioni della superficie del lago, dovuti al naturale ciclo evolutivo morfogenetico legato alle variazioni climatiche che si sono succedute negli ultimi 30.000 anni.

Dal punto di vista geomorfologico l'area risulta sottoposta all'azione delle acque di ruscellamento e alluvionamento, essendo l'area posta a margine delle maggiori aste di drenaggio vergenti verso la Piana del Fucino (Rio Pago e Rio La Foce).

Per via delle considerazioni esposte nel presente documento, sia di natura geomorfologica che stratigrafica (visti i risultati delle stratigrafie di sondaggio che attestano la presenza di elevati spessori di terreni granulari depositi in ambiente ad alta energia e trasportati tramite per mezzo di acqua e con la contemporanea assenza sia di paleosuoli che di livelli stratigrafici a medio o bassa energia) si presume che il sito in analisi sia impostato su depositi di conoide attiva. A tal riguardo si evidenzia che l'area è prossima allo sbocco del T. Rio La Foce sul Canale allacciante Settentrionale del Fucino

3.1 Idrografia e idrologia.

L'area in oggetto si trova a monte di un diffuso fronte sorgentizio costituito da una serie di venute d'acqua che si allineano formando un esteso fronte d'emergenza idrico.

Tale fronte sorgentizio è di discreta entità e vede la sua area di alimentazione nelle acque di ruscellamento e infiltrazione dei versanti sovrastanti, raccolte all'interno di lenti e/o strati più permeabili (sabbiosi o ghiaiosi) che sgorgano in corrispondenza di cambi litologici o di pendenza.

La particolare conformazione dei depositi (geneticamente eterogeni) può far sì che localmente si possano trovare, a varia profondità, orizzonti acquiferi modesti, sostenuti dalle lenti limo-argillose.

Ai fini della realizzazione dell'opera in progetto sono stati realizzati n. 6 piezometri le cui misure hanno evidenziato il 12/03/2021 presenza di falda acquifera intorno tra i -4.77 m dal

p.c.(P6) e i -6.06 m (P4) dal p.c. (quote assolute slm : tra -665.23 e -662.94); si sottolinea che Marzo è un mese notoriamente di transizione tra bassi stazionamenti delle falde acquifere (minima ricarica) a seguito delle minori precipitazioni estive che generalmente caratterizzano il sistema climatico della Marsica e alti stazionamenti susseguenti allo scioglimento delle nevi (maggio) La direzione del flusso idrico è NE-SW con vergenza SW (verso P4).

4.1 Rischi geologici, naturali e indotti.

- Rischio idrogeologico.

Dal punto di vista geomorfologico l'area non risente di fenomeni di instabilità dovuti alla componente gravitativa, essendo l'area pressoché pianeggiante o a debolissima pendenza.

E' remoto il rischio di formazione di fenomeni legati all'azione delle acque di ruscellamento concentrato o di erosione accelerata; mentre, per la sua natura litologica, nelle aree caratterizzate da terreno naturale grossolano non sembra esserci possibile rischio di impaludamento e stagnazione delle acque, sull'attuale piano campagna.

Per il sito in analisi, in base alle cartografie (rischio frane) dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri Garigliano e Volturno non è presente e riconosciuto rischio idrogeologico

- Rischio sismico.

Il territorio comunale di Celano è stato classificato come zona sismica 1; per cui essendo molto elevata la pericolosità di natura sismica, al fine di diminuirne il rischio, si procederà nella progettazione nel rispetto delle normative vigenti ed in particolare ai sensi di quanto disposto dal Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 che stabiliscono i criteri di edificazione atti a ridurre il rischio sismico; pertanto nella progettazione bisognerà prendere atto di quanto emerso nella redatta relazione di Risposta Sismica Locale in redazione, allegata alla presente relazione geologica e considerando anche gli approfondimenti riguardanti l'ubicazione di eventuali faglie attive e capaci (studi in itinere da parte degli Enti Statali Preposti).

- Rischio da collasso per cavità o sinkholes.

Non risultano presenti evidenze o indizi conoscitivi di cavità sotterranee o sinkholes nell'area di intervento dall'analisi del database ISPRA.

4.2 Vincoli (Vincolo Idrogeologico, P.A.I., P.T.C.P.).

Allo stato attuale delle conoscenze il sito di interesse progettuale risulta escluso dalle zone pericolose disposte dalla Carta degli Scenari di Rischio – Rischio Frane, redatta dall’Autorità di Bacino dei F. Liri-Garigliano e Volturno. (Allegata Carta PAI e PSDA).

5.1 Indagine geognostica

La campagna di indagine geognostica è stata realizzata circa dal 04/12/19 al 19/12/19; e dal 25/01/2021 al 01/03/2021; le indagini effettuate sono state ubicate come riportato nell’allegato cartografico “Piano delle Indagini geognostiche”.

Si riportano di seguito l’elenco delle attività di indagine eseguite sull’area di interesse progettuale al fine di reperire il modello geologico-geotecnico e sismico e i principali parametri fisico meccanici dei terreni oggetto di indagini (vedi figura “Piano indagini”) anche ai fini della RSL. Prima dell’esecuzione delle indagini geognostiche è stata realizzata una campagna di indagine geofisica di tipo tomografia elettrica al fine di verificare, in via preliminare, la presenza di eventuali strutture sepolte che avrebbero potuto interferire con le attività di indagine geognostica.

Durante la campagna di indagini sono stati realizzati n. 19 fori a carotaggio. In 6 di questi fori denominati S1/P1, S3/P3, S2/P2, S4/P4, S6/P6, S7/P7 , sono stati installati dei piezometri a tubo aperto di 20 m di profondità cadauno, tranne nel S6/P6 di mt 30.

All’interno dei fori sono state realizzate complessivamente n. 93 prove SPT. Si riportano negli allegati le prove utilizzabili ai fini della definizione dei parametri geotecnici (le altre prove hanno raggiunto il “rifiuto alla penetrazione” avendo raggiunto il limite tecnico della misura).

Nel Foro S2, S10 e S8 sono stati prelevati 5 campioni di terreno indisturbati attraverso fustella di tipo Shelby sui quali sono calcolati i principali parametri fisico-meccanici ai fini di una classificazione geotecnica, e sono state eseguite alcune analisi di laboratorio geotecnico unitamente ai dati delle prove di sito (DPSH e SPT).

Per i risultati delle prove di laboratorio citate si rimanda ai certificati allegati

E’ stato misurato il livello di falda (o falde) nei piezometri P1, P2, P3, P4, P6 e P7 in data 12/03/2021. (si veda tabella allegata)

Sulla maggior parte delle carote di sondaggio estratte e di natura coesiva è stata misurata la coesione non drenata (Cu) con pocket penetrometro (si riportano certificati di misura in cantiere).

Sono state realizzate n. 3 prove di tipo DPSH, n. 2 misure di rumore sismico tipo HVSR, n.2 acquisizione ed elaborazione di prova Masw (riportate in allegato), n. 1 prova Dh in foro attrezzato S8.

Inoltre ai fini dell'individuazione di sottoservizi o strutture sepolte nelle aree di indagini sono state realizzate n. 7 misure di tipo Tomografie elettrica (si riporta allegata relazione di misura).

Sigla Piezometro	Data misura	Profondità m dal p.c.
P1	12/03/2021	-4.77
P2	12/03/2021	-5.12
P3	12/03/2021	-5.45
P4	12/03/2021	-6.06
P6	12/03/2021	-5.54
P7	12/03/2021	-4.82

6.1. Sismicità – Approccio sito-dipendente (Relazione sul modello sismico del sito).

Il territorio comunale di Celano risulta classificato sismico a seguito dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003. In tale quadro il Comune di Celano ricade in zona sismica 1.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “sito dipendente” e non più tramite un criterio “zona dipendente”.

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla “pericolosità di base” del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

L'area del foglio Geologico 368 Avezzano è interessata da intense deformazioni compressive e distensive; quelle distensive sono riferibili alla fase tettonica pliocenico-quadernaria e schematizzabili in tre principali sistemi di faglie di importanza regionale:

Faglie normali e transtensive sinistre con direzione NNW- SSE

Faglie normali con direzione WNWSE, a volte associate a componenti transtensive destre

Faglie transtensive destre a direzione WSW- ENE;

All'attività di tali sistemi di faglia è legata la formazione ed evoluzione di depressioni tettoniche, colmate dai sedimenti continentali plio-quadernari, quali la conca del Fucino, i Piani Palentini-Colle dello Streppitto, Piani di Pezza, ecc..

La dorsale carbonatica Cimarani, M. d'Aria, M. Longagna è in contatto con la Piana del Fucino attraverso un sistema di faglie dirette a direzione generalmente appenninica (NW-SE).

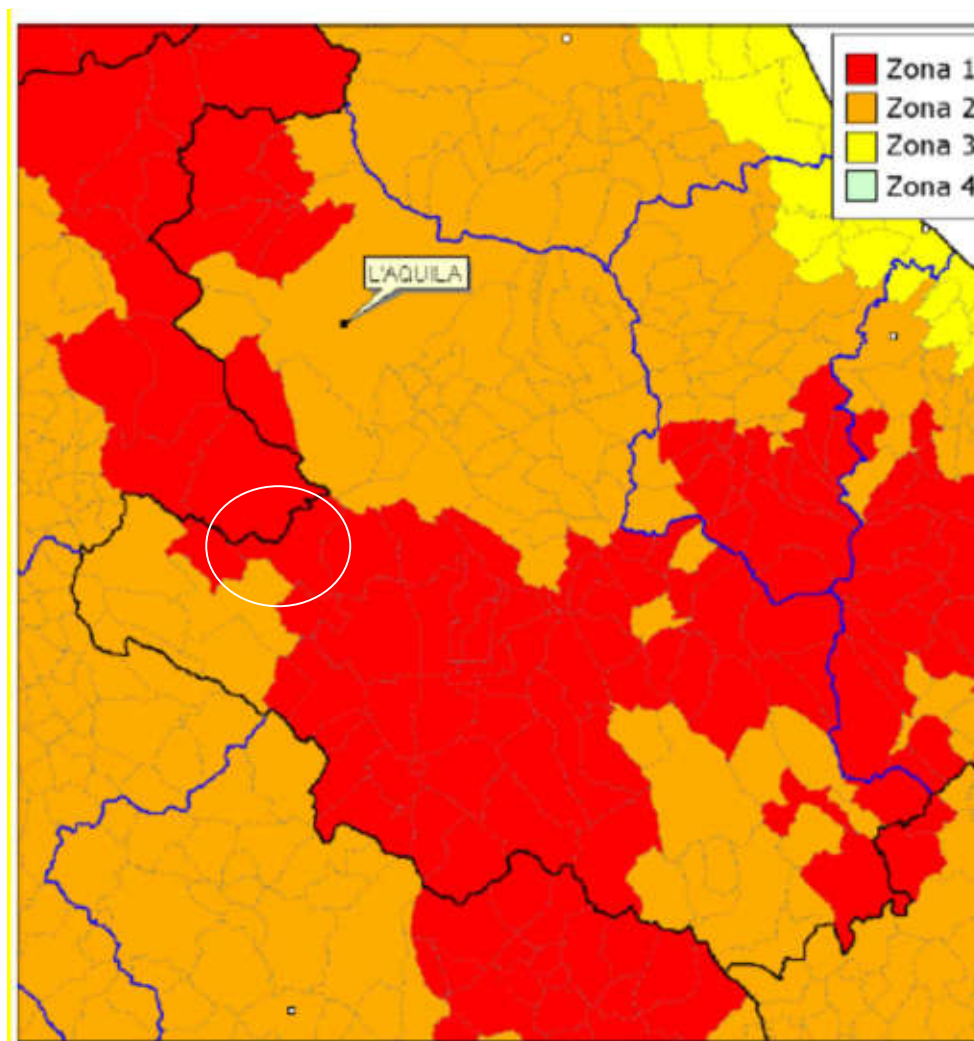
Un altro importante lineamento tettonico (faglia diretta) è ubicato poco a nord e nord est dell'area di studio e si sviluppa in direzione prettamente E-W attraverso la faglia o meglio il fascio di faglie cosiddetto "di Tre Monti" che ribassa la piana del Fucino rispetto alla catena del Monte Cervaro-Tre Monti-M. della Forchetta.

Nella Piana del Fucino, per ciò che riguarda l'attività tra il Pleistocene ed i nostri giorni, sono stati riconosciuti vari eventi sismici compresi tre eventi di fagliazione superficiale di epoca post romana e relativi al terremoto del 1915 (Centamore et alii, 2006)

La dorsale del Monti Velino è dislocata a SW da faglie riutilizzate in regime distensivo nel Quaternario (GALADINI MESSINA 1995-1999).

Per Celano si osservano nel catalogo dei terremoti, gli importanti eventi tellurici del 24-01-1778, 10-04-1885, 24-02-1904 (Magliano dei Marsi), 13-01-1915 ($M=7.1$); inoltre nel catalogo ITHACA, relativo alle faglie attive e capaci risultanti da studi pregressi, si evince che il sito in analisi è ricompreso tra alcune faglie attive e capaci con andamento WNW-ESE; invece più a nord, nord est e nord-ovest del sito in analisi sono state cartografate ulteriori faglie attive e capaci, con andamento sia N-S che NW-SE che WNW-ESE.

Le faglie di cui sopra possono, con i loro movimenti, indurre fenomeni sismici e nella maggior parte dei casi hanno contribuito alla genesi della piana del Fucino, alla morfologia oggi osservabile ed in parte anche al controllo della sedimentazione della Piana.



Zone sismiche aggiornate dall'OPCM 3274/2003 e recepite dalle Regioni

Effetti							In occasione del terremoto del					
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw		
4	1778	01	24	07	45		Marsica	6	6-7	4.86		
6-7	1850	12	30	05	30		Marsica	4	6-7	4.86		
4-5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85		
5-6	1885	04	10	01	44		Appennino laziale-abruzzese	44	5	4.57		
NF	1887	01	27	02	45		Aquilano	30	5	4.17		
4	1887	04	15	02	50		Marsica	2	4-5	3.93		
5	1891	05	09	00	16		Val Roveto	41	5	4.42		
3	1892	01	21	20	15		Valle del Salto	14	5	4.40		
4	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11		
NF	1895	11	01				Campagna romana	94	6-7	4.83		
3	1898	06	27	23	38		Reatino	186	8	5.50		
5	1904	02	24	15	53	2	Marsica	56	8-9	5.68		
5	1904	02	25	00	29	1	Marsica	34	5-6	4.56		
5-6	1904	03	03	18	55	4	Marsica	6	4-5	4.32		
4-5	1904	03	10	04	21	3	Marsica	4	5	4.16		
4	1905	08	25	20	41		Valle Peligna	29	6	5.15		
NF	1910	02	22	15	35		Magliano de' Marsi	13	5	4.16		
NF	1911	04	10	09	43		Colli Albani	79	6	4.74		
NF	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35		
4-5	1914	04	14	02	49		Marsica	22	5	4.26		
11	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08		
5-6	1915	04	05	06	18	5	Valle dell'Aniene	21	6	4.80		
5-6	1915	07	08	23	41	1	Marsica	1				
5	1915	09	23	18	07		Marsica	18	6	5.07		
5-6	1915	12	04	01	02		Marsica	27	5-6	4.47		
5	1917	01	03	01	35		Marsica	57				
4-5	1917	07	08	02			Appennino laziale-abruzzese	44	5-6	4.68		
4-5	1919	04	20	06	32		Marsica	11	4-5	4.11		
3	1919	10	22	06	10		Anzio	142	6-7	5.22		
5-6	1922	12	29	12	22	0	Val Roveto	119	6-7	5.24		
3	1923	05	13	14	30	5	Valle del Salto	21	5	4.33		
6-7	1927	10	11	14	45	0	Marsica	81	7	5.20		

Effetti		In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
NF	1927	12	26	15	06	1	Colli Albani	38	7	4.89	
4	1929	01	14	04	01		Monti della Meta	32	4-5	4.42	
3-4	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67	
4	1931	10	21	07	35		Ciociaria	23	5	4.23	
4	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90	
5	1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8	5.89	
F	1951	08	08	19	56		Gran Sasso	94	7	5.35	
3	1957	04	11	16	19		Valle del Salto	46	6	4.94	
4	1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7	5.04	
5	1960	03	14	04	44		Marsica	40	7	4.72	
5	1961	04	06	11	34	4	Val Roveto	13	6	4.55	
F	1961	04	10	06	56		Alto Aniene	19	6	4.55	
F	1961	04	12	00	44		Alto Aniene	44	6-7	4.62	
3-4	1961	10	31	13	37		Reatino	84	8	5.09	
4	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15	
4-5	1967	12	03	21	39	5	Aquilano	32	5	4.37	
5	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83	
4	1980	06	09	16	02	4	Aquilano	28	6	4.64	
5	1980	06	14	20	56	5	Marsica	69	5-6	4.96	
3	1980	10	01	00	57	3	Frusinate	41	5	4.26	
4	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81	
5	1983	08	12	19	36	3	Monti della Meta	53	5	4.76	
NF	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62	
5	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86	
4	1984	06	24	22	02	4	Monti della Meta	79	6	4.57	
4	1984	07	01	07	47	1	Monti della Meta	74	6	4.63	
3	1985	05	20	10	00	2	Aquilano	29	5-6	4.51	
2	1986	10	13	05	10	0	Monti Sibillini	222	5-6	4.46	
NF	1990	05	05	07	31	2	Potentino	1375		5.77	
NF	1991	05	05	06	33	3	Aquilano	64	6	3.86	
NF	1994	08	05	22	01	2	Val Roveto	81	5-6	4.15	
2	1994	08	07	06	31	1	Val Roveto	103	5-6	4.25	
2	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66	
3-4	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62	
3-4	1998	05	12	21	46	3	Monti Simbruini	48	5	3.77	
NF	1998	08	15	05	18	0	Reatino	233	5-6	4.42	
2	2000	03	11	10	35	2	Valle dell'Aniene	214	6	4.25	
2	2000	06	27	07	32	3	Valle dell'Aniene	138	6	4.24	
5	2009	04	06	01	32	4	Aquilano	316	9-10	6.29	

Lista dei principali eventi sismici che hanno interessato l'abitato di Celano.(DB 2015)

6.2. Definizione dell'azione sismica di progetto (RSL)

Si rimanda all'allegato studio di Risposta sismica locale (RSL) per la definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del NTC 2018.

6.3. Cenni alla Microzonazione sismica

Il comune di Celano non è dotato, alla data della presente dello studio di microzonazione sismica. Si fa riferimento al Catalogo ITHACA per l'ubicazione delle sole faglie attive e capaci. Il sito non ricade, secondo il catalogo ITHACA, in aree con possibilità di dissesti dovuti a fenomeni di fagliazione superficiali. Si rimanda tuttavia a più precisi, specifici e localizzati studi per la definizione di tali problematiche, ed in particolare per la verifica dell'esistenza di faglie attive e capaci che interessano il lotto in analisi.

6.4. Catalogo Ithaca (Faglie attive e capaci)



Stralcio del database delle faglie attive e capaci (Catalogo Ithaca)

7.1 Modello Geologico

Per il modello geologico si rimanda alle stratigrafie di sondaggio allegate; in estrema analisi il sito può essere geologicamente schematizzato come una successione di natura alluvionale in che si sviluppa da nord a sud con la seguente disposizione ricostruita fino alle profondità indagate:

- terreni di riporto o naturali (suoli) dello spessore tra i 2 e 6 m, (indicato con la sigla **R**)
- ghiaie sabbiose o sabbie ghiaiose fino ai 8-9 m dal p.c., (indicato con la sigla **G**)
- limi sabbiosi o argillosi con livelli sabbiosi e argillosi decimetrici fino a -18/-20 m (indicato con la sigla **AL**)
- ghiaie grossolane in matrice sabbiosa (indicato con la sigla **GS**)
- limi e argille grigie con strati sabbiosi (indicato con la sigla **AS**)

Di seguito si riporta la tabella con indicata la stratigrafia schematica relativa ad ogni verticale di sondaggio



Ubicazione delle verticali di sondaggi. (con la sigla S è indicato il sondaggio a carotaggio con i relativi metri di indagine, con la sigla P il piezometro, DPSH le prove penetrometriche pesanti, HVSr le misure di rumore sismico, DH (prova Down Hole) , con le linee nere i profili geologici e geotecnici e con le linee gialle rosse blu e verdi le linee tomografiche (vedi relazioni sulle indagini geofisiche allegata).

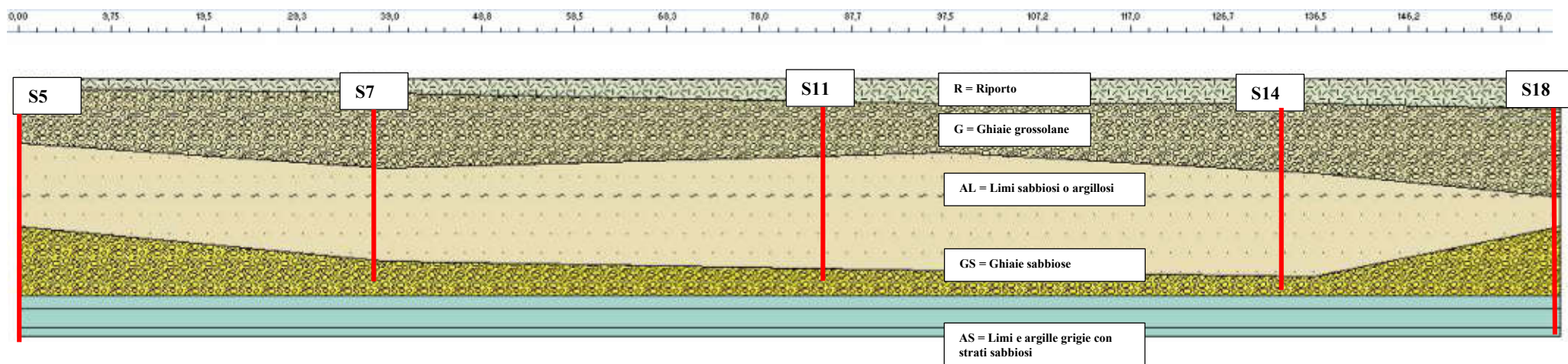
Schema semplificato della stratigrafia delle verticali di indagini

S5		S6		S7		S8		S9	
prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica
0-1.0	R	0-3.50	R	0-1.50	R	0-3.0	R	0-3.60	R
1.0-6.50	G	3.50-10.50	G	1.50-9.00	G	3.0-7.0	G	3.60-8.50	G
6.50-15.0	AL	10.50-16.50	AL	9.00-18.50	AL	7.0-15.50	AL	8.50-16.0	AL
15.0-21.0	GS	16.50-21.50	GS	18.50-20. FF	GS	15.50-22.40	GS	16.0-22.50	GS
21.0-30.0 FF	AS	21.50-30.00 FF	AS	/	/	22.40-30.0 FF	AS	22.50-30.0 FF	AS

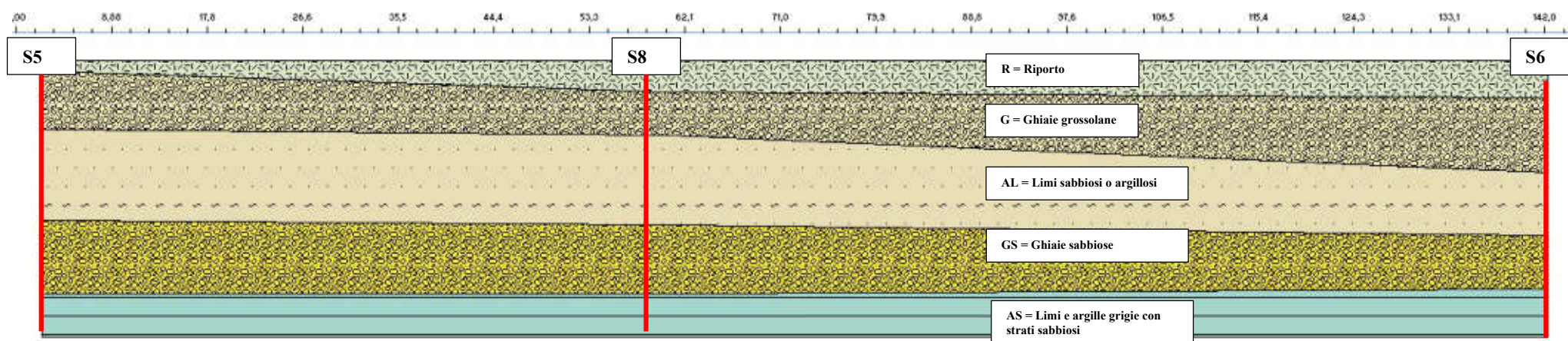
S10		S12		S11		S13		S14	
prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica
0-2.0	R	0-2.50	R	0-2.50	R	0-2.0	R	0-5.0	R
2.0-6.80	G	2.50-8.0	G	2.50-7.50	G	2.0-10.0	G	5.0-9.50	G
6.80-18.0	AL	8.0-18.50	AL	7.50-19.40	AL	10.0-20.0 FF	AL	9.50-20.0	AL
18.0-20.0 FF	GS	18.50-20.00 FF	GS	19.40-20. FF	GS				
				/	/				

S15		S16		S17		S18		S19	
prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica	prof. dal p.c.(m)	Sigla Formazione geologica
0-4.50(*)	R	0-5.0	R	0-1.50	R	0-3.0	R	0-2.0	R
4.50-7.50	G	2.50-10.0	G	1.50-10.0	G	3.0-12.0	G	2.0-10.70	G
7.50-18	AL	10.0-19.50	AL	10.0-19.50	AL	12.0-22.0	AL	10.70-20.0 FF	AL
18.0-20.0 FF	GS	19.50-20.00 FF	GS	19.50-20. FF	GS	22.0-24.0	GS		
				/	/	24.0-25.0 FF	AS		

(*) Sabbie limose arancioni con ossidi tra -3.0 e -4.50



Profilo geologico I-I' - Nord Sud



Profilo geologico II-II' - Ovest-Est (lato Nord)



Profilo geologico I'-III- Ovest-Est (lato Sud)

8.1. Definizione delle unità litotecniche e modello geotecnico

Dal punto di vista geologico-tecnico è stato possibile raggruppare in un'unica unità geotecnica alcuni litotipi individuati nel modello geologico (dalle simili caratteristiche geologico-tecniche) sintetizzate nella “Tabella dei parametri geotecnici” che segue.

Pertanto, i litotipi precedentemente descritti, nelle stratigrafie geologiche allegate (afferenti e illustrative del/i modello/i geologico/i) sono stati raggruppati in 5 orizzonti geologico-tecnici distinti, con caratteristiche e parametri geotecnici simili, tali da poter essere considerati omogenei dal punto di vista geotecnico. Si rimanda all’elaborazione delle singole prove in sito per un dettaglio dei parametri riferiti ad ogni singolo

orizzonte.

Si distinguono pertanto i seguenti 5 orizzonti geotecnici, predetti:

ORIZZONTE R: *riporto antropico passante talvolta a terreno vegetale (profondità della base dello strato dal p.c variabile da 0 a -6.00 m da p.c.).*

ORIZZONTE G: *ghiaia grossolana in matrice limosa e sabbiosa calcarea (profondità dal p.c. da - 2,50/6 m a -7.00/12.00 m).*

ORIZZONTE AL *Prevalenti limi sabbiosi intervallati a strati da sabbie debolmente limose e argille organiche (profondità dal piano campagna del tetto dello strato variabile da -6.50/-12.00 m; profondità della base dello strato variabile da a – -15/20 m)*

ORIZZONTE GS - *ghiaia in matrice limo-sabbiosa con interstrati di sabbia (la profondità dello strato da piano campagna va da - 16- 20 m (tetto dello strato) fino ai 22-24 m*

La variabilità degli spessori degli orizzonti riportati in tabella è riconducibile alla variabilità degli spessori riscontrata per gli stessi orizzonti nei 4 sondaggi a carotaggio e nelle prove DPSH.

ORIZZONTE AS: *limi e argille grigie con strati sabbiosi (la profondità dello strato da piano campagna va da - 18 / 20 m (tetto dello strato)*

La variabilità degli spessori degli orizzonti riportati in tabella è riconducibile alla variabilità degli spessori riscontrata per gli stessi orizzonti nei 4 sondaggi a carotaggio e nelle prove DPSH.

8.2. Parametri geotecnici

Per i dati geotecnici si fa riferimento ai risultati delle prove geotecniche e indagini in sito realizzate, ai dati derivati dall'elaborazione delle prove geotecniche eseguite da laboratorio autorizzato (vedi certificati prove allegati) e da considerazioni di natura geologica anche in funzione dell'applicabilità delle prove stesse ai diversi terreni.

ORIZZONTE GEOTECNICO COVALPA CELLE FRIGO DA SPT	Profondità della base degli strati geotecnici rilevate in tutta la campagna geognostica	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Angolo di attrito interno	Coesione non drenata
		γ_v (Kg/cm ³)	γ_{sat} (Kg/cm ³)	Φ (°)	C_u (Kg/cm ²)
STRATO R (da spt -4,5m)	variabile da m – 1,0 a m – 5,0	1,7	1,9	22,5	0
STRATO G (da spt-6,0m)	variabile da m – 6,5 a m – 12,0	2,1	2,5	28,0	0
STRATO AL1 (da spt- 9,0m)	variabile da m – 15,0 a m – 22,0	2,02	2,22	-	0,48
STRATO AL2 (da spt-12,0m)		1,90	1,91	-	0,32
STRATO AL3 (da spt-15,0m)		2,02	2,22	-	0,48
STRATO AL4 (da spt- 18,0m)		2,10	2,31	-	0,78
STRATO GS (da spt-18,5m)	variabile da m – 21,0 a m – 24,0	2,19	2,50	31	0
STRATO AS1 (da spt-25,5m)	non raggiunta	1,99	2,19		0,44
STRATO AS2 (da spt-28,0m)		2,5	2,5	-	1,57

SONDAGGIO S5	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-1
G	1-6,5
AL	6,5-15
GS	15-21
AS	21-30

SONDAGGIO S6	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-3,5
G	3,5-10,5
AL	10,5-16,5
GS	16,5-21,5
AS	21,5-30

SONDAGGIO S7	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-1,5
G	1,5-9,0
AL	9,0-18,5
GS	18,5-20

SONDAGGIO S9	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-3,6
G	3,6-8,5
AL	8,5-16
GS	16-22,5
AS	22,5-30

SONDAGGIO S10	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-2
G	2-6,8
AL	6,8-18
GS	18-20

SONDAGGIO S12	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-2,5
G	2,5-8
AL	8-18,5
GS	18,5-20

SONDAGGIO S8	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-3
G	3-7
AL	7-15,5
GS	15,5-22,4
AS	22,4-30

SONDAGGIO S11	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-2,5
G	2,5-7,5
AL	7,5-19,4
GS	19,4-20

SONDAGGIO S13	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-2
G	2-10
AL	10-20

SONDAGGIO S14	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-5,0
G	5,0-9,5
AL	9,5-20

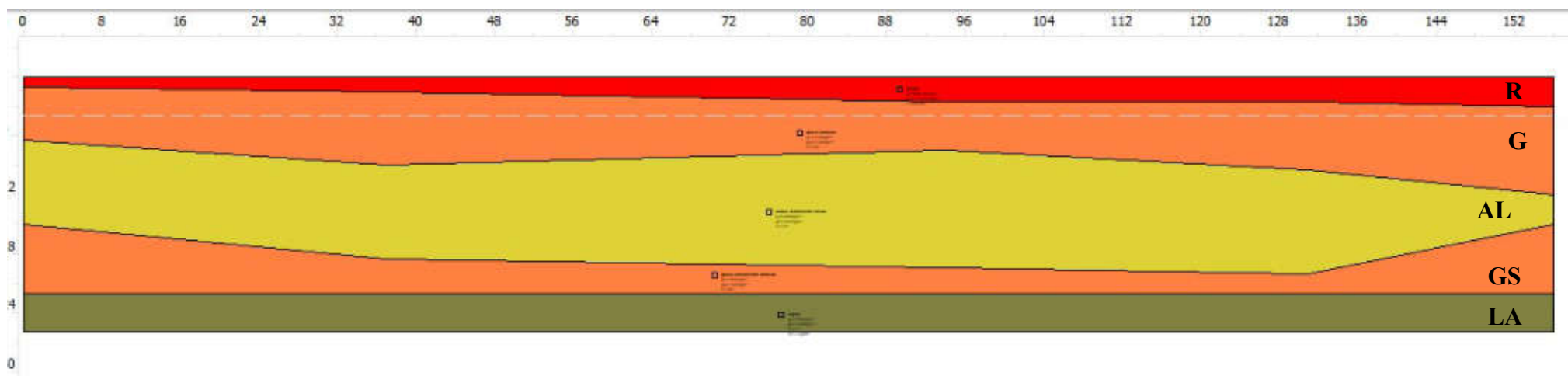
SONDAGGIO S15	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-3
G +SABBIA OX. TRA 3.0 E 4.5	3-7,5
AL	7,5-18
GS	18-20

SONDAGGIO S16	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-5
G	5-10
AL	10-19,5
GS	19,5-20

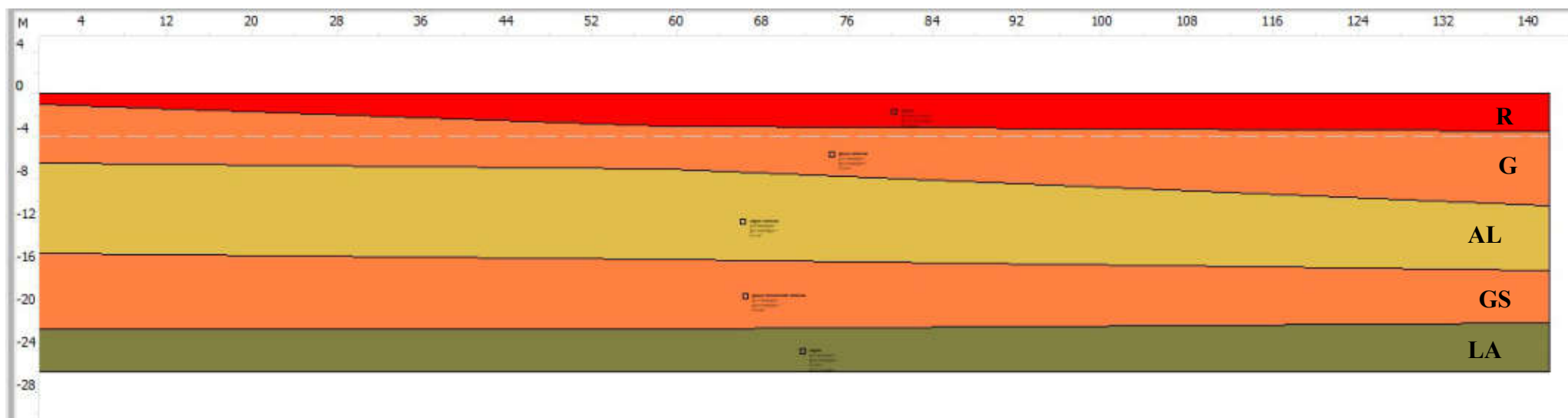
SONDAGGIO S17	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-1,5
G	1,5-10
AL	10-19,5
GS	19,5-20

SONDAGGIO S18	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-3
G	3-12
AL	12-22
GS	22-24
AS	24-30

SONDAGGIO S19	PROFONDITA' DA METRI... A METRI... DAL PIANO CAMPAGNA
R	0-2
G	2-10,70
AL	10,70-20



Profilo geotecnico I-I' - Nord-Sud- Lato Ovest



Profilo geotecnico II-II' - Est-Ovest – lato Nord



Profilo geotecnico I'-III- Est-Ovest – lato Sud (palazzina uffici)

8.3. Verifica a liquefazione

Al fine di verificare le condizioni di liquefazione del terreno in caso di sisma, si devono manifestare contemporaneamente tutte le seguenti condizioni:

1. eventi sismici attesi di magnitudo *M Superiore a 5*;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna *in assenza di manufatti* (condizioni di campo libero) maggiori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda inferiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata minore di $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (ConePenetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

Dall'elaborazione delle prove in sito (SPT), e dall'analisi granulometrica (curve granulometriche di laboratorio allegate alla presente) l'area non sembra soggetta a rischio di liquefazione generalizzato.

9.1 CONCLUSIONI

1. Dal punto di vista geomorfologico ed idrogeologico, la zona nella quale si vuole realizzare lo stabilimento COVALPA ricade in un'area non soggetta a pericolosità di natura idrogeologica; si ritiene che tale area ricada all'interno di una conoide comunque "attiva".
2. Vista la cartografia ISPRA sui Sinkholes, non risultano presenti evidenze o indizi di cavità sotterranee o sinkholes nell'area di intervento; tuttavia tale problematica risulta diffusa nell'area del Fucino.
3. Vista la cartografia regionale sulle Valanghe non risultano rischi di valanga per il sito in studio.
4. Nelle indagini sono stati prelevati campioni di terreno e analizzati ai sensi dall'art 59 del DPR 380/01 da Laboratorio Geotecnico Autorizzato dal MIT.
5. E' stata riscontrata una falda acquifera a profondità variabili da -4.70 m nel lato Nord del lotto di edificazione a -6.00 m circa profondità nella fascia Sud, falda misurata in data 12/03/21.
6. Per i parametri sismici di progetto si rimanda all'allegata Relazione di Risposta sismica locale.
7. Dai dati in possesso, lungo le verticali indagate, il potenziale rischio di liquefazione risulta remoto, per gli strati a componente sabbiosa rinvenuti.
8. In considerazione dei dati derivati dalle indagini e prove geognostiche disponibili è stato ipotizzato un modello geologico-tecnico in cui si evidenzia alternanza di strati ghiaiosi-ciottolosi con depositi limo-sabbiosi e limo-argillosi; l'interfaccia tra i vari strati o unità geotecniche è localmente variabile; nel caso di realizzazione di fondazioni profonde si tenga in considerazione tale variabilità da verificare su ogni verticale di intervento. infatti, nel presente elaborato il modello geotecnico ipotizzato e' stato semplificato soltanto per ragioni di sintesi, con stratificazione piana e parallela.
9. I terreni posti tra - 8,40 m e -15.00 m dal p.c. lungo le verticali indagate (in particolar modo tra -9 e - 13 m circa) presentano caratteristiche geotecniche mediocri.

Inoltre tali dati sono relativi alle sole verticali e profondità indagate in sondaggio a carotaggio e vista la vastità dell'area di interesse e la variabilità orizzontale e verticale, sia geotecnica sia geologica, propria dell'ambiente sedimentario rinvenuto, indicano un'alta variabilità degli spessori e delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni più superficiali.

Tali terreni sono costituiti da riporti antropizzati all'interno dei quali sono state rinvenute opere relitte (tubazioni, fondazioni, pozzi, cunicoli, strutture, rinterri, ecc) in corrispondenza dei punti

indicati dalle anomalie di resistività inerenti le indagini geofisiche in tomografia elettrica; tale riporto non può assolutamente essere utilizzato come terreno di sedime della fondazione e ai fini della stabilità dell'opera deve essere rimosso o bonificato o by-passato.

Si rimanda ai risultati delle indagini sismiche e tomografie e elettriche e dell'analisi di risposta sismica locale, del rilievo topografico, delle analisi di laboratorio e delle singole prove geotecniche per i dettagli.

Il Geologo

Dott. Fabio Galli.

Avezzano, addì 20/03/2021

9.2. Bibliografia

ACCORDI G. (1974): *Nuovi affioramenti di lacustre sollevato a terrazzi al bordo settentrionale del Fucino (Abruzzi)*. Boll. Soc. Natur., 84, pp. 265-280

BECCACCINI A., CAVINATO G.P. & VITTORI E. (1991): *Contributo alle conoscenze macro e mesostrutturali dei rilievi settentrionali del bacino del Fucino*. Studi Geol. Camerti, Vol speciale CROP 11 (1991/2), pp. 11-19

BENEO E. (1939): *Le terrazze quaternarie della regione fucense ed i loro rapporti con i fenomeni orogenetici nella Marsica (Appennino Abruzzese)*. Boll. Soc. Geol. It., 58, pp. 54-77

BERTINI A., CAVINATO G.P. & VITTORI E. (1991): *contributo alle conoscenze macro e mesostrutturali dei rilievi settentrionali del Bacino del Fucino*. Studi Geol. Camerti, Vol speciale CROP 11,(1991/2)

BIGI G., COSENTINO D., PAROTTO M., SARTORI R. & SCANDONE P. (Eds.), (1992): *Structural model of Italy, Scale 1:500000, 6 Sheets*. CNR, Quad. Ric. Sci., Vol. 114(3).

BLUMETTI A.M., CAVINATO G.P., MICHETTI A.M., TOZZI M. & VITTORI E. (1991) : *Campo di fatturazione superficiale e tettonica recente del bacino del Fucino*. In “Aree Sismogenetiche e Rischio Sismico in Italia”, Vol 2, pp. 259-267, a cura di Boschi E., Dragoni. ROMA 1991

BONCIO P. ET ALII (2014) *Studio di Microzonazione sismica di primo livello del territorio comunale di Avezzano Il*

BOSI C., CAIAZZO C., CINQUE A. & MESSINA P. (1996): *Le superfici relitte della regione fucense (Appennino centrale) ed il loro possibile significato nella ricostruzione dell'evoluzione geologica*. Il Quaternario, 9(1), pp. 381-396

CAVINATO G.P., DE RITA D., MILLI S. & ZARLENGA F. (1992): *Correlazione tra i principali eventi tettonici, sedimentari, vulcanici ed eustatici che hanno interessato l'entroterra (conche*

intrappenniniche) e il margine costiero tirrenico laziale durante il Pliocene superiore ed il Pleistocene. Studi Geologici Camerti, Vol. spec. (1991/2), pp. 109-114

CELICO P. (1983): *Idrogeologia dei massicci carbonatici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia Centro-Meridionale (Marche e Lazio meridionali, Abruzzo, Molise e Campania). Quaderni per la Cassa del Mezzogiorno, 4/2*

CERCATO M.: *Analisi integrata di misure geofisiche. Studio e caratterizzazione di una paleofrana – Celano (AQ). Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Strade*

CONVEGNO SU “LE CONCHE INTERMONTANE”: *Caratteristiche stratigrafiche, sedimentologiche, strutturali ed aspetti applicativi. ROMA 13-15 Settembre 1993. Il Quaderno 6(2), 1993*

PAROTTO M. & PRATURLON A. (1975): *Geological summary of the central Appennines. Structural Model of Italy, C.N.R., Quad. Ric. Scient., 90, pp. 257-311*

PAOLINI E. (2003): *Indagini geologiche e geofisiche per la valutazione della risposta sismica locale nel territorio di Celano (AQ). Dip. Scienze della Terra, Università “La Sapienza”, Roma. Tesi di Laurea.*

PETITTA M. & CAPELLI G. (1994): *Inquadramento idrogeologico del bacino del Fucino. In “Il lago Fucino e il suo emissario”, pp. 46-61*

PROGETTO IFFI (INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA) APAT - DIPARTIMENTO DIFESA DEL SUOLO - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - LINK ALLA PAGINA WEB, DOVE È POSSIBILE CONSULTARE LA CARTOGRAFIA UTILIZZATA: WWW.SINANET.APAT.IT/PROGETTOIFFI.

ROMA M. A. (2001): *Indagine sulla circolazione idrica sotterranea nei depositi clastici continentali del margine settentrionale del Fucino (Abruzzo). Tesi di Laurea*

SABATINI C.. (2000): *Ricostruzione del sottosuolo di Celano (AQ), orientata alla valutazione della risposta sismica locale. Tesi di Laurea*

SETTE A. (2003): *Indagini geologiche e geofisiche per la ricostruzione del sottosuolo del comune di Celano(AQ)*. Dip. Scienze della Terra, Università “La Sapienza”, Roma. Tesi di Laurea

SCARASCIAMUGNOZZA G. (2000): *Indagini e caratterizzazione geologico tecniche finalizzate alla valutazione e prevenzione del Rischio Geologico in aree intermontane dell’Appennino centrale contraddistinte dalla presenza di insediamenti industriali*. Relazione conclusiva (inedita). Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Dipartimento di Scienze della Terra.

VALENSISE&D’ADDAZIO (1995) :*Il terremoto di Avezzano del 1915 80 anni dopo. Guida alla riscoperta degli effetti del terremoto sull’ambiente naturale*. Istituto Nazionale di Geofisica

THE GEOLOGICAL MODEL OF CELANO TOWN AREA FOR

SEISMICMICROZONATIONACTIVITIES”.AUTHORS: G.BIANCHI FASANIA G.P.CAVINATO B M.

PETITTAA G.SCARASCIA

MUGNOZZAAM.VOLTAGGIOHTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.SOILDYN.2008.05.006.

“GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS FOR SEISMICZONATION IN MUNICIPAL AREAS WITH COMPLEXGEOLOGY: THE CASE STUDY OF CELANO, ITALY”. AUTHORS: E.CARDARELLIR.DE NARDISBG.DI FILIPPO CG.MILANADHTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.SOILDYN.2008.05.003

“QUATERNARY, CATASTROPHIC ROCK AVALANCHES IN THE CENTRAL APENNINES (ITALY): RELATIONSHIPS WITH INHERITEDTECTONICFEATURES, GRAVITY-DRIVENDE FORMATIONS AND THE GEODYNAMIC FRAME”. AUTHORS: G. BIANCHI FASANIA12E.DI LUZIOB

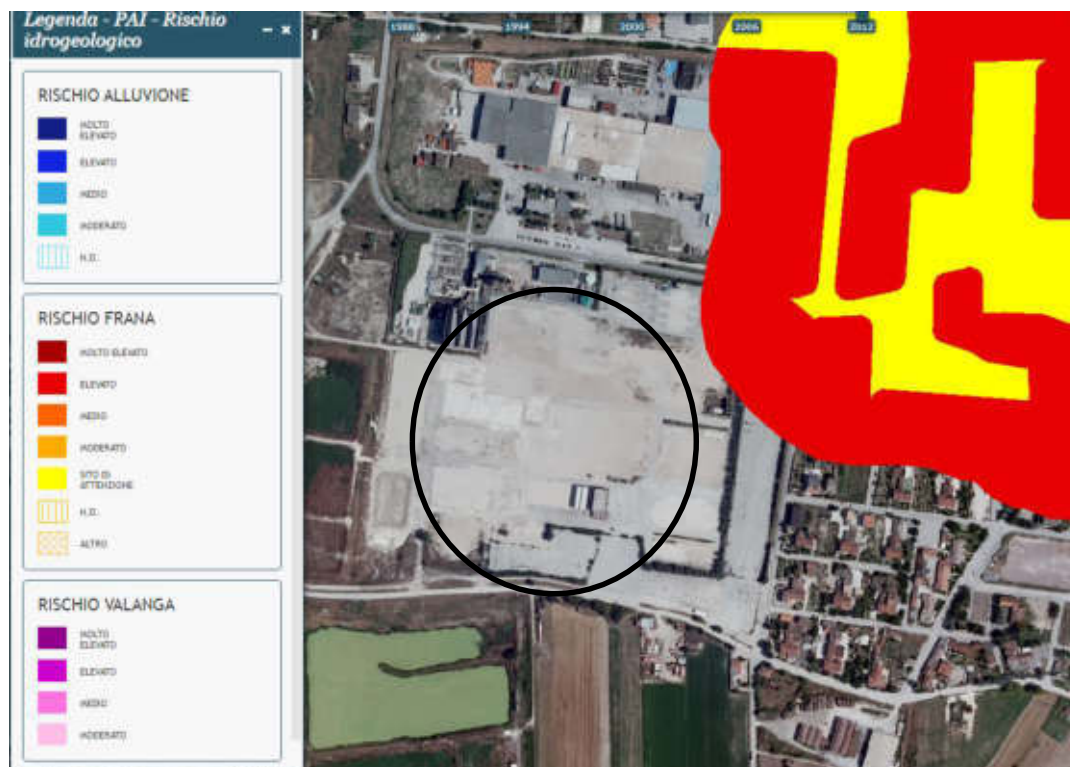
-“STABILITY OF SLOPE DEBRIS AT THE MARGIN OF INTRA-MONTANE BASINS: THE FONTE GRANDE LANDSLIDE”(CELANO – AQ). CARDARELLI E., DI FILIPPO G., FLORIS M., MARTINO S. &SCARASCIAMUGNOZZA G. (2003. ITALIAN JOURNAL OF ENGINEERINGGEOLOGY AND ENVIRONMENT, 2, 3-18.

9.3. Piano delle indagini geognostiche



Ubicazione delle verticali di sondaggi. (con la sigla S è indicato il sondaggio a carotaggio con i relativi metri di indagine, con la sigla P il piezometro, DPSH le prove penetrometriche pesanti, HVSR le misure di rumore sismico, DH (prova Down Hole) , con le linee nere i profili geologici e geotecnici e con le linee gialle rosse blu e verdi le linee tomografiche (vedi relazioni sulle indagini geofisiche allegata).

9.4. Piano stralcio autorità di Bacino del F. Liri Garigliano e Volturno .



Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico <i>Rischio di frana</i>	
<i>Carta degli scenari di rischio</i> Comune di Celano	Regione Abruzzo
<i>Approvato con D.P.C.M. del 12/12/2006 (Pub. G.U. n. 122 del 28/05/07)</i> <i>Modificato con Del. n.1 del C.I. nella seduta del 19/06/07</i> <i>(Avviso relativo all'adozione della modifica pub. G.U. n. 243 del 18/10/07)</i>	Provincia de L'Aquila
	Scala 1: 25.000

9.5. Report prove geognostiche

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 18/12/2019
 Profondità prova 4,00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	3	0,851	26,82	31,52	1,34	1,58
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	30	0,740	214,01	289,30	10,70	14,47
1,20	41	0,636	251,57	395,38	12,58	19,77
1,40	15	0,783	113,24	144,65	5,66	7,23
1,60	16	0,780	111,14	142,57	5,56	7,13
1,80	11	0,826	81,00	98,02	4,05	4,90
2,00	4	0,823	29,34	35,64	1,47	1,78
2,20	5	0,820	36,54	44,55	1,83	2,23
2,40	9	0,817	65,53	80,20	3,28	4,01
2,60	19	0,764	120,26	157,35	6,01	7,87
2,80	20	0,761	126,12	165,63	6,31	8,28
3,00	13	0,759	81,68	107,66	4,08	5,38
3,20	13	0,756	81,39	107,66	4,07	5,38
3,40	20	0,753	124,79	165,63	6,24	8,28
3,60	16	0,751	92,93	123,77	4,65	6,19
3,80	11	0,798	67,94	85,09	3,40	4,25
4,00	21	0,696	113,07	162,45	5,65	8,12

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tension e efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
4	13,55	43,62	Incoerente	0	0,0	0,0	0,0	1,47	19,92	Strato

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
-------------------	------------------	--------------------	---------------	------------------------------	---------------

[1] - Strato	19,92	4,00	58,33	100	0	51,11
--------------	-------	------	-------	-----	---	-------

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmert mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	19,92	4,00	19,92	32,69	25,69	33,58	29,85	37,05	42	30-32	32,29	32,98	45,12	34,96

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	19,92	4,00	19,92	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	19,92	4,00	19,92	Meyerhof ed altri	1,99

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	19,92	4,00	19,92	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,39

PROVA ...dps 2 covalpa celle frigorifere

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 18/12/2019
Profondità prova 4,00 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	10	0,851	89,39	105,07	4,47	5,25
0,60	7	0,847	57,18	67,50	2,86	3,38
0,80	20	0,793	153,01	192,87	7,65	9,64
1,00	27	0,740	192,61	260,37	9,63	13,02
1,20	14	0,786	106,15	135,01	5,31	6,75
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	3	0,826	22,09	26,73	1,10	1,34
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	2	0,820	14,62	17,82	0,73	0,89
2,40	5	0,817	36,41	44,55	1,82	2,23
2,60	7	0,814	47,20	57,97	2,36	2,90
2,80	16	0,761	100,89	132,51	5,04	6,63
3,00	16	0,759	100,53	132,51	5,03	6,63
3,20	13	0,756	81,39	107,66	4,07	5,38
3,40	23	0,703	133,98	190,48	6,70	9,52
3,60	46	0,601	213,81	355,83	10,69	17,79
3,80	42	0,598	194,42	324,89	9,72	16,24

40/64

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

4,00	50	0,596	230,53	386,78	11,53	19,34
------	----	-------	--------	--------	-------	-------

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
4	15,7	49,8	Incoerente	0	0,0	0,0	0,0	1,47	23,08	Strato

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPT \$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	23,08	4,00	62,26	100	0	55,53

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	23,08	4,00	23,08	33,59	26,59	34,46	30,08	37,96	42	30-32	33,61	33,92	46,4	36,48

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	23,08	4,00	23,08	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Strato	23,08	4,00	23,08	Meyerhof ed altri	2,05

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	23,08	4,00	23,08	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,46

10. Documentazione Fotografica



Veduta dell'area.

SONDAGGIO S1



POSTAZIONE



0-5 M



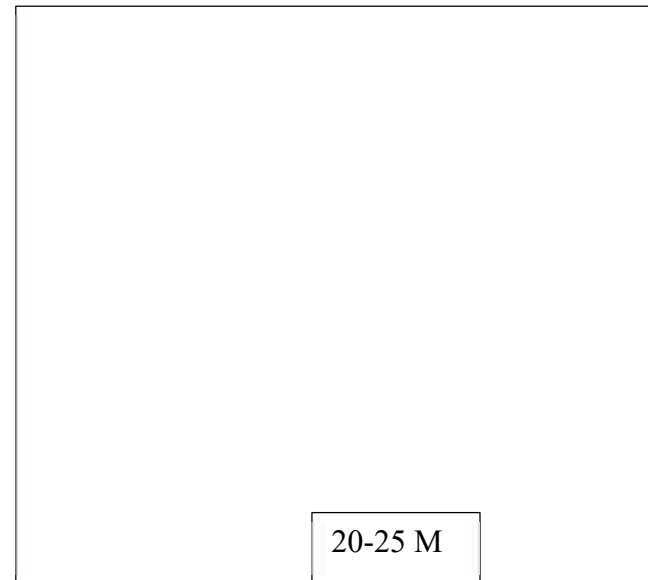
5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

SONDAGGIO S2



POSTAZIONE



0-5 M



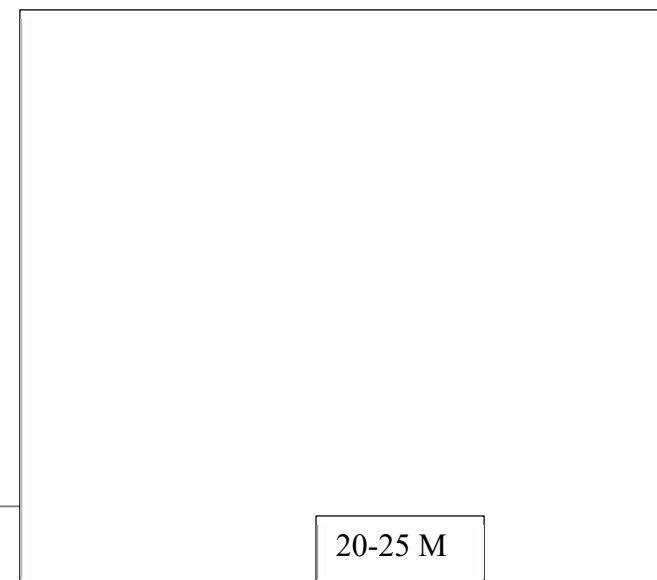
5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S5



POSTAZIONE



0-5 M



5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S5



25-30 M

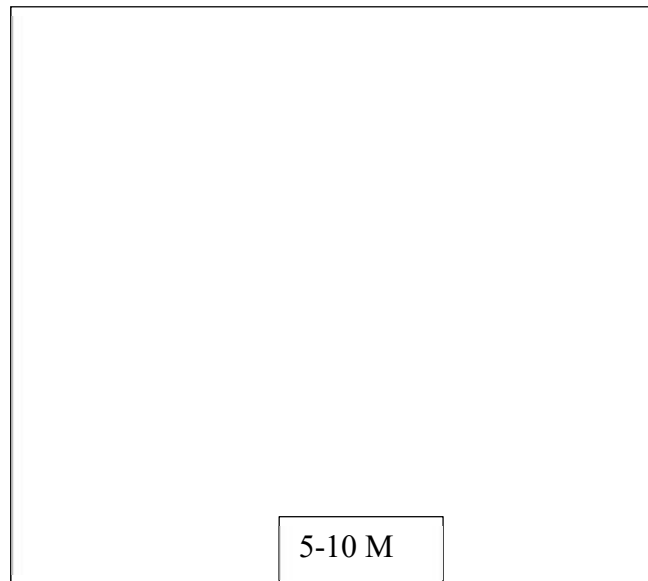
SONDAGGIO S6



POSTAZIONE



0-5 M



5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S5



25-30 M

SONDAGGIO S7



POSTAZIONE



0-5 M



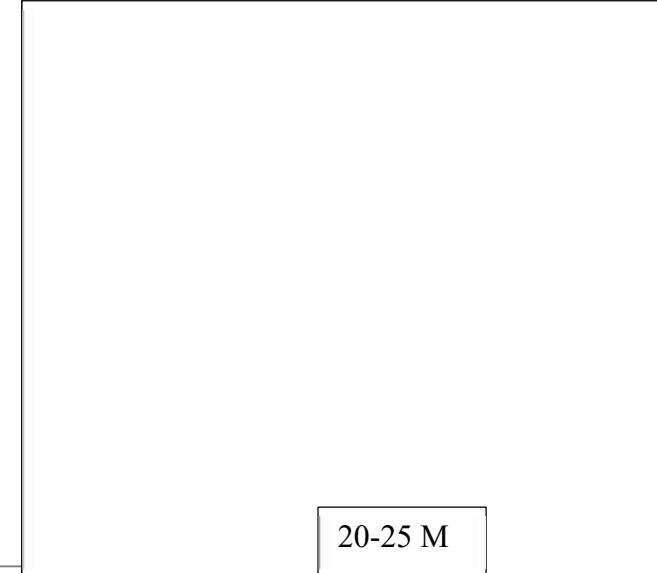
5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S8



POSTAZIONE



0-5 M



5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S5



25-30 M

51/64

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 – 3407601856 – fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it – pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S9



POSTAZIONE



0-5 M



5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S9



25-30 M

53/64

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 – 3407601856 – fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it – pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S10



POSTAZIONE



0-5 M



5-10 M



10-15 M



15-20 M

20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S11



POSTAZIONE



0-5 M



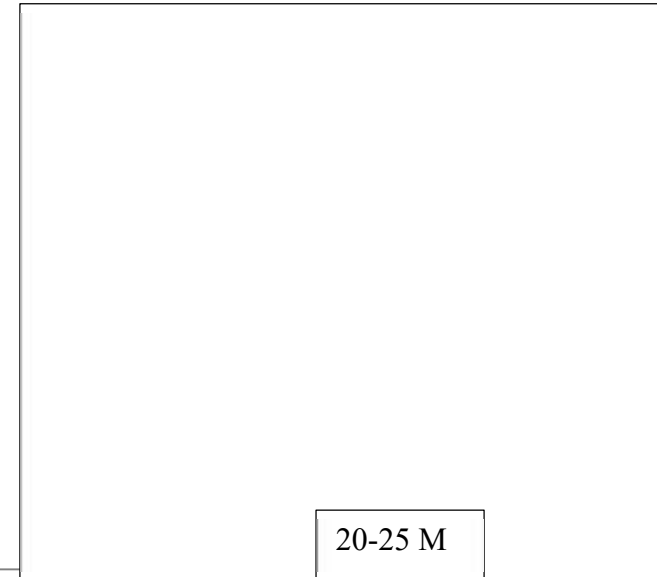
5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 – 3407601856 – fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it – pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S12



POSTAZIONE



0-5 M



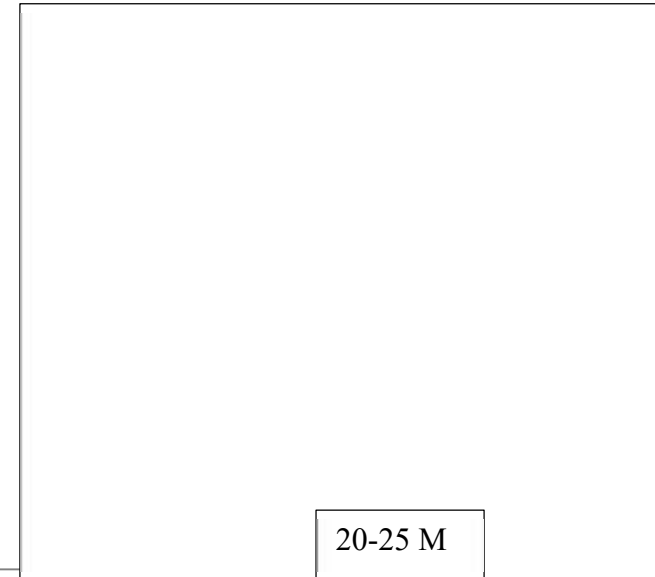
5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S13

POSTAZIONE

0-5 M

5-10 M

10-15 M

15-20 M

20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 – 3407601856 – fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it – pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S14



POSTAZIONE



0-5 M



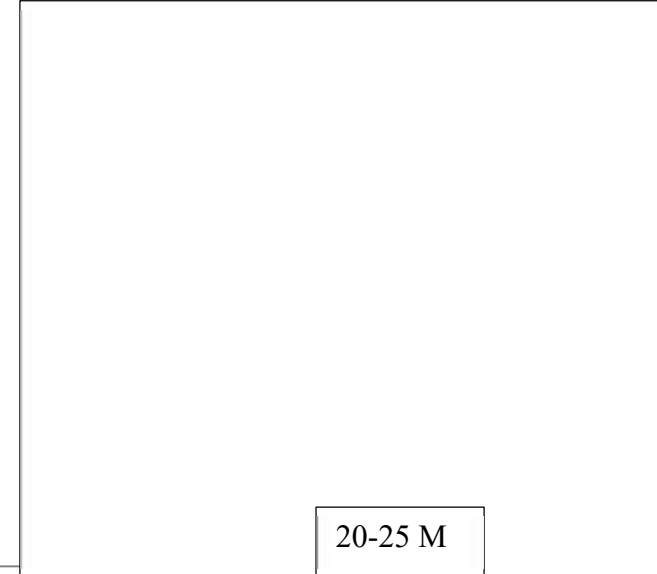
5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S15



POSTAZIONE



0-5 M



5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S16



POSTAZIONE



0-5 M



5-10 M



10-15 M



15-20 M

20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S17



POSTAZIONE



0-5 M



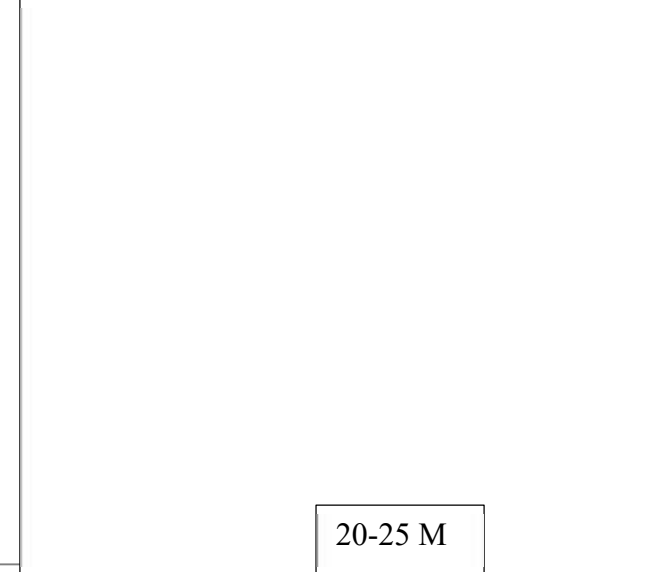
5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S18

POSTAZIONE



0-5 M



5-10 M



10-15 M



15-20 M



20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

SONDAGGIO S19



POSTAZIONE



0-5 M



5-10 M



10-15 M



15-20 M

20-25 M

Geco srl

Via Liguria 19/L - 67051 Avezzano (AQ)

Telefono: 08631940506 - 3407736916 - 3407601856 - fax: 0863441434

P.I e C.F. 01964020661

e-mail: info@gecoingegneria.it - pec: gecoingegneria@pec.it

COMUNE DI CELANO (AQ)



PROGETTO:

REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14

RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI

COMMITTENTE



Geco s.r.l.

Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ)
P.I.: 01964020661

IL TECNICO

Geol. C. Chilufya

APPROVATO

Geol. R. Di Pasquale

DATA

MARZO 2021

REVISIONE

00

STATO

Finale

RIF. LAV.:002_2021

GGM S.r.l. Viale San Martino n. 30 – 65013 Città Sant'Angelo (PE) – P.iva: IT 01891900688
Tel: +39 0859506423 – Email: info@ggmsrl.it – Pec: ggm-srl@legalmail.it – Web: www.ggmsrl.it

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

INDICE

PREMESSA	2
1. INDAGINE ELETTRICA TOMOGRAFICA – E.R.T.	4
1.1. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	11
1.2. ACQUISIZIONE DATI	13
1.3. ELABORAZIONE DATI	15
2. INDAGINE SISMICA IN FORO DOWN HOLE - METODOLOGIA.....	17
2.1. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	18
2.2. ACQUISIZIONE DATI.....	19
2.3. ELABORAZIONE DATI	21

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E UBICAZIONE DELLE INDAGINI

ALLEGATO 2 – INDAGINI PREGRESSE – Fase 1

TAVOLA 1 – SEZIONI DI RESISTIVITÀ ELETTRICA 2D – E.R.T. 1 - 2

TAVOLA 2 – SEZIONI DI RESISTIVITÀ ELETTRICA 2D – E.R.T. 3

ALLEGATO 3 – INDAGINI ATTUALI – Fase 2

TAVOLA 1 – SEZIONI DI RESISTIVITÀ E CARICABILITÀ ELETTRICA 2D – E.R.T. 4

TAVOLA 2 – SEZIONI DI RESISTIVITÀ E CARICABILITÀ ELETTRICA 2D – E.R.T. 5

TAVOLA 3 – SEZIONI DI RESISTIVITÀ E CARICABILITÀ ELETTRICA 2D – E.R.T. 6

TAVOLA 4 – SEZIONI DI RESISTIVITÀ E CARICABILITÀ ELETTRICA 2D – E.R.T. 7

TAVOLA 5 – SEZIONI DI RESISTIVITÀ E CARICABILITÀ ELETTRICA 2D – E.R.T. 8

TAVOLA 6 – SEZIONI DI RESISTIVITÀ E CARICABILITÀ ELETTRICA 2D – E.R.T. 9

TAVOLA 7 – SEZIONI DI RESISTIVITÀ E CARICABILITÀ ELETTRICA 2D – E.R.T. 10

TAVOLA 8 – SEZIONI DI RESISTIVITÀ E CARICABILITÀ ELETTRICA 2D – E.R.T. 11

ALLEGATO 4 – ANOMALIE GEOELETTRICHE

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

PREMESSA

Nel mese di Marzo 2021, su incarico di GECO s.r.l. è stata redatta la seguente relazione supportata da una campagna di indagini geofisiche eseguite nei mesi di Gennaio e Marzo 2021, a sostegno del progetto: **"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 NEL COMUNE DI CELANO (AQ)"**.

Lo scopo del lavoro riguarda la mappatura elettro-stratigrafica e sismo-stratigrafica del terreno e la definizione di aree con "anomalie geofisiche" rispetto alle litologie presenti nell'area di indagine. Tale lavoro è stato svolto in più fasi:

- nella prima sono stati effettuati 3 stendimenti di resistività elettrica 2D (ERT 1 ÷ 3) nel mese di Novembre 2019,
- nella seconda sono stati effettuati 8 stendimenti di tomografia di resistività e caricabilità elettrica 2D (ERT 4 ÷ 11) e un Down Hole (DH_S8).

Nello specifico per la seconda fase sono state programmate ed eseguite le seguenti attività:

1. esecuzione di n. 8 stendimenti di tomografia di resistività e caricabilità elettrica 2D (E.R.T. 4 ÷ 8) per la caratterizzazione elettro-stratigrafica del terreno (Fig. 1).
2. esecuzione di n. 1 Down Hole (DH_S8) per la determinazione dei profili delle onde sismiche di compressione P e di taglio S e la caratterizzazione sismo-stratigrafica;
3. analisi dei risultati di indagini geofisiche pregresse (fase 1), consistenti n. 3 stendimenti di tomografia di resistività elettrica 2D (E.R.T. 1 ÷ 3) per la caratterizzazione elettro-stratigrafica del terreno (Fig. 1);
4. elaborazione ed interpretazione dei dati ottenuti e scrittura della presente.

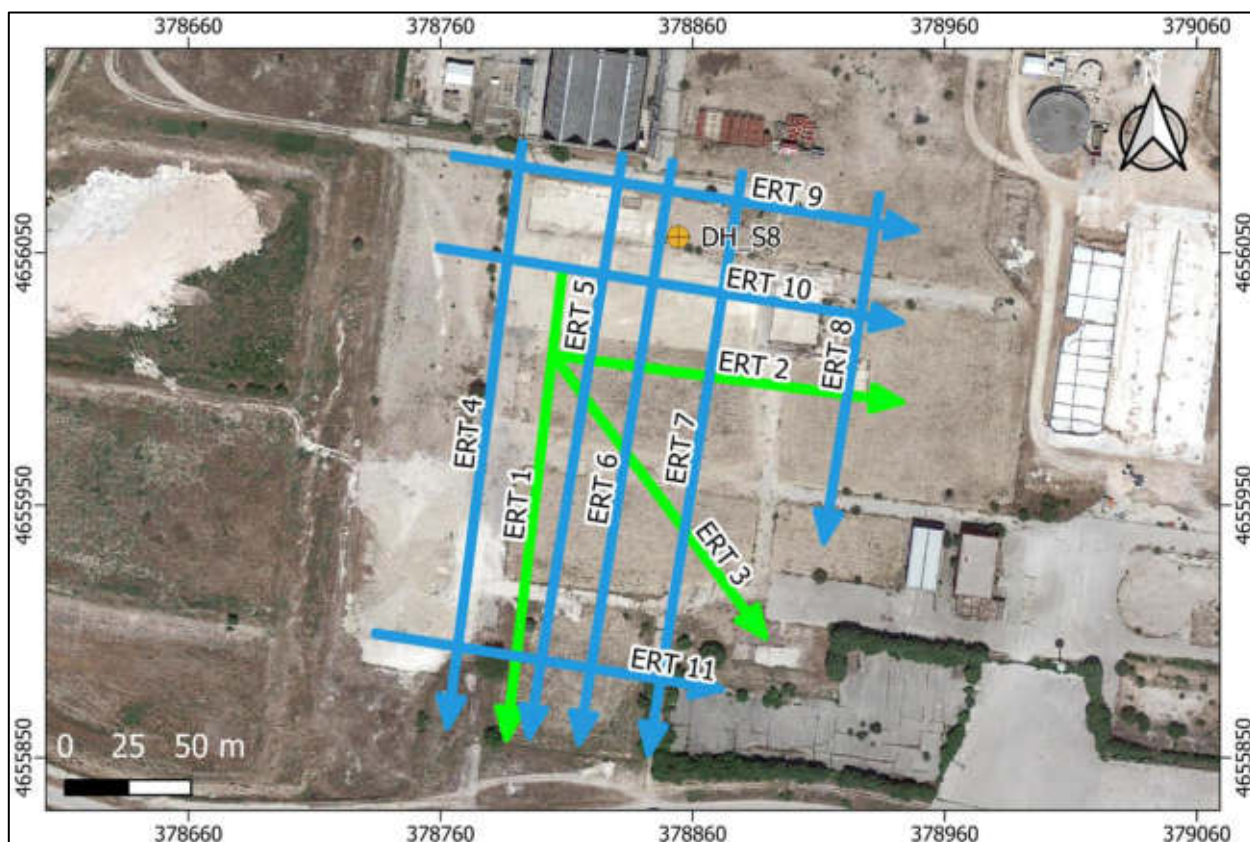


Fig. 1 – Ubicazione indagini ERT (in verde le indagini pregresse – fase 1, in blu quelle attuali – fase 2) e DH (in arancione) su rilievo.

Tutte le ubicazioni e i risultati delle indagini eseguite sono riportate nei documenti in allegato.

Il presente lavoro è stato redatto in ottemperanza alle disposizioni contenute:

- ASTM D6429 - 99(2011) E1 - Standard Guide for Selecting Surface Geophysical Methods.
- ASTM D6431 – 18 - Standard Guide for Using the Direct Current Resistivity Method for Subsurface Investigation.
- ASTM D7400 – 17 - Standard Test Methods for Downhole Seismic Testing.

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE "REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

1. INDAGINE ELETTRICA TOMOGRAFICA – E.R.T.

Con le prospezioni geoelettriche si determina il parametro fisico della resistività elettrica relativo alle formazioni che costituiscono il mezzo indagato. La resistività è un parametro indipendente dalle caratteristiche geometriche della formazione litologica cui si riferisce ed è definito come la resistenza elettrica per unità di volume. Mediante l'utilizzo di appropriate strumentazioni si immette corrente elettrica nel terreno e si esegue una successione di misure in superficie attraverso una serie di elettrodi opportunamente posizionati e infissi nei primi cm di terreno.

La strumentazione per la misura della resistività comprende (Fig. 1.1):

- un sistema per l'immissione di corrente nel terreno (batteria o generatore di corrente);
- una serie di elettrodi (minimo quattro: A e B elettrodi di corrente, M e N elettrodi di potenziale);
- un georesistivimetro per la misura dell'intensità di corrente immessa nel terreno mediante gli elettrodi A e B e per la lettura della differenza di potenziale tra i due elettrodi M e N.

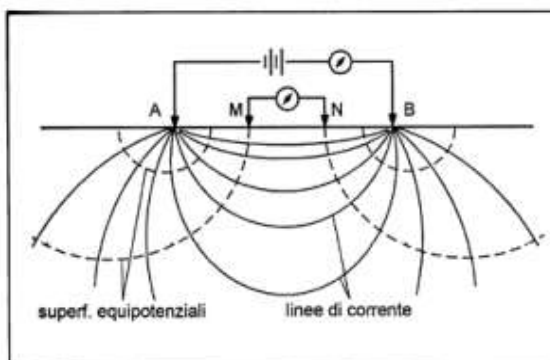


Fig. 1.1 - Disposizione spaziale dei punti di misura in configurazione bidimensionale.

I dati dei rilievi geoelettrici sono usualmente presentati in forma di valori di resistività apparente, questa è definita come la resistività di un semispazio elettricamente omogeneo ed isotropo che presenti gli stessi rapporti misurati tra la corrente applicata e la differenza di potenziale per una data disposizione e spaziatura degli elettrodi. Un'equazione che dia la resistività apparente in funzione di corrente applicata, distribuzione del potenziale e disposizione degli elettrodi può essere sviluppata attraverso l'esame della distribuzione di potenziale dovuta ad un singolo elettrodo di corrente; da questa, per sovrapposizione, può essere ricostruito l'effetto di una coppia di elettrodi o di ogni altra combinazione. La resistività del mezzo può quindi essere ricavata

 GGM geological & geophysical multiservice	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

dai valori misurati di V (potenziale elettrico), I (intensità della corrente) e dal fattore geometrico K, funzione unicamente della disposizione elettroica. Nelle misure reali sul terreno, la notazione ρ relativa ad un mezzo fittizio è sostituita da ρ_a o resistività apparente ($\text{ohm} \cdot \text{m}$). L'indagine geoelettrica è realizzata misurando i valori del campo elettrico in corrispondenza di un allineamento di elettrodi di misura equi spazati. Il campo elettrico è generato da un dipolo di corrente posto all'interno della linea di misura che viene automaticamente spostato, all'interno della linea stessa, in maniera sequenziale. Le sezioni geoelettriche forniscono, quindi, una sezione verticale del terreno mediante una molteplicità di valori di resistività apparente riportabili su una maglia regolare di punti di misura. La resistività apparente è definita come rapporto fra differenza di potenziale al dipolo di misura e corrente immessa al dipolo di corrente, rapporto che viene moltiplicato per un opportuno fattore geometrico in funzione dalla posizione reciproca degli elettrodi. I valori di resistività apparente derivati da misure di campo in vari punti e con diverse configurazioni stimano la vera resistività dei diversi strati e consentono di ricostruire spazialmente i loro limiti al di sotto della superficie topografica. Una configurazione di elettrodi con spaziatura costante viene utilizzata per riconoscere variazioni laterali di resistività apparente che possono riflettere variazioni litologiche. Per indagare sui cambiamenti in profondità, si aumenta la spaziatura degli elettrodi. Il risultato finale consiste nella rappresentazione della resistività ($\text{ohm} \cdot \text{m}$) per piani, volumi o sezioni indagate, secondo una scala cromatica prefissata che in genere va dal blu (basse resistività) al rosso (alte resistività). Quanto più il mezzo attraversato si oppone al passaggio della corrente elettrica tanto maggiore sarà la sua resistività caratteristica (es. rocce calcaree, mezzi fratturati, vuoti, ecc), mentre quanto più il mezzo attraversato non si oppone al passaggio della corrente elettrica tanto minore sarà la sua resistività (es. terreni argillosi, terreni con acqua, ecc.).

La resistività elettrica del mezzo investigato è controllata principalmente dai seguenti fattori:

- grado di saturazione dei pori,
- porosità,
- salinità del fluido, se presente nei pori,
- temperatura,
- eventuale presenza di sostanze organiche (idrocarburi, solventi, ecc.),
- presenza di argilla,

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE
	Data: Marzo 2021	Geco s.r.l. Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

- presenza di minerali particolari (ad esempio le miche),
- grado di compattazione.

La relazione empirica per il calcolo della resistività reale, proposta da Archie, è valida per suoli aventi scarsa componente argillosa (sabbie, ghiaie, ecc.):

$$\rho_s = \rho_f a \Phi^{-n} S^{-m}$$

dove:

- ρ_s : resistività (ohm*m) del suolo parzialmente saturo di fluido,
- ρ_f : resistività (ohm*m) del fluido presente nei pori,
- S: frazione del volume di pori occupata dal fluido,
- m: coefficiente di saturazione (solitamente assunto essere pari a 2),
- a: costante empirica, detta di Winsaur (tipico per sabbia: 0.62)
- n: coefficiente empirico, detto di "tortuosità" (tipico per sabbia: 2.15),
- Φ : porosità del suolo.

Nel caso di presenza di argilla i cationi adsorbiti sulla superficie delle particelle di tale sostanza offrono cammini addizionali per la corrente elettrica e quindi aumentano la conducibilità dei sedimenti (abbassamento della resistività), in questo caso la conducibilità elettrica può aumentare (diminuzione di resistività) per la presenza di sedimenti limosi e/o di minerali argillosi residuo di alterazione del litotipo caratteristico della successione stratigrafica locale (rocce calcaree). Nella tabella seguente (Tab. 1.1) si riporta una stima di intervalli di resistività (dati bibliografici) che permettono di associare un possibile litotipo ai valori ricostruiti nelle tomografie eseguite (L. Hamill – F.G. Bell, Acque Sotterranee, 1992; Norinelli A., Elementi di Geofisica Applicata, 1996):

Roccia / Sedimento	Resistività (Ohm*m)	Roccia / Sedimento	Resistività (Ohm*m)
Acqua di mare	0.18 ÷ 0.24	Calcari, Dolomie	70 ÷ 10000
Acqua di falda	10 ÷ 30	Calcari Marnosi	50 ÷ 300
Acqua di fiume	20 ÷ 60	Arenarie	30 ÷ 2000
Acqua di sorgente	50 ÷ 100	Arenarie quarzose	300 ÷ 10000
Torba e argilla	8 – 20	Cineriti e Tufi Vulcanici	10 ÷ 100
Suolo di copertura	150 ÷ 900	Lave	300 ÷ 15000
Sabbie e Ghiaie asciutte	1000 ÷ 6000	Gneiss e Graniti alterati	100 ÷ 1000
Sabbie di acqua dolce e ghiaie imbibite	50 ÷ 500	Gneiss e Graniti integri	1000 ÷ 10000
Sabbie e ghiaie imbibite di acqua salata	0.5 ÷ 5	Marne	20 ÷ 60
Argilla	1 ÷ 100	Gessi	4000 ÷ 12000

Tab. 1.1 – Valori tipici di resistività di alcune rocce e sedimenti.

Gli intervalli indicati forniscono una stima dei valori di resistività comunque variabile in funzione dell'associazione, della diversa percentuale e della diversa granulometria di litotipi presenti nell'area di studio. Inoltre, per la stima della resistività, è da tenere in considerazione, come accennato in precedenza, il "principio di equivalenza" secondo il quale, ad esempio, uno strato conduttore avente spessore di 50m ed una resistività di 1 Ohm*m è equivalente ad un altro con spessore di 100m e resistività di 2 Ohm*m.

CENNI TEORICI SULLA POLARIZZAZIONE INDOTTA

Le prospezioni di polarizzazione indotta (IP, Induced Polarization), più comunemente nota col nome di caricabilità, vengono generalmente eseguite con lo stesso dispositivo e la stessa strumentazione utilizzata per le misure di resistività elettrica; si tratta di tecniche di indagine di tipo geoelettrico che permettono di evidenziare situazioni elettricamente anomale nel sottosuolo, mediante l'analisi della distribuzione della resistività elettrica e mediante l'analisi di un particolare comportamento di alcuni terreni: l'effetto "capacitivo".

 GGM geological & geophysical multiservice	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE)
Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688
E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it

In entrambi i casi si studia l'andamento di un campo elettrico in superficie, con la differenza che, nel caso della resistività, si studia il campo generato dalla circolazione della corrente nel sottosuolo, durante i periodi di invio della corrente stessa mentre per le misure di IP si studia la variazione del campo elettrico dopo l'interruzione di corrente o in seguito a variazioni delle caratteristiche del segnale elettrico inviato.

Per quanto riguarda l'effetto capacitivo si può dire che esso rappresenta l'attitudine di un determinato materiale ad accumulare cariche elettriche di polarità opposta (cioè a "caricarsi" come un condensatore elettrico) lungo la superficie di discontinuità tra mezzi a resistività diversa, durante l'invio di corrente nel sottosuolo, ed a permettere la "scarica" negli istanti immediatamente successivi all'interruzione della corrente. In termini pratici i terreni che presentano i maggiori effetti capacitivi, cioè una elevata caricabilità, sono quelli in cui si ha la contemporanea presenza di parti molto conduttive, affiancate ad altre molto resiste, senza che si verifichi una marcata continuità delle prime.

Tra queste situazioni sono da segnalare le zone con mineralizzazioni metalliche conduttive (es. solfuri) diffuse in rocce compatte e resiste, le alluvioni a granulometria grossolana con abbondante matrice fine, ed anche i contesti tipo discarica dove i liquami percolanti la massa di rifiuti, generalmente molto conduttivi, possono localmente esser confinati in zone elettricamente isolate o contenere barriere isolanti che, sebbene facilmente bypassabili, costituiscono zone di momentaneo accumulo di cariche elettriche.

La polarizzazione indotta è un fenomeno generato dalla stimolazione di una corrente elettrica, che viene osservata dopo l'applicazione di una tensione nel terreno. Il metodo consiste nell'osservazione della curva di decadimento del potenziale, susseguentemente all'interruzione della corrente immessa, cioè dalla misura della "Caricabilità residua" trattenuta dal terreno sottoposto ad indagine, come mostrato in Fig.1.1.

Tali misure vengono fatte dopo un tempo di ritardo (Delay Time) di qualche decina di millisecondi, preferibilmente un secondo (M Delay Time), in modo da lasciare che gli effetti di accoppiamento tra i cavi e altri effetti parassiti si siano esauriti o che almeno siano trascurabili. Le misurazioni della caricabilità apparente parziale (Mi) e una media globale dedotta (Ma) danno qualche informazione riguardante la capacità del suolo ad essere caricato da un flusso di corrente.

 GGM geological & geophysical multiservice	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l. Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661
	Data: Marzo 2021	

La caricabilità parziale (mV/V) di una singola finestra dell'intervallo di tempo TM_i è dato dalla formula:

$$M_i = \int_{T_{Mi}} V dt / (T_{Mi} \cdot V_{Max})$$

Dove V è la tensione istantanea misurata nell'intervallo di tempo TM_i (msec) e VMax è il valore massimo della tensione di carica.

In Fig. 1.2 si nota che gli intervalli di tempo presi in considerazione sono tre (TM1, TM2, TM3); gli intervalli di tempo disponibili per le misurazioni dipendono dalla corrente iniettata e dal metodo di IP utilizzato.

La caricabilità apparente globale (mV/V), cioè la caricabilità apparente di un singolo punto della pseudosezione, è data dalla formula:

$$M_a = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot T_{Mi}) / \sum_{i=1}^n (T_{Mi})$$

Dove n è il numero di finestre IP, nel nostro caso n = 3 (M1, M2, M3).

Il fenomeno di carica e scarica può essere descritto secondo la curva di Fig. 1.2. In alcuni trattati la caricabilità viene misurata in millisecondi, attraverso la relazione:

$$M_a = \frac{1}{1000} \cdot \sum_{i=1}^n (M_i \cdot T_{Mi})$$

Per un terreno omogeneo di dimensioni infinite, il tempo di decadimento è funzione della resistività del terreno e non cambia al variare della coppia dei punti tra i quali si misura la differenza di potenziale. Se nel terreno è incluso un corpo metallico o un corpo con proprietà analoghe a quelle di un corpo metallico, si verificano anomalie nel decadimento elettrico in funzione del tempo. Lo stesso fenomeno si osserva anche per la polarizzazione di contaminanti organici, che possono eventualmente trovarsi nel terreno di un sito contaminato.

I fenomeni che avvengono a livello microscopico nel materiale sottoposto ad una corrente I, sono globalmente di due tipi:

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE "REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

- Polarizzazione elettrodica: è la tipica polarizzazione dei metalli, dove le cariche sono libere di migrare; quindi esse si disporranno in modo da avere le cariche positive da un lato e le cariche negative dall'altro. Questo tipo di polarizzazione è tipica nelle indagini minerarie.
- Polarizzazione a membrana: dovuta a sali disciolti in liquidi che producono una selettiva membrana elettrolitica, che funge da divisione tra le cariche negative e le cariche positive. Questo tipo di polarizzazione è particolarmente importante nelle rocce porose, contenenti una bassa percentuale di argilla, ed è particolarmente riscontrata nelle indagini in discarica.

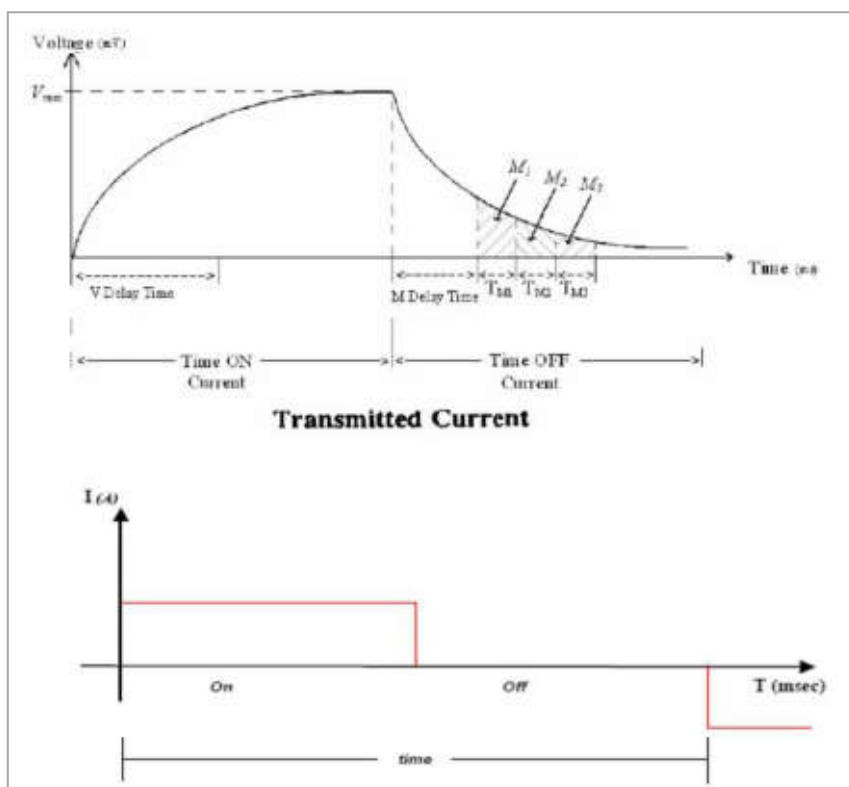


Fig. 1.2 – Forme d'onda del potenziale (modificato da Ward, 1990) e delle correnti.

Di seguito si riporta la Tab. 1.2 con alcuni valori tipici di caricabilità.

Roccia / Sedimento	Caricabilità (msec)	Roccia / Sedimento	Caricabilità (msec)
Pirite	13.4	Rocce vulcaniche compatte	70 ÷ 10000
Galena (solfuro di Piombo)	3.7	Graniti	50 ÷ 300
Rocce con il 20% di solfuri	2000 – 3000	Acque sotterranee	30 ÷ 2000

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE "REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l. Via Liguria n.19/L - 67051 - Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661
	Data: Marzo 2021	

Rocce con l'8-20% di solfuri	1000 -2000	Materiale alluvionale	300 ÷ 10000
Rocce con l'2-8% di solfuri	500 -1000	Ghiaia	10 ÷ 100
Magnetite	2.2	Arenarie e Siltiti	100-500
Arenarie e Siltiti	100-500	Tufi	300-800
Marne e Argilliti	50-100	Calcari e Dolomie	10-20

Tab. 1.2 – Intervalli di caricabilità di alcuni terreni, rocce e minerali (da Telford1990 e Keller 1966).

I dati di caricabilità vengono quindi elaborati in modo da ricostruire i valori reali di caricabilità attraverso una inversione numerica 2D e/o 3D.

Un tipico esempio del modello delle caricabilità reali, ovvero il risultato dell'inversione numerica dei dati sperimentali acquisiti in sito, è riportata in Fig. 1.3.

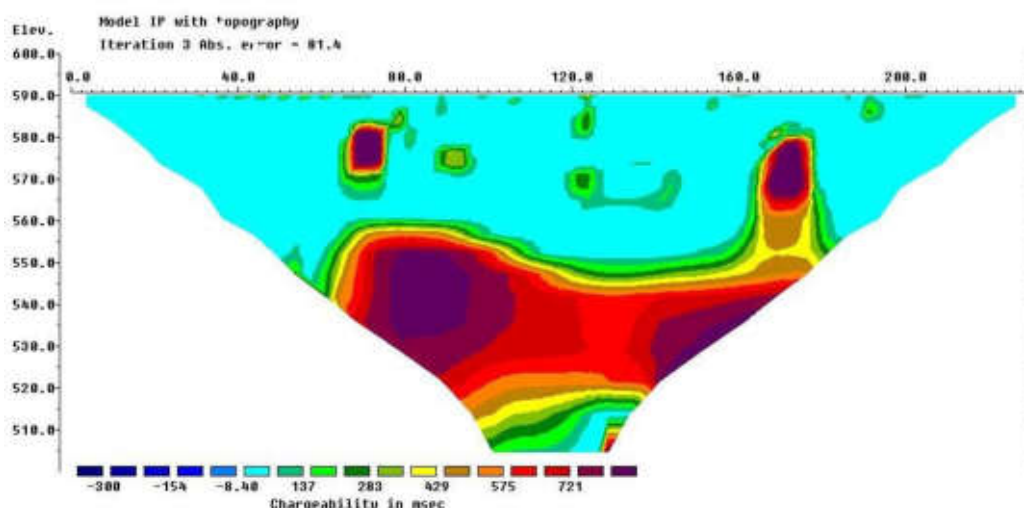


Fig. 1.3 - Esempio di sezione di caricabilità 2D ottenuta dall'inversione numerica.

1.1. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

L'acquisizione dati è stata eseguita utilizzando la seguente strumentazione:

- Sistema di acquisizione dati:

sistema computerizzato MAE X612-EM+ a 24 bit a 96 canali espandibile fino a 256, con le seguenti caratteristiche tecniche (Tab. 1.1.1);

- Sistema di ricezione:

costituito fino a 96 elettrodi in acciaio inox, gli elettrodi permettono l'immissione e misura della corrente e della differenza di potenziale nel mezzo indagato;

- Sistema di energizzazione:

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE "REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l. Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661
	Data: Marzo 2021	

la sorgente elettrica è costituita da una batteria da 12 V (power box);

- **Sistema trasferimento segnale:**

il trasferimento del segnale dal sistema di ricezione (elettrodi) al sistema di acquisizione dati (georesistivimetro) è effettuato tramite cavi geoelettrici multipolari schermati, collegati mediante pinze tipo clip agli elettrodi.

SPECIFICHE TECNICHE - Georesistivimetro "MAE X612 EM+"	
	Generali: - Elettrodi gestibili: 48, 72 o 96 - Alimentazione: 12V DC - Assorbimento medio: 2,5A, 50A di picco - Condizioni ambientali di funzionamento: -20/90 °C Corrente in uscita: - Intensità massima: 10A a 50V - Tensioni di uscita: $\pm 50V$, $\pm 100V$, $\pm 250V$, $\pm 500V$, $\pm 800V$ - Potenza massima: 600W - Tempo di immissione: impostabile a partire da 0,25 sec - Precisione della misura: $\pm 0,2\mu A$ Misura di potenziale: - Misura simultanea su tutti i canali impostati e auto range - Filtro frequenza di rete: 50 Hz - Precisione della misura: $\pm 1,5\mu V$ nel range $\pm 25V$ - Riduzione del rumore: con media da 2 a 10 misure - Accuratezza della resistività misurata: $\pm 0,5\%$ - Caricabilità misurata su quattro finestre temporali di durata complessiva di 1,2 sec

Tab.1.1.1 - Specifiche tecniche del MAE X612- EM+.

La strumentazione utilizzata è conforme alle seguenti direttive e norme armonizzate:

- Direttiva macchine: 2006/42/CE;
- Direttiva: 2014/35/UE – 2014/30/UE;
- ISO 12100: 2012 Sicurezza del macchinario – Principi generali di progettazione;
- EN 61010 – 1:2010 Prescrizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, controllo e per utilizzo in laboratorio;
- EN 61326 – 1:2013 Apparecchi elettrici di misura, controllo e laboratorio – Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica – Parte 1: Prescrizioni Generali.

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

1.2. ACQUISIZIONE DATI

L'acquisizione dei dati geoelettrici è stata condotta mediante un allineamento di elettrodi (sensori) in superficie. Dopo aver posizionato gli elettrodi sul terreno si è proceduto a collegarli ai cavi multipolari tramite appositi morsetti ed infine a collegare i cavi al georesistivimetro. La fase di acquisizione è stata preceduta dalla verifica dei valori delle resistenze di contatto, ovvero quel valore di resistenza proprio non del mezzo da investigare ma dovuti all'interferenza elettrica data dal contatto elettrodo-terreno. La presenza di eventuali valori elevati di resistenza di contatto, che possono portare a misure "rumorose", può essere ovviata utilizzando soluzioni saline o acqua e sale versate in corrispondenza degli elettrodi. Dopo aver verificato il buon contatto elettrico tra gli elettrodi e il mezzo da investigare si è proceduto alla fase di acquisizione.

L'acquisizione delle misure è stata effettuata con georesistivimetro digitale multielettrodo e multicanale dotato di un sistema di gestione automatica degli elettrodi, in grado cioè di commutare gli elettrodi disposti lungo la sezione da investigare in elettrodi di immissione di corrente (punti di energizzazione del terreno) e in elettrodi di misura del potenziale elettrico con tutte le possibili combinazioni quadripolari scelte (es. Dipolo-Dipolo, Polo-Dipolo), Fig. 1.2.1.



Fig. 1.2.1 - Esempio di disposizione spaziale 2D delle combinazioni dei quadripoli di misura.

Il rilievo geofisico è stato condotto mediante l'esecuzione di n. 8 profili tomografici elettrici 2D, (ALLEGATO 3 TAV. 1÷6), che si integrano ai 3 profili eseguiti nel mese di Novembre 2019 (fase 1

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE "REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l. Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661
	Data: Marzo 2021	

ALLEGATO 2 TAV1-2), con geometrie di acquisizione e spaziatura elettroica indicate nella seguente tabella:



Fig. 1.2.2 – Acquisizione geoelettrica – E.R.T. 2D - E.R.T. 6 a sinistra; E.R.T. 7 al centro; E.R.T. 8 a destra.

Indagini pregresse – Fase 1									
Linea	Passo Elettrodisc. [m]	Risoluz. spaziale [m]	N° Elettrodi	Lungh. [m]	Prof. d'indagine [m]	Geom. di acquisizione	N° quadripoli	Coordinate Cartografiche UTM - WGS84 33N	
E.R.T. 1	4	2	48	188	40	Dipolo-Dipolo	1318	Inizio linea: 378808.00 m E 4656043.00 m N	Fine linea: 378786.58 m E 4655856.96 m N
E.R.T. 2	3	1.5	48	141	30	Dipolo-Dipolo	1318	Inizio linea: 378805.27 m E 4656009.75 m N	Fine linea: 378944.52 m E 4655990.48 m N
E.R.T. 3	3	1.5	48	141	30	Dipolo-Dipolo	1318	Inizio linea: 378805.27 m E 4656009.75 m N	Fine linea: 378890.34 m E 4655896.06 m N

Tab. 1.2.1 – Dati riguardanti lo stendimento tomografico elettrico di indagini pregresse – E.R.T. 2D.

Indagini attuali – Fase 2									
Linea	Passo Elettrodisc. [m]	Risoluz. spaziale [m]	N° Elettrodi	Lungh. [m]	Prof. d'indagine [m]	Geom. di acquisizione	N° quadripoli	Coordinate Cartografiche UTM - WGS84 33N	
E.R.T. 4	5	2.5	48	235	50	Dipolo-Dipolo	1318	Inizio linea: 378792.64 m E 4656094.20 m N	Fine linea: 378762.75 m E 4655861.06 m N
					50	Polo - Dipolo (Caricabilità)	1335		
E.R.T. 5	5	2.5	48	235	50	Dipolo-Dipolo	1318	Inizio linea: 378832.40 m E 4656089.17m N	Fine linea: 378794.9872 m E 4655857.16 m N
					50	Polo - Dipolo (Caricabilità)	1335		
E.R.T. 6	5	2.5	48	235	50	Dipolo-Dipolo	1318	Inizio linea: 378852.20 m E	Fine linea: 378814.80m E

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l. Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661
	Data: Marzo 2021	

					50	Polo - Dipolo (Caricabilità)	1335	4656086.86 m N	4655854.79m N
E.R.T. 7	5	2.5	48	235	50	Dipolo- Dipolo	1318	Inizio linea: 378879.84 m E 4656082.34 m E	Inizio linea: 378842.47 m E 4655850.37 m E
					50	Polo - Dipolo (Caricabilità)	1335		
E.R.T. 8	3	1.5	48	141	30	Dipolo- Dipolo	1318	Inizio linea: 378934.39 m E 4656073.60 m E	Inizio linea: 378911.94 m E 4655934.42 m E
					40	Polo - Dipolo (Caricabilità)	1335		
E.R.T. 9	4	2.0	48	188	45	Dipolo- Dipolo	1318	Inizio linea: 378764.41 m E 4656088.69 m E	Inizio linea: 378950.07 m E 4656058.93 m E
					45	Polo - Dipolo (Caricabilità)	1335		
E.R.T. 10	4	2.0	48	188	40	Dipolo- Dipolo	1318	Inizio linea: 378758.55 m E 4656052.22 m E	Inizio linea: 378944.20 m E 4656022.37 m E
					40	Polo - Dipolo (Caricabilità)	1335		
E.R.T. 11	3	1.5	48	141	30	Dipolo- Dipolo	1318	Inizio linea: 378733.46 m E 4655899.29 m E	Inizio linea: 378872.66 m E 4655876.87 m E
					40	Polo - Dipolo (Caricabilità)	1335		

Tab. 1.2.1 – Dati riguardanti lo stendimento tomografico elettrico – E.R.T. 2D.

1.3. ELABORAZIONE DATI

L'elaborazione si è ottenuta attraverso inversione completa 2D dei dati acquisiti in campo e la visualizzazione grafica delle misure di campagna è stata effettuata con l'ausilio di software capaci di ricostruire la distribuzione di resistività reale in due dimensioni:

- il programma RES2DINV/RES3DINV (prodotto dalla Geotomo Software Sdn. Bhd.). Basato sul metodo di minimi quadrati con vincolo armonico (Smoothness-constrained least-squares method; degroot-Hedlin e Constable 1990, Sasaki 1992).
- il programma ERTLab™ e TomoLab™ (prodotto dalla Multi-Phase Technologies LLC e dalla Geostudi Aster Srl) utilizza il metodo degli elementi finiti (MORELLI, G., LABRECQUE, D.J., 1996).

La finalità del calcolo è quello di determinare, in una griglia di dati, la resistività di blocchi rettangolari che produrranno una pseudo sezione di resistività apparente il più possibile congruente con le misure reali. Questo metodo riduce al minimo la differenza fra i valori calcolati

 Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l. Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661
	Data: Marzo 2021	

di resistività apparente e quelli misurati, modificando la resistività dei blocchi che costituiscono il modello. Una misura di questa differenza è data dall'errore quadratico medio (RMS). Tuttavia, è importante sottolineare come talora il modello con l'errore RMS più basso possibile può, a volte, mostrare grandi e poco realistiche variazioni nei valori di resistività del modello che potrebbe non risultare il modello "migliore" dal punto di vista geologico. Il modello 2D costituisce il risultato finale della procedura di inversione che, a partire dalle resistività apparenti misurate, produce un'unica sezione/modello di resistività reale per ogni stendimento superficiale eseguito.

I risultati delle prove eseguite, con i modelli elettro-stratigrafici 2D e le relative anomalie geofisiche individuate vengono illustrati nei documenti in allegato.

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

2. INDAGINE SISMICA IN FORO DOWN HOLE - METODOLOGIA

L'indagine sismica Down Hole permette di determinare direttamente la velocità di propagazione delle onde di compressione (*onde P*) e delle onde di taglio (*onde S*) all'interno del mezzo in esame ed indirettamente, utilizzando i valori delle velocità acquisiti (V_p e V_s), permette il calcolo di alcuni parametri fisico-meccanici dinamici delle litologie investigate.

Le prospezioni sismiche in foro sono utili per avere una sismo-stratigrafia molto dettagliata del sottosuolo in quanto è possibile, tramite il riscontro stratigrafico, la "taratura" della metodologia.

Il metodo sismico in foro tipo Down-Hole si basa sulla misura del tempo necessario affinché una perturbazione di origine elastica si trasmetta dalla sorgente (*shot point*) al ricevitore (*geofono triassiale*) (Fig. 2.1) che registra i sismogrammi relativi agli arrivi di onde dirette. Nella successiva fase di processing vengono individuati i primi arrivi che rappresentano il tempo che l'onda impiega a percorrere una traiettoria diretta o rifratta tra la sorgente e i geofoni.

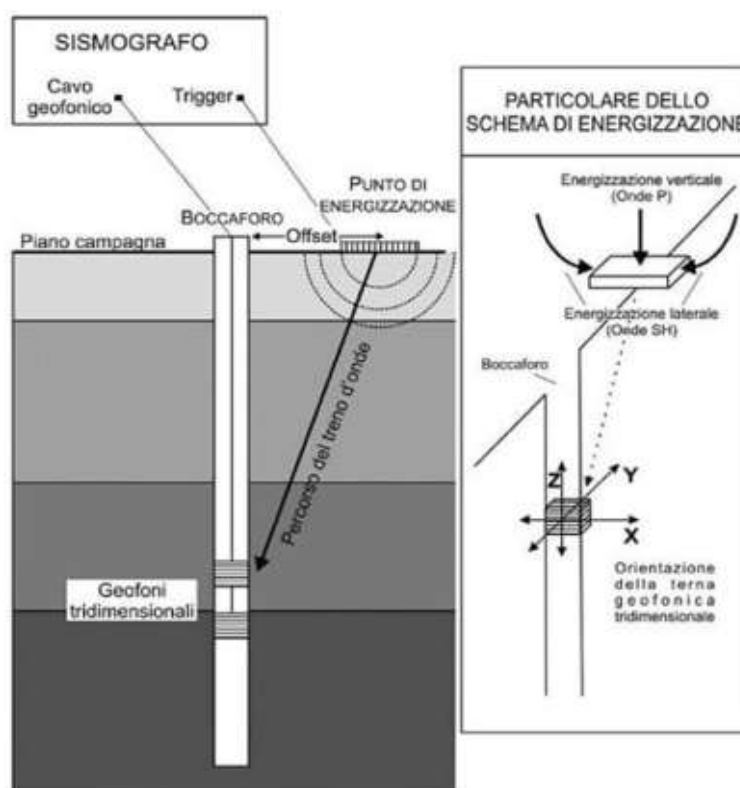


Fig. 2.1 – Diagramma schematico per effettuare una indagine down-hole.

 GGM geological & geophysical multiservice	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE)
Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688
E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it

La sorgente sismica è costituita da una massa battente che funge contemporaneamente anche da starter poiché collegata a mezzo di un trigger al sismografo, mentre il ricevitore del segnale sismico è costituito da un geofono a 3 componenti (una verticale e due orizzontali disposte ortogonalmente tra di loro) che viene pneumaticamente ancorato alle pareti del tubo in PVC installato nel foro di sondaggio.

2.1. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata per il presente studio si compone di:

- Sistema di acquisizione dati: costituito da un sismografo digitale GEA 24 (prodotto dalla PASI) con risoluzione 24 bit a 24 canali, con le caratteristiche tecniche, riportate nella tabella 2.1.1.
- Sistema di ricezione: costituito da un geofono da foro a 3 componenti, con una componente verticale e due componenti orizzontali sfasati di 90°, con frequenza propria 4.5 Hz. I trasduttori di velocità sono in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali e trasversali prodotte da una specifica sorgente.
- Sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 10 Kg battente verticalmente su una piastra metallica circolare del diametro di 25 cm posta direttamente sul piano campagna ad una distanza nota dal foro di acquisizione. Per ogni shot point viene preparata nel terreno una piazzola, asportando ove possibile, i primi centimetri di suolo vegetale scadente, in cui si posiziona la piastra; in questo modo si ottiene una migliore energizzazione sismica in termini di ampiezza e di spettro dell'impulso immesso, con un incremento del rapporto segnale/rumore.
- Sistema di energizzazione per le onde SH: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 10 Kg battente orizzontalmente sull'estremità di un parallelepipedo in legno di dimensioni 200x 35x25 cm disposto ad una distanza nota dal foro di acquisizione, gravato da un carico statico addizionale, in modo da poter rimanere aderente al terreno sia al momento in cui viene colpito che successivamente.
- Sistema trigger: consiste in circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE "REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

collegato al sistema di acquisizione dati. In questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

- **Sistema trasferimento segnale:** il trasferimento del segnale dal sistema di ricezione (geofono triassiale) al sistema di acquisizione dati (sismografo) è effettuato tramite cavo sismico, costituiti da cavo elettrico bipolari in pur schermati collegato al geofono. Il segnale acquisito dai geofoni sarà trasferito al sistema di acquisizione senza nessuna perdita di informazione.

CARATTERISTICHE TECNICHE SISMOGRAFO GEA 24 "PASI"																																																	
 <p>SISMOGRAFO GEA 24 "PASI"</p>	<table> <tr> <td>Numero di canali</td><td>24 can.+trigger (can. AUX) - 2 unità serializzate per un lot. di 48 can.</td></tr> <tr> <td>Conversione Dati</td><td>Convertitore Analogico/Digitale Sigma-Delta 24 bit reali (compatibile con geofoni analogici a qualsiasi frequenza di risonanza)</td></tr> <tr> <td>Intervallo Campionamento</td><td>Acquisizioni "a pacchetto" - fino a 125 microsec (8000sps) con 24 can. - fino a 31.25 microsec (32000sps) con 8 can. Acquisizione continua - fino a 4000 microsec (250sps) con 24 can. - fino a 500 microsec (2000sps) con 3 can.</td></tr> <tr> <td>Lunghezza Acquisizione</td><td>27500 campioni @ 24 can. (+aux) 134500 campioni @ 3 can. (+aux) Numero di campioni limitato per acquisizioni continue</td></tr> <tr> <td>Guadagno Preamp.</td><td>0/52 dB, selezionabile via software</td></tr> <tr> <td>Stacking</td><td>Numero di stacking illimitato</td></tr> <tr> <td>Impedenza di ingresso</td><td>2M Ohm // 22nF</td></tr> <tr> <td>Range Dinamico</td><td>144dB (sistema); >117dB (stantaneo, misurato @1kaps)</td></tr> <tr> <td>Distorsione</td><td>0.007% @16kHz</td></tr> <tr> <td>Largh.Banda -3dB</td><td>6.8Hz@32kaps - 0.21 kHz@1kaps</td></tr> <tr> <td>Largh.Banda +/- 0.5dB</td><td>3.5 kHz@32kaps - 0.11 kHz@1kaps</td></tr> <tr> <td>Filtri</td><td>Passa Basso: 125-200-500-1000Hz Passa Alto: 10-20-30-40-50-70-100-150-200-300-400Hz</td></tr> <tr> <td>Filtri "Notch"</td><td>50-60Hz + armoniche</td></tr> <tr> <td>Trigger</td><td>Contatto normalmente chiuso, normalmente aperto (es. per uso con esplosivi), segnale analogico (geofono starter, starter piezoelettrico), trigger TTL. Sensibilità del trigger regolabile via software</td></tr> <tr> <td>Visualizzazione Tracce</td><td>Wiggle-trace (formato oscilloscopio) / area variabile</td></tr> <tr> <td>Noise-monitor</td><td>Tutti i canali + trigger</td></tr> <tr> <td>Canale AUX (ausiliario)</td><td>1x (per il trigger o qualsiasi altro segnale in ingresso)</td></tr> <tr> <td>Interfaccia comunicazione</td><td>1x USB 2.0 per PC esterno (di proprietà Cliente)</td></tr> <tr> <td>Formato Dati</td><td>SE02, SAF (altri formati su richiesta)</td></tr> <tr> <td>Alimentazione</td><td>BVDC da USB, 0.25A</td></tr> <tr> <td>Temp.operativa/stoccaggio</td><td>-30°C to +80°C</td></tr> <tr> <td>Umidità</td><td>80% umidità relativa, non condensante</td></tr> <tr> <td>Dimensioni</td><td>24cm x19.5cm x11cm</td></tr> <tr> <td>Peso</td><td>2 Kg</td></tr> </table>	Numero di canali	24 can.+trigger (can. AUX) - 2 unità serializzate per un lot. di 48 can.	Conversione Dati	Convertitore Analogico/Digitale Sigma-Delta 24 bit reali (compatibile con geofoni analogici a qualsiasi frequenza di risonanza)	Intervallo Campionamento	Acquisizioni "a pacchetto" - fino a 125 microsec (8000sps) con 24 can. - fino a 31.25 microsec (32000sps) con 8 can. Acquisizione continua - fino a 4000 microsec (250sps) con 24 can. - fino a 500 microsec (2000sps) con 3 can.	Lunghezza Acquisizione	27500 campioni @ 24 can. (+aux) 134500 campioni @ 3 can. (+aux) Numero di campioni limitato per acquisizioni continue	Guadagno Preamp.	0/52 dB, selezionabile via software	Stacking	Numero di stacking illimitato	Impedenza di ingresso	2M Ohm // 22nF	Range Dinamico	144dB (sistema); >117dB (stantaneo, misurato @1kaps)	Distorsione	0.007% @16kHz	Largh.Banda -3dB	6.8Hz@32kaps - 0.21 kHz@1kaps	Largh.Banda +/- 0.5dB	3.5 kHz@32kaps - 0.11 kHz@1kaps	Filtri	Passa Basso: 125-200-500-1000Hz Passa Alto: 10-20-30-40-50-70-100-150-200-300-400Hz	Filtri "Notch"	50-60Hz + armoniche	Trigger	Contatto normalmente chiuso, normalmente aperto (es. per uso con esplosivi), segnale analogico (geofono starter, starter piezoelettrico), trigger TTL. Sensibilità del trigger regolabile via software	Visualizzazione Tracce	Wiggle-trace (formato oscilloscopio) / area variabile	Noise-monitor	Tutti i canali + trigger	Canale AUX (ausiliario)	1x (per il trigger o qualsiasi altro segnale in ingresso)	Interfaccia comunicazione	1x USB 2.0 per PC esterno (di proprietà Cliente)	Formato Dati	SE02, SAF (altri formati su richiesta)	Alimentazione	BVDC da USB, 0.25A	Temp.operativa/stoccaggio	-30°C to +80°C	Umidità	80% umidità relativa, non condensante	Dimensioni	24cm x19.5cm x11cm	Peso	2 Kg
Numero di canali	24 can.+trigger (can. AUX) - 2 unità serializzate per un lot. di 48 can.																																																
Conversione Dati	Convertitore Analogico/Digitale Sigma-Delta 24 bit reali (compatibile con geofoni analogici a qualsiasi frequenza di risonanza)																																																
Intervallo Campionamento	Acquisizioni "a pacchetto" - fino a 125 microsec (8000sps) con 24 can. - fino a 31.25 microsec (32000sps) con 8 can. Acquisizione continua - fino a 4000 microsec (250sps) con 24 can. - fino a 500 microsec (2000sps) con 3 can.																																																
Lunghezza Acquisizione	27500 campioni @ 24 can. (+aux) 134500 campioni @ 3 can. (+aux) Numero di campioni limitato per acquisizioni continue																																																
Guadagno Preamp.	0/52 dB, selezionabile via software																																																
Stacking	Numero di stacking illimitato																																																
Impedenza di ingresso	2M Ohm // 22nF																																																
Range Dinamico	144dB (sistema); >117dB (stantaneo, misurato @1kaps)																																																
Distorsione	0.007% @16kHz																																																
Largh.Banda -3dB	6.8Hz@32kaps - 0.21 kHz@1kaps																																																
Largh.Banda +/- 0.5dB	3.5 kHz@32kaps - 0.11 kHz@1kaps																																																
Filtri	Passa Basso: 125-200-500-1000Hz Passa Alto: 10-20-30-40-50-70-100-150-200-300-400Hz																																																
Filtri "Notch"	50-60Hz + armoniche																																																
Trigger	Contatto normalmente chiuso, normalmente aperto (es. per uso con esplosivi), segnale analogico (geofono starter, starter piezoelettrico), trigger TTL. Sensibilità del trigger regolabile via software																																																
Visualizzazione Tracce	Wiggle-trace (formato oscilloscopio) / area variabile																																																
Noise-monitor	Tutti i canali + trigger																																																
Canale AUX (ausiliario)	1x (per il trigger o qualsiasi altro segnale in ingresso)																																																
Interfaccia comunicazione	1x USB 2.0 per PC esterno (di proprietà Cliente)																																																
Formato Dati	SE02, SAF (altri formati su richiesta)																																																
Alimentazione	BVDC da USB, 0.25A																																																
Temp.operativa/stoccaggio	-30°C to +80°C																																																
Umidità	80% umidità relativa, non condensante																																																
Dimensioni	24cm x19.5cm x11cm																																																
Peso	2 Kg																																																
 <p>SENSORE DA FORO 3 COMPONENTI (AMBROGEO)</p>	<p>SENSORE DA FORO - 3 COMPONENTI (AMBROGEO)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geofoni con frequenza di 4.5 HZ ▪ Componente verticale n.1 ▪ Componente orizzontale n.2 ▪ Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi ▪ Bloccaggio pneumatico ▪ Contenitore inox diametro: 50 mm ▪ Lunghezza contenitore: 300 mm ▪ Cavo in dotazione: 60 mt 																																																

Tab. 2.1.1 - Caratteristiche tecniche del GEA 24 (PASI) e del sensore da foro - 3 componenti (AMBROGEO).

2.2. ACQUISIZIONE DATI

L'indagine sismica Down-Hole è stata eseguita nel foro di sondaggio denominato DH_S8, ubicato come riportato in figura 1, mentre nella tabella 2.2.1 sono riportati i dati sintetici della prova.



Fig. 2.2.1 - Indagine Down-Hole eseguita.

PROVA	Coordinate (WGS 84)		Profondità (m dal p.c.)	Distanza Foro- Energizzazione (m)	Intervallo di scoppio profondità (m)
	Latitudine	Longitudine			
DH_S8	4656056 m N	378854 m E	30.00	3.00	1.00

Tab. 2.2.1 – Dati sintetici della prova Down-Hole eseguita.

Eseguito il posizionamento del geofono all'interno del foro, sono state realizzate alcune energizzazioni di prova allo scopo di tarare i parametri di acquisizione del sismografo in termini di

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

determinazione del livello del rumore di fondo e taratura delle amplificazioni dei singoli canali di registrazione.

Effettuata la taratura della strumentazione si è proceduto alla prospezione sismica in foro in modo tale che, dopo ogni energizzazione (o somma di energizzazioni) su ciascun punto d'impatto prestabilito per la generazione di onde P e onde SH, il segnale è stato acquisito e registrato sul sismografo. L'istante di tempo zero, ovvero il segnale d'inizio registrazione, è stato inviato allo strumento da uno shock-sensor (trigger).

Gli impulsi sismici ricevuti dal geofono a 3 componenti posizionato all'interno del foro sono stati acquisiti utilizzando il sismografo tramite il quale, dopo conversione analogico-digitale sono stati registrati nell'hard disk del PC collegato al sismografo stesso.

Di seguito si riportano in modo sintetico la configurazione spaziale dell'acquisizione effettuata :

- profondità dell'acquisizione: 30.00 m;
- acquisizione onde P e SH ogni : 1.00 m;
- distanza sorgente shots poin per onde P e SH: 3.00 m
- frequenza di campionamento 4000 Hz.
- N.30 energizzazioni (shots) per la generazione di onde P;
- N.30 energizzazioni (shots) per la generazione di onde SH (Sx);
- N.30 energizzazioni (shots) per la generazione di onde SH (Sy);

2.3. ELABORAZIONE DATI

L'elaborazione dei sismogrammi ottenuti dall' indagine sismica in foro Down Hole eseguita è stata effettuata con l'ausilio di software dedicati (DOWN HOLE della Geostru, FRONT END della Geoiga) che hanno permesso di effettuare il picking dei primi arrivi, la rappresentazione dei tempi di tragitto corretti misurati lungo i percorsi sorgente-geofono, calcolo delle dromocrone, calcolo delle velocità delle onde P e S e calcolo dei parametri geotecnici elasto-dinamici. L'elaborazione è consistita sostanzialmente dalle seguenti fasi:

- Filtraggio (band-pass, high-cut, low-cut) e amplificazione (gain, amplitude factor), per ridurre i rumori di fondo dai sismogrammi, aumentando il rapporto segnale/rumore ed esaltando i primi arrivi delle onde sismiche.

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE "REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l. Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661
	Data: Marzo 2021	

- Individuazione dei primi arrivi delle onde P sulle tracce sismiche acquisite dai geofoni rilevati sulla componente verticale (Canale 1, Verticale) (Fig. 2.3.1).

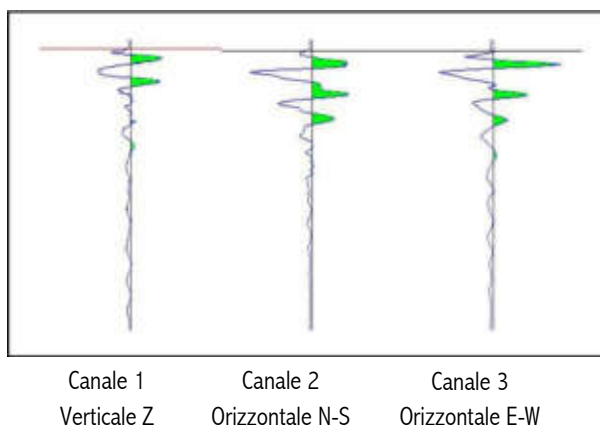


Fig. 2.3.1 – Esempio di primi arrivi acquisiti ad una determinata profondità.

- Individuazione dei primi arrivi delle onde SH sulle tracce sismiche acquisite dai geofoni orizzontali rilevati sulle componenti orizzontali (Canale 2-3, Orizzontale N-S / E-W) (Fig. 2.3.2). La determinazione del primo arrivo delle onde S è stata effettuata mediante la tecnica dell'inversione di fase delle onde SH, ossia, alternando il senso di impatto alla sorgente si evidenzia per uno stesso geofono una opposizione di fase delle onde di taglio generate, nello specifico la registrazione che viene effettuata secondo un verso di impatto, viene confrontate con la traccia relativa allo stesso geofono secondo il verso di impatto in opposizione, in tal modo si riesce distinguere una netta inversione di fase che facilita l'individuazione dei tempi di arrivo delle onde S dalle onde P.

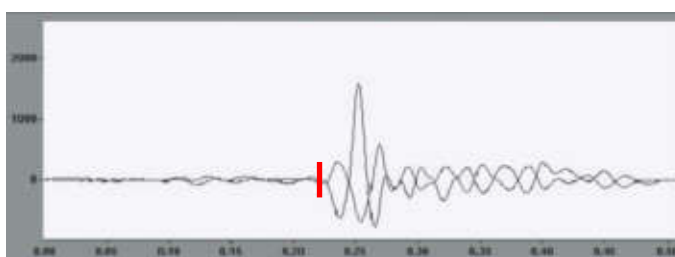


Fig. 2.3.2 – Esempio di determinazione del primo arrivo delle onde SH (trattino rosso) mediante l'inversione di fase delle onde S_x e S_y (Canale 2-3, Orizzontale N-S / E-W).

- Correzione dei tempi di tragitto (metodo diretto) misurati lungo i percorsi sorgente-geofono per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Per correggere il tempo di arrivo dall'effetto dovuto dall'eccentricità della sorgente rispetto al bocca-pozzo (Fig. 2.3.3) si può

 Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE "REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

applicare (con buona approssimazione) la seguente formula $T_{corr} = z/r * T_{mis}$, dove d è la distanza della sorgente dall'asse del foro, r la distanza fra la sorgente e il geofono, z la profondità di misura e T_{mis} è il tempo di primo arrivo individuato sui sismogrammi delle onde P e onde S.

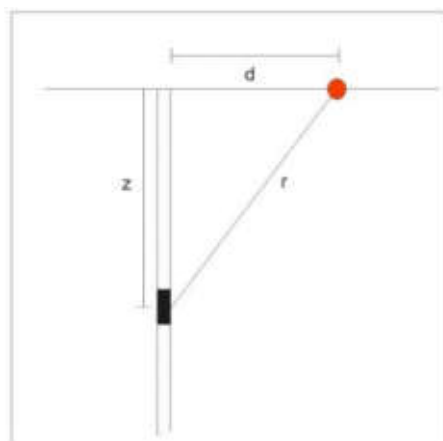


Fig. 2.3.3 – Schema per la correzione dei tempi misurati tra sorgente e geofono.

La correzione dei tempi trascura le deviazioni dei percorsi dei raggi generati dalla rifrazione lungo eventuali superfici di discontinuità laterali delle proprietà elastiche. Tale approssimazione è tanto più accettabile quanto più deboli sono i contrasti di velocità e quanto più prossimi all'asse del sondaggio, mantenendo costanti la profondità dei sensori e la sorgente energizzante.

Di seguito la tabella dei primi arrivi misurati e corretti delle onde P e onde S, Tab 2.3.1.

Profondità (m)	Primi arrivi onde P (ms)	Primi arrivi onde S (ms)	Primi arrivi onde P corretti (ms)	Primi arrivi onde S corretti (ms)
1	4.00	7.00	1.2649	2.2136
2	5.00	9.00	2.7735	4.9923
3	5.90	11.30	4.1719	7.9903
4	6.10	11.40	4.8800	9.1200
5	6.20	11.50	5.3165	9.8612
6	6.30	12.00	5.6349	10.7331
7	6.40	12.40	5.8825	11.3974
8	7.20	13.10	6.7416	12.2659
9	7.80	14.50	7.3997	13.7559
10	8.20	16.00	7.8542	15.3252
11	9.10	17.00	8.7794	16.4010
12	9.80	18.00	9.5074	17.4626

 GGM geological & geophysical multiservice Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE "REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l. Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661
	Data: Marzo 2021	

13	10.40	19.00	10.1337	18.5134
14	11.30	20.00	11.0492	19.5561
15	11.70	21.50	11.4728	21.0825
16	12.10	22.00	11.8928	21.6232
17	12.50	22.60	12.3098	22.2561
18	12.80	23.00	12.6258	22.6871
19	13.10	23.50	12.9397	23.2124
20	13.80	24.00	13.6473	23.7345
21	14.00	25.00	13.8593	24.7487
22	14.20	25.30	14.0698	25.0680
23	15.00	26.50	14.8740	26.2774
24	15.70	28.00	15.5788	27.7838
25	16.20	29.20	16.0846	28.9920
26	17.00	30.50	16.8880	30.2990
27	17.50	31.50	17.3930	31.3073
28	18.00	32.50	17.8976	32.3151
29	18.50	34.00	18.4018	33.8195
30	19.00	35.00	18.9057	34.8263

Tab. 2.3.1 – Tabella primi arrivi - Down Hole (DH_S8).

- Interpretazione del Down Hole con il metodo diretto.

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si è proceduto a diagrammare i tempi corretti con la profondità in modo da individuare le dromocrone relative ai litotipi incontrati. Dalle dromocrone è possibile determinare sia la velocità media delle onde sismiche che gli spessori in strati omogenei di terreno che è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali. Infatti, se V_i è la velocità dello strato i -esimo di spessore h_i e z è la profondità del geofono, posto all'interno dello strato j -esimo, il tempo verticale o corretto $t_v(z)$ è dato dalla seguente relazione teorica:

$$t_{v(z)} = \frac{z - \sum_{i=1}^{j-1} h_i}{V_j} + \sum_{i=1}^{j-1} \frac{h_i}{V_i}$$

che è l'equazione di una retta con coefficiente angolare pari all'inverso della velocità dello strato i -esimo.

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE Geco s.r.l.
	Data: Marzo 2021	Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

Di seguito i tempi corretti delle onde P e S da cui è possibile ottenere le dromocrone, Fig. 2.3.4.

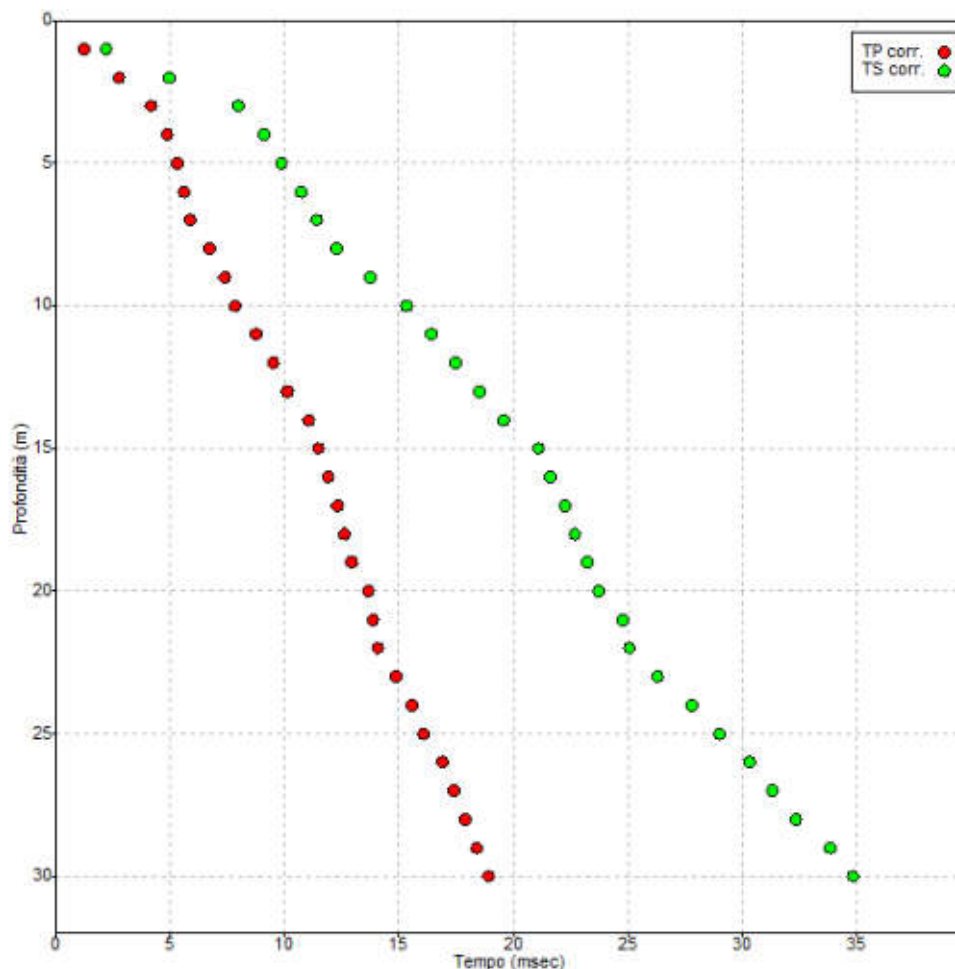


Fig. 2.3.4 – Tempi corretti delle onde P e S ottenute con il metodo diretto da cui è possibile ottenere le dromocrone – Risultati delle elaborazioni in forma grafica - Down Hole (DH_S8).

- Calcolo delle dromocrone e sismostrati medi

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si è proceduto all'interpretazione del grafico tempi corretti (msec) – profondità (m) in modo da stimare la presenza di sismostrati medi dove la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali, Fig. 2.3.5.

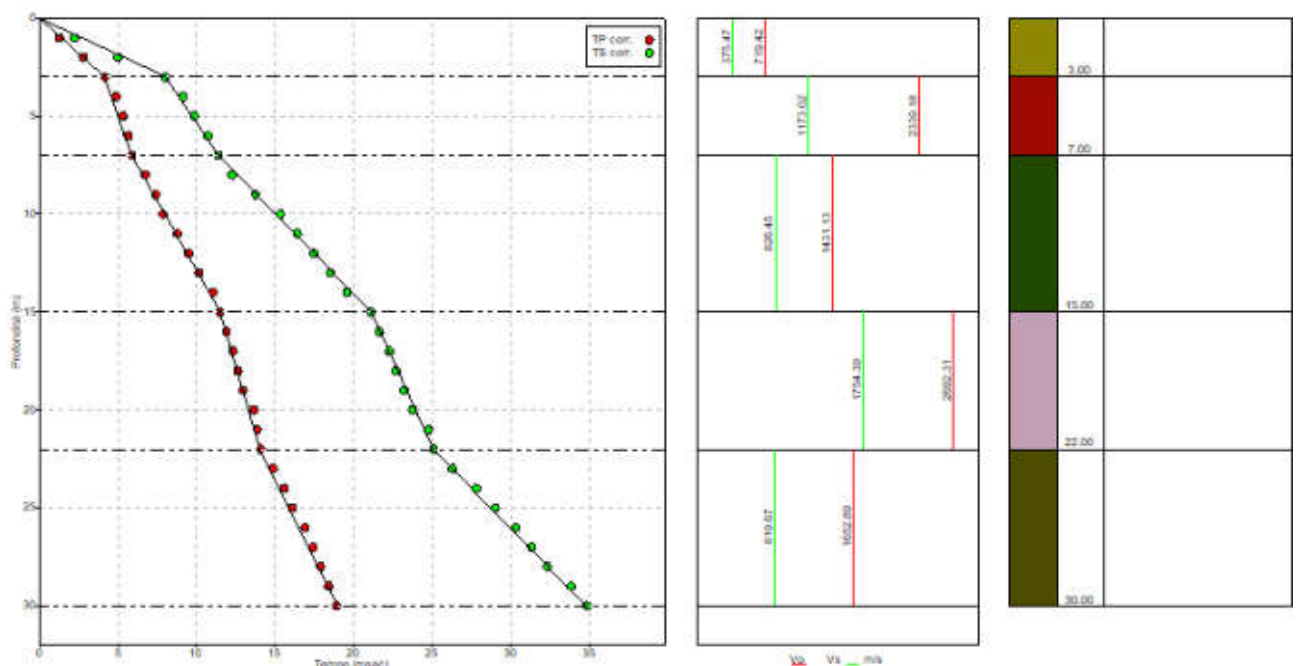


Fig. 2.3.5 – Sismo-strati medi (dromocrone interpretate) ottenuti dalle velocità medie rappresentati dall'inclinazione delle rette lungo i quali si allineano i dati sperimentali - Down Hole (DH_S8).

- Calcolo dei moduli elasto-dinamici medi. Individuati graficamente i sismo-strati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri geotecnici medi (Tab. 2.3.2):

Profondità (m)	Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	ρ medio [kN/mc]	ν medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
3.00	719.42	375.47	21.21	0.31	304.95	1119.55	800.68	712.96
7.00	2339.18	1173.02	24.08	0.33	3378.64	13435.63	9000.86	8930.78
15.00	1431.13	826.45	22.89	0.25	1594	4779.85	3984.46	2654.52
22.00	2692.31	1754.39	25.45	0.13	7988	18812.09	18068.98	8161.42
30.00	1652.89	819.67	22.86	0.34	1566.05	6368.18	4187.44	4280.11

Tab. 2.3.2 – Parametri elasto-dinamici medi - Down Hole (DH_S8).

 <p>Viale San Martino, 30 - 65013 Città Sant'Angelo (PE) Tel./Fax: +39 0859506423 - P.iva: 01891900688 E-mail : info@ggmsrl.it - P.E.C. : ggm-srl@legalmail.it</p>	RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE <i>"REALIZZAZIONE NUOVE CELLE FRIGORIFERE "AREA EX SADAM" LOC. STRADA 14 COMUNE DI CELANO (AQ)"</i>	
	Revisione: REV 00	COMMITTENTE
	Data: Marzo 2021	Geco s.r.l. Via Liguria n.19/L - 67051 – Avezzano (AQ) P.I.: 01964020661

Dove:

1. coefficiente di Poisson medio:

$$v_{medio} = 0.5 \frac{(Vp/Vs)^2 - 2}{(Vp - Vs)^2 - 1}$$

2. modulo di deformazione a taglio medio:

$$G_{medio} = \rho * Vs^2$$

3. modulo di compressibilità edometrica medio:

$$Ed_{medio} = \rho Vp^2$$

4. modulo di Young medio:

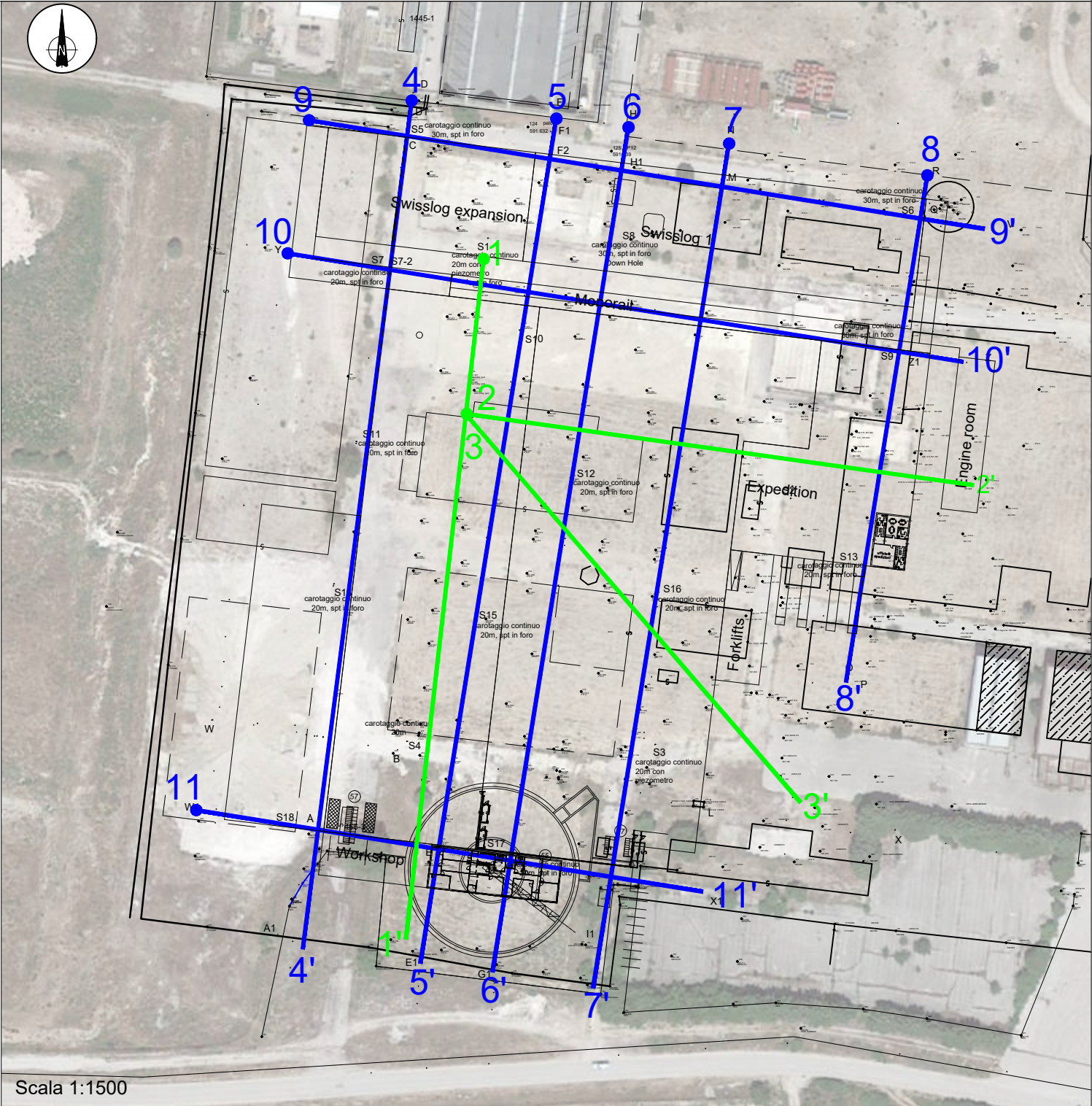
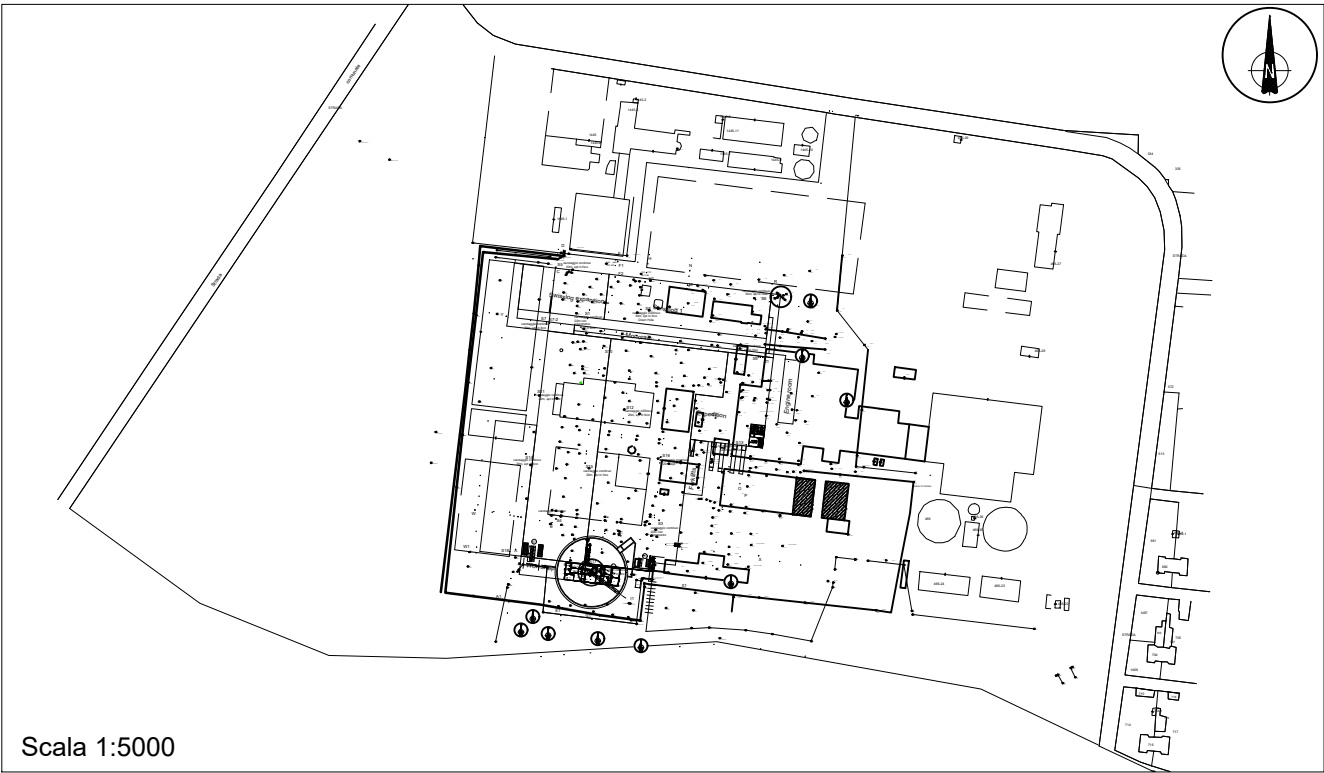
$$E_{medio} = 2 * \rho Vs^2 (1 + v)$$

5. modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$Ev_{medio} = \rho (Vp^2 - \frac{4}{3} Vs^2)$$

ALLEGATO 1

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E UBICAZIONE DELLE INDAGINI



LEGENDA



GGM S.R.L.
Viale San Martino, 30
65013 Città Sant'Angelo (PE) - Italy
P.IVA IT01891900688 - Tel./Fax: +39 085 9506423
email: info@ggmsrl.it | www.ggmsrl.it

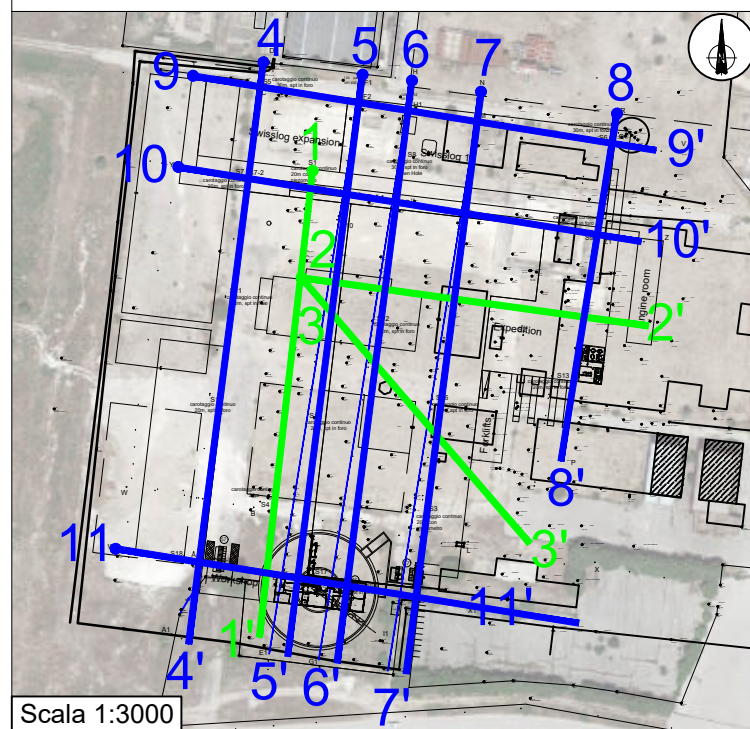
2				
1				
0	02/2021	M. Delli Rocoli	C. Chilufya	R. Di Pasquale
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHK'D)	APPROVATO (APPR'D)

DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)
ALLEGATO 1
TITOLO (TITLE)
Ubicazione indagini effettuate

TAVOLA
1
SCALA (SCALE)
--

ALLEGATO 2

UBICAZIONE INDAGINI



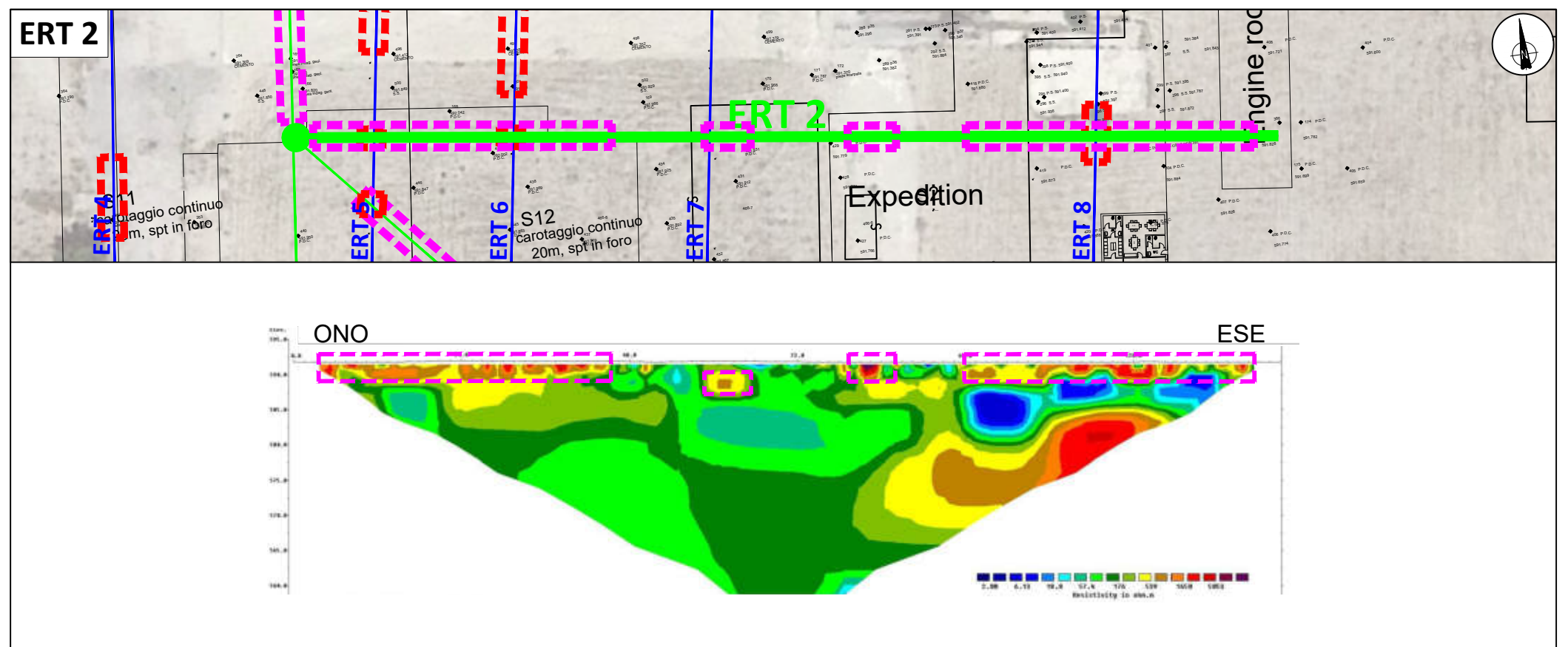
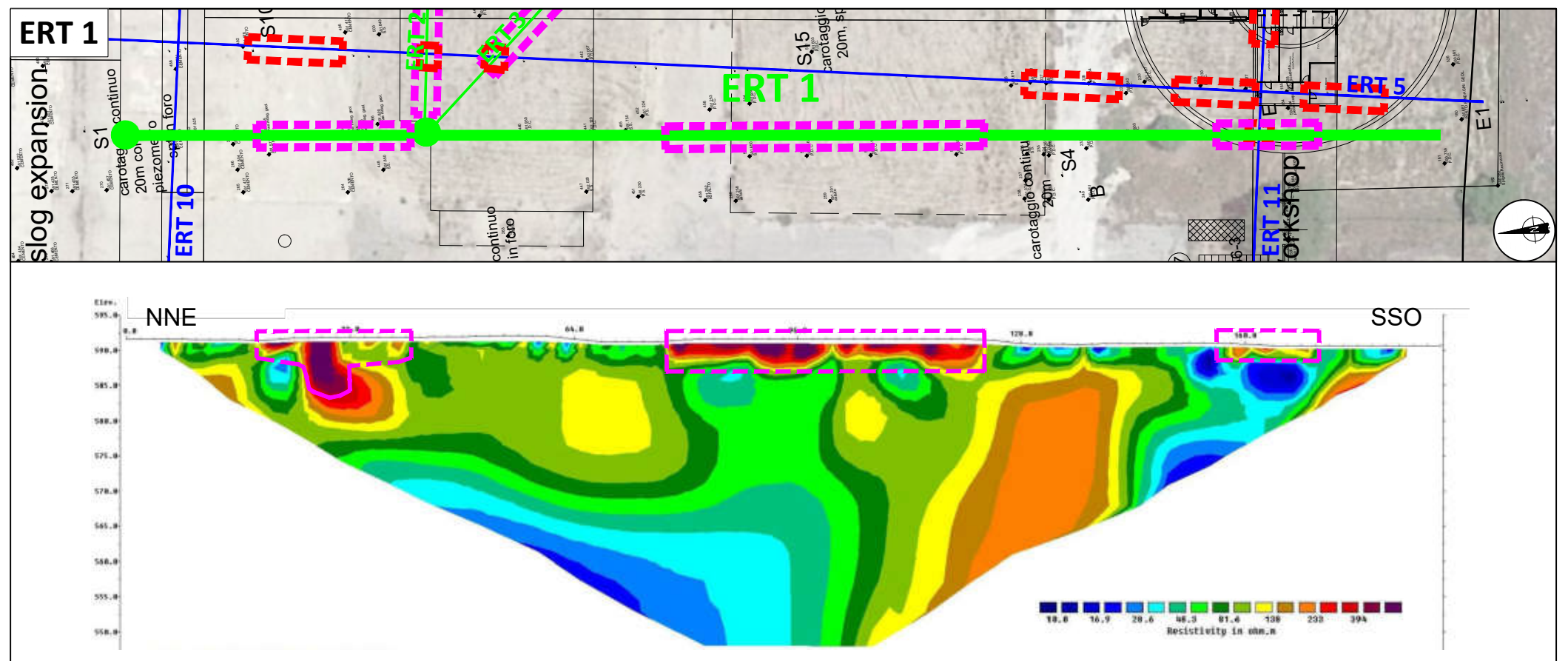
REPORT FOTOGRAFICO



LEGENDA

- Fine Indagini di tomografia elettrica 2D - ERT
- Fine Indagini pregresse di tomografia elettrica 2D - ERT
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 1
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 2

SEZIONI DI RESISTIVITA' ELETTRICA 2D - Scala 1:800



GGM S.R.L.
Viale San Martino, 30
65013 Città Sant'Angelo (PE) - Italy
P.IVA IT01891900688 - Tel./Fax: +39 085 9506423
email: info@ggmsrl.it | www.ggmsrl.it

2				
1				
0	02/2021	M. Delli Rocoli	C. Chilufya	R. Di Pasquale
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHK'D)	APPROVATO (APPR'D)

DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)

ALLEGATO 2 - Indagini pregresse

TITOLO (TITLE)

Sezioni di resistività elettrica 2D - ERT 1-2

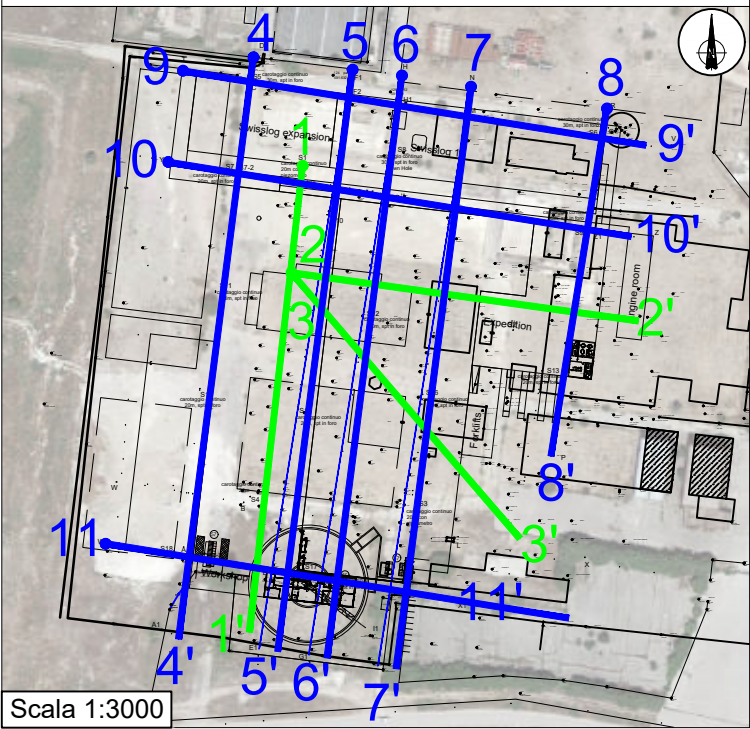
TAVOLA

1

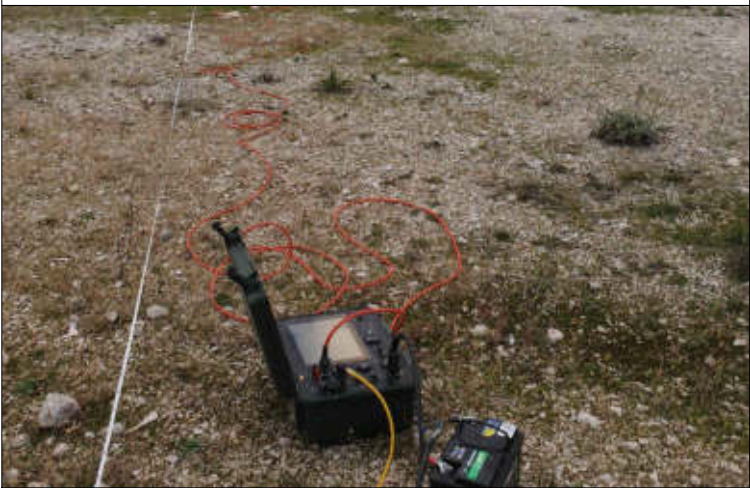
SCALA (SCALE)

--

UBICAZIONE INDAGINI



REPORT FOTOGRAFICO

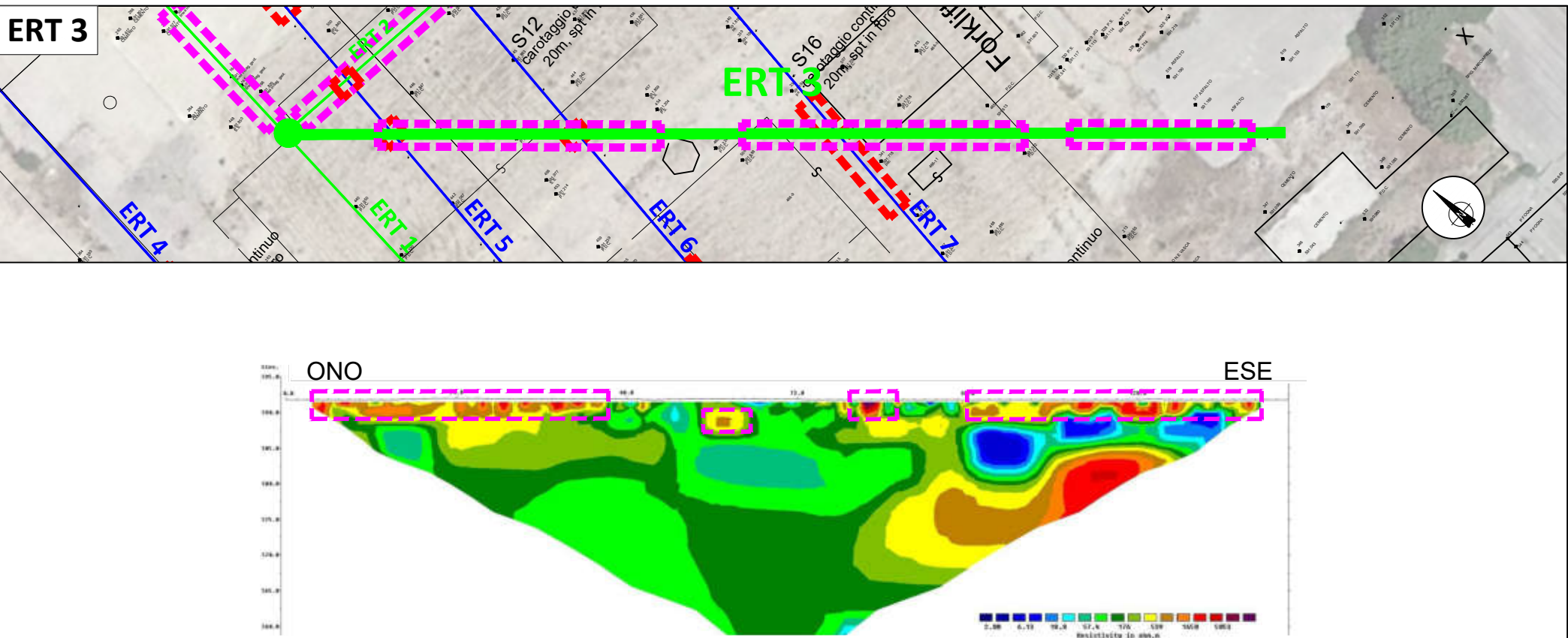


LEGENDA



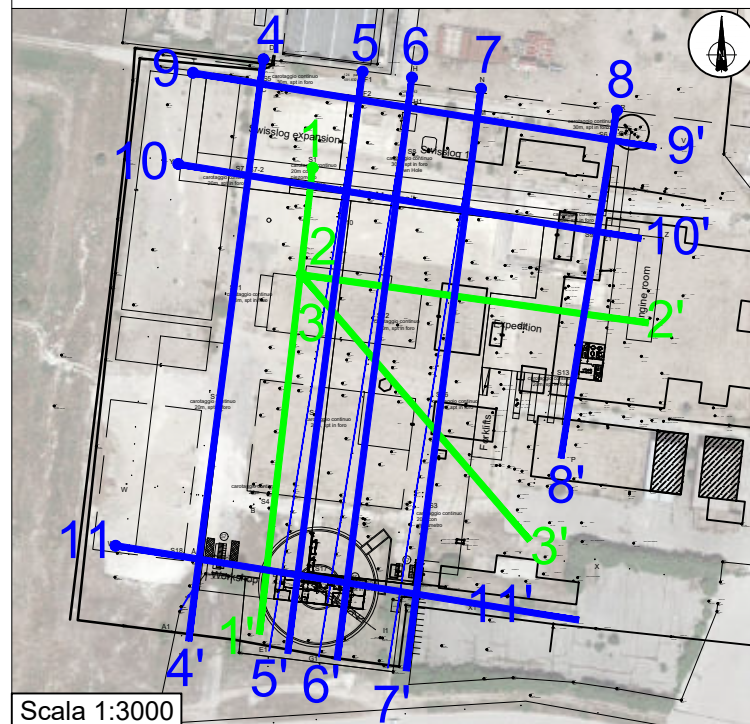
- Fine Indagini di tomografia elettrica 2D - ERT
- Fine Indagini pregresse di tomografia elettrica 2D - ERT
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 1
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 2

SEZIONI DI RESISTIVITA' ELETTRICA 2D - Scala 1:800



ALLEGATO 3

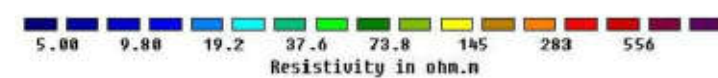
UBICAZIONE INDAGINI



REPORT FOTOGRAFICO

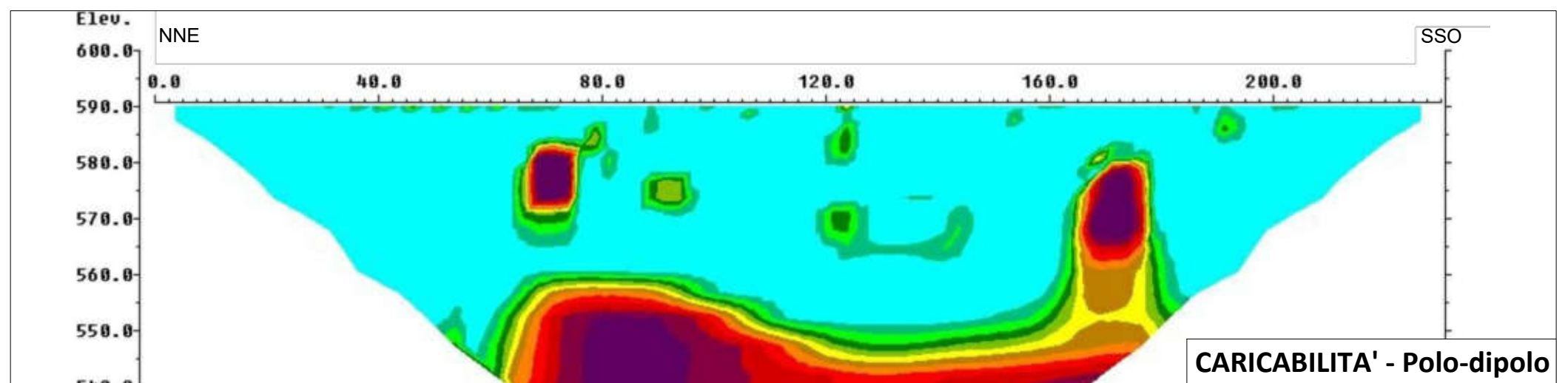
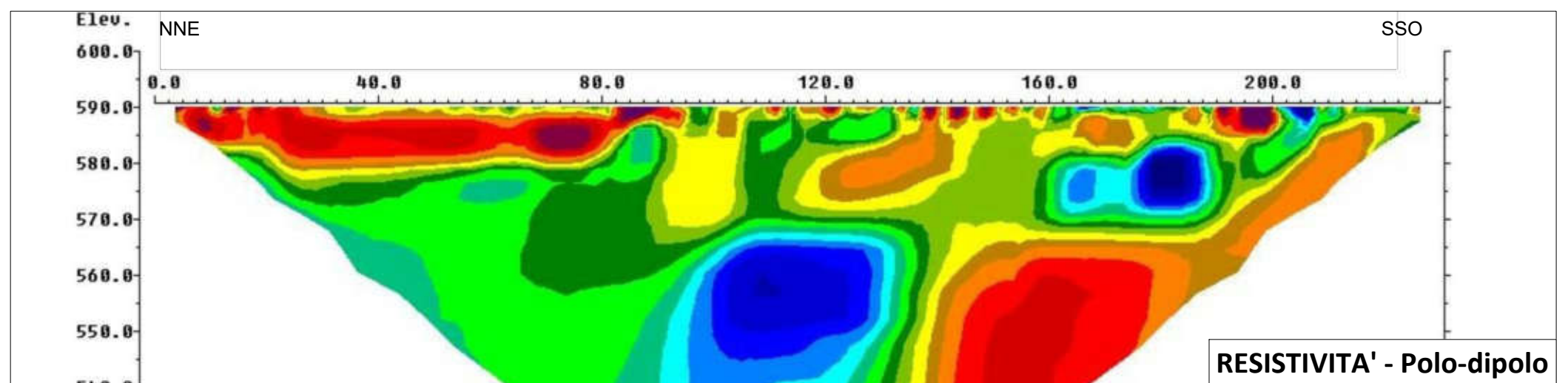
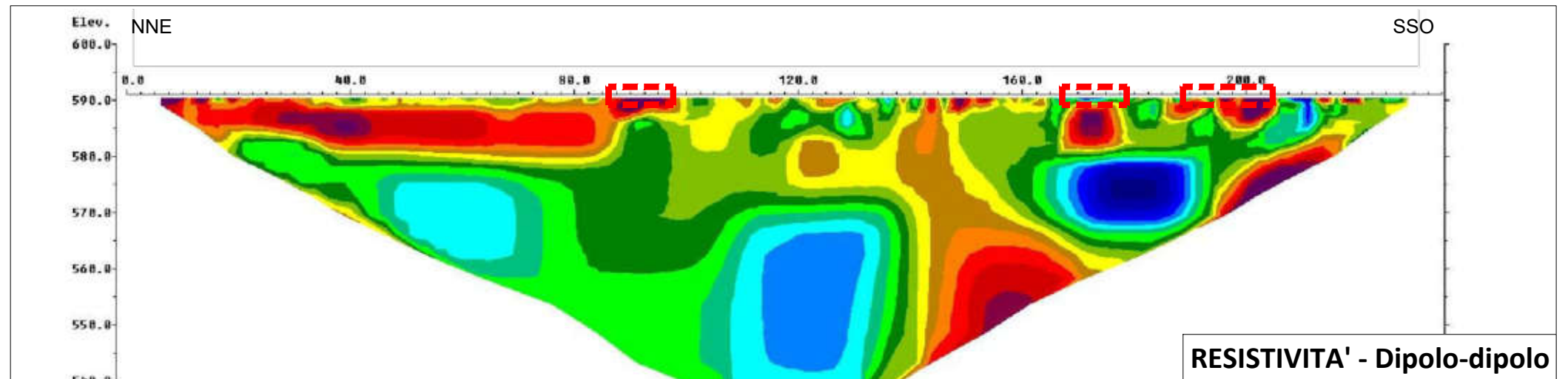
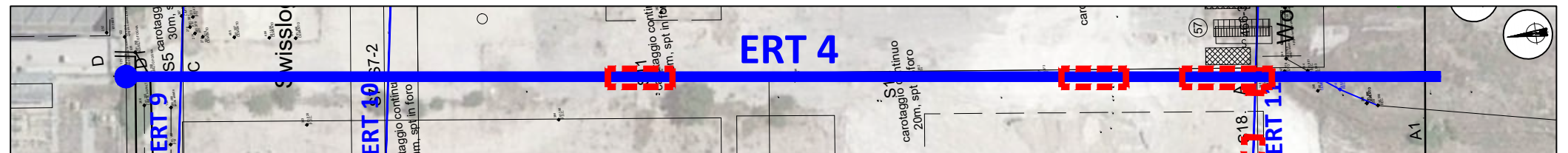


LEGENDA

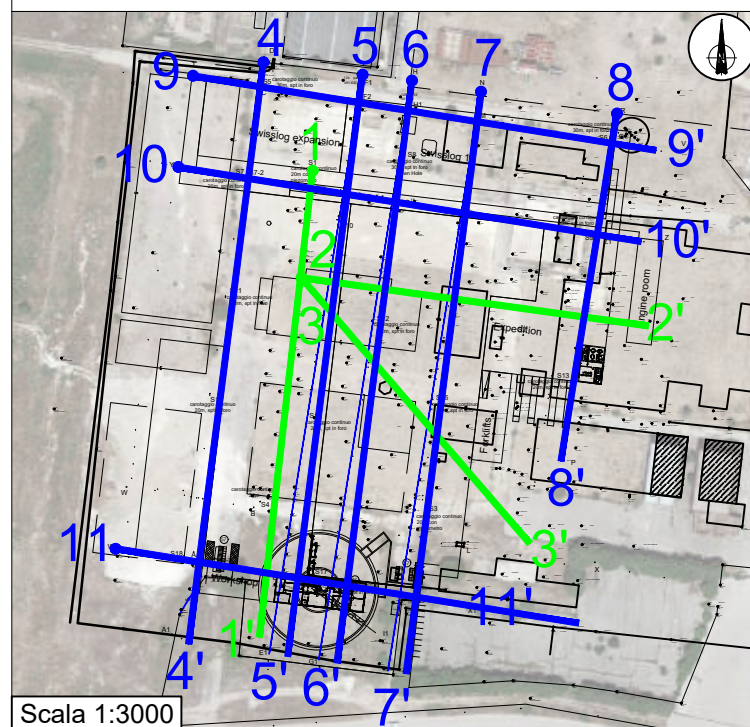


- Indagini di tomografia elettrica 2D - ERT
- Indagini pregresse di tomografia elettrica 2D - ERT
- Area di anomalia geoelettrica

SEZIONI DI RESISTIVITA' E CARICABILITA' ELETTRICA 2D - ERT 4 - Scala 1:1.000



UBICAZIONE INDAGINI



REPORT FOTOGRAFICO

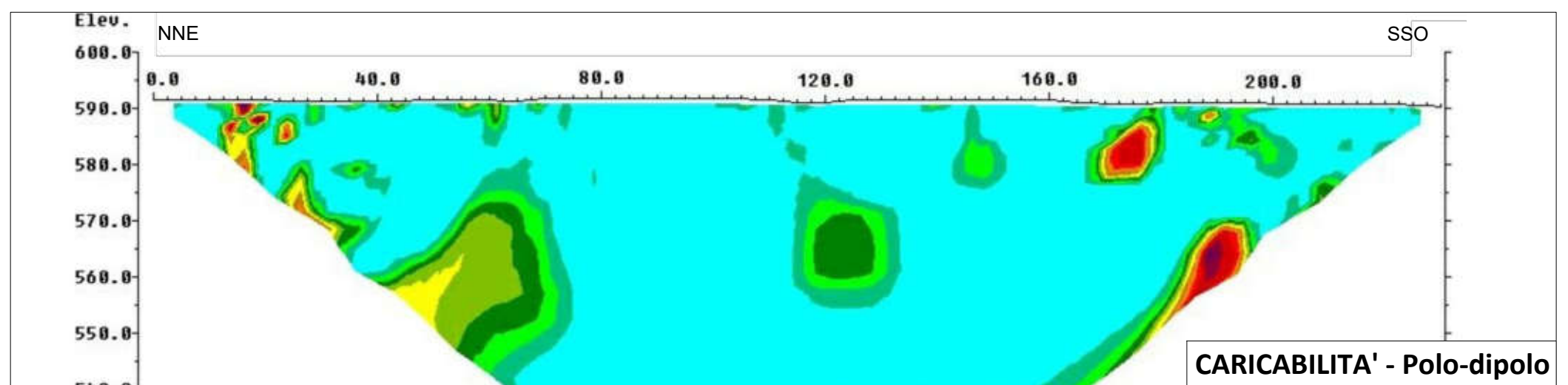
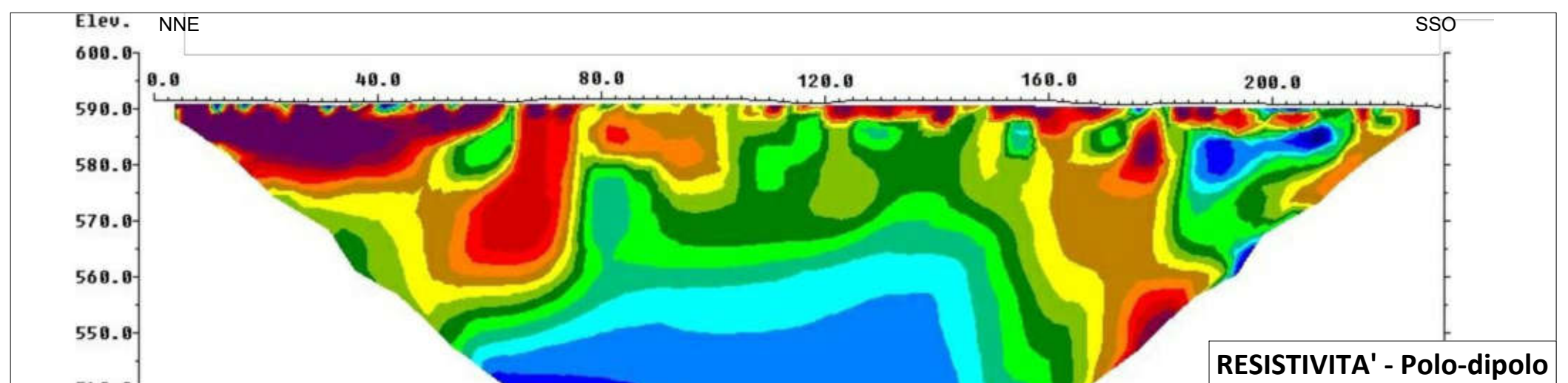
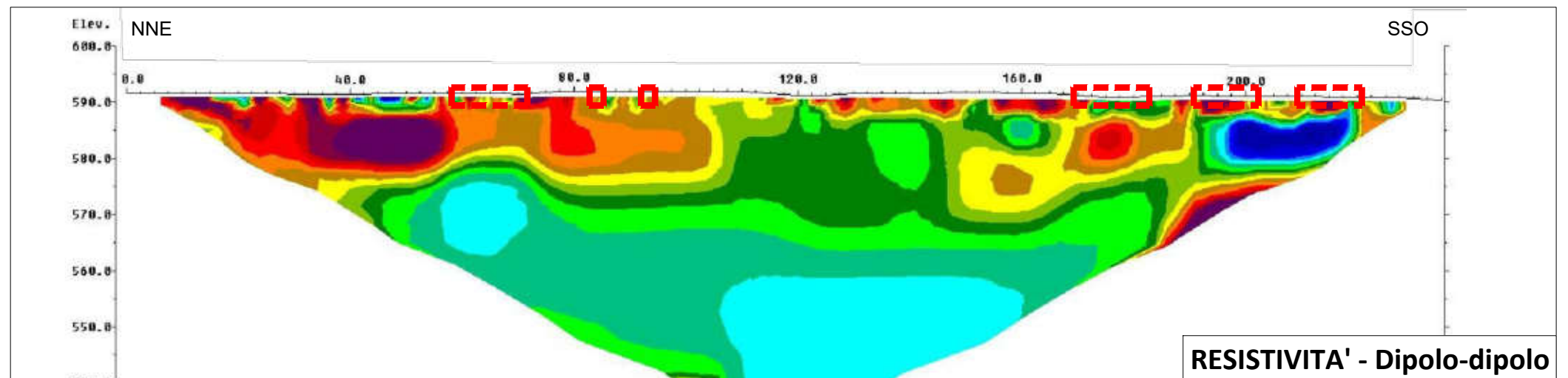
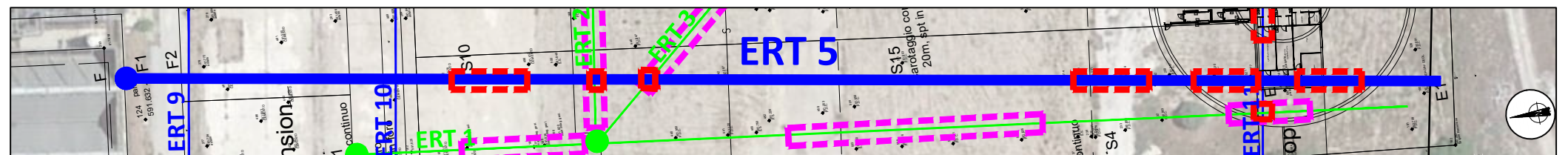


LEGENDA

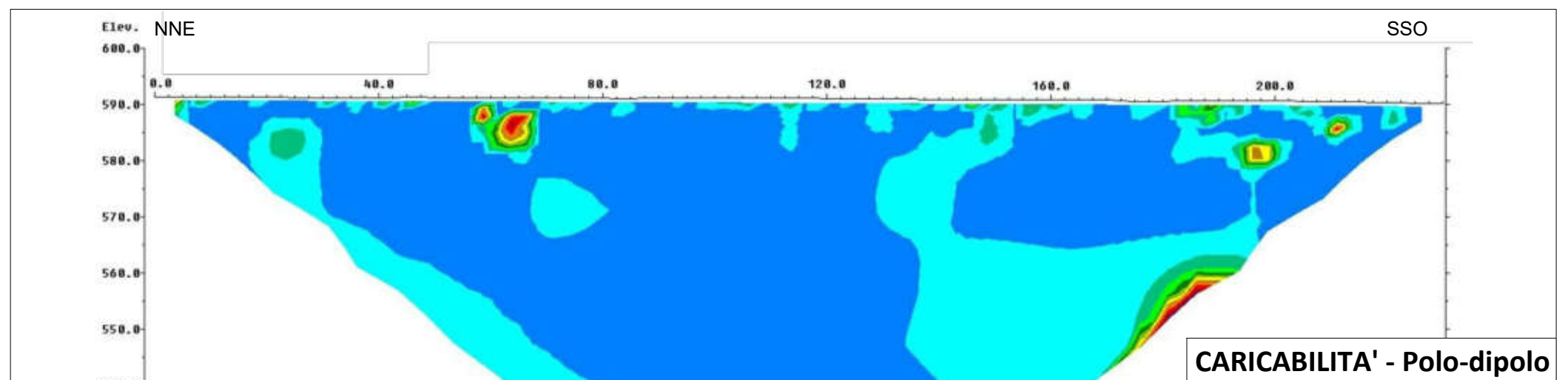
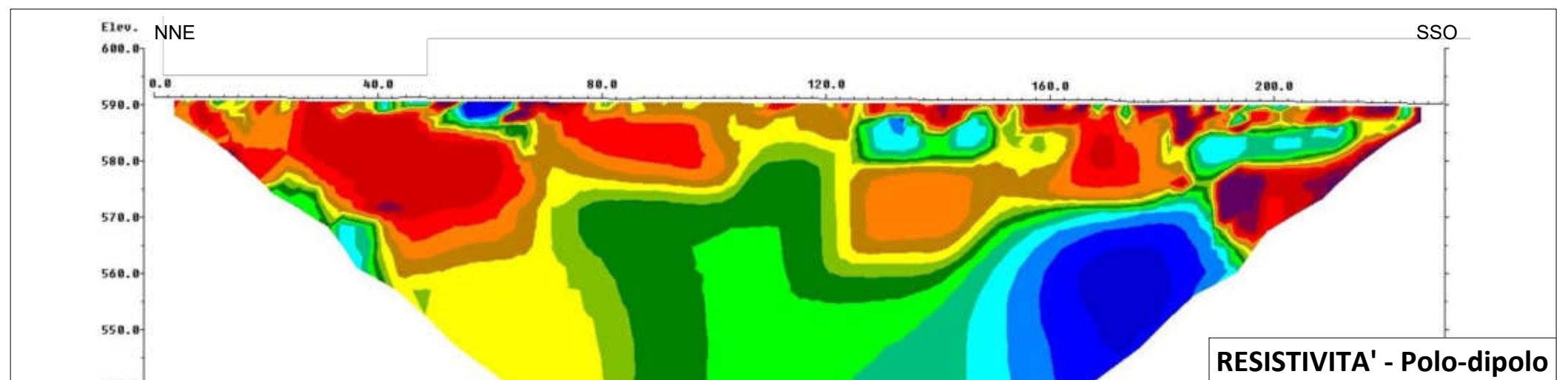
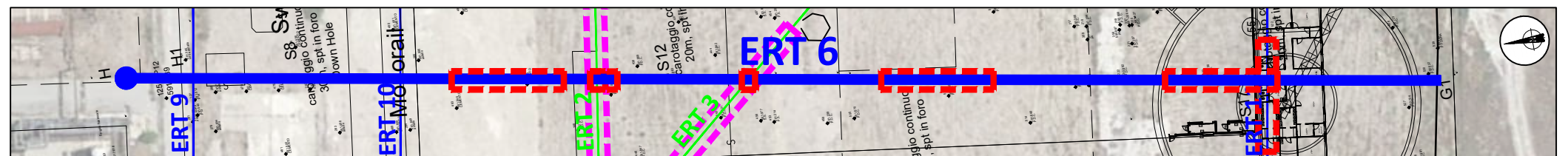


- Indagini di tomografia elettrica 2D - ERT
- Indagini pregresse di tomografia elettrica 2D - ERT
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 1
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 2

SEZIONI DI RESISTIVITA' E CARICABILITA' ELETTRICA 2D - ERT 5 - Scala 1:1.000



SEZIONI DI RESISTIVITA' E CARICABILITA' ELETTRICA 2D - ERT 6 - Scala 1:1.000



1.00 2.56 6.55 16.8 42.9 110 281 721

Resistivity in ohm.m



Indagini di tomografia elettrica 2D - ERT

Indagini pregresse di tomografia elettrica 2D - ERT

Area di anomalia geoelettrica - Fase 1

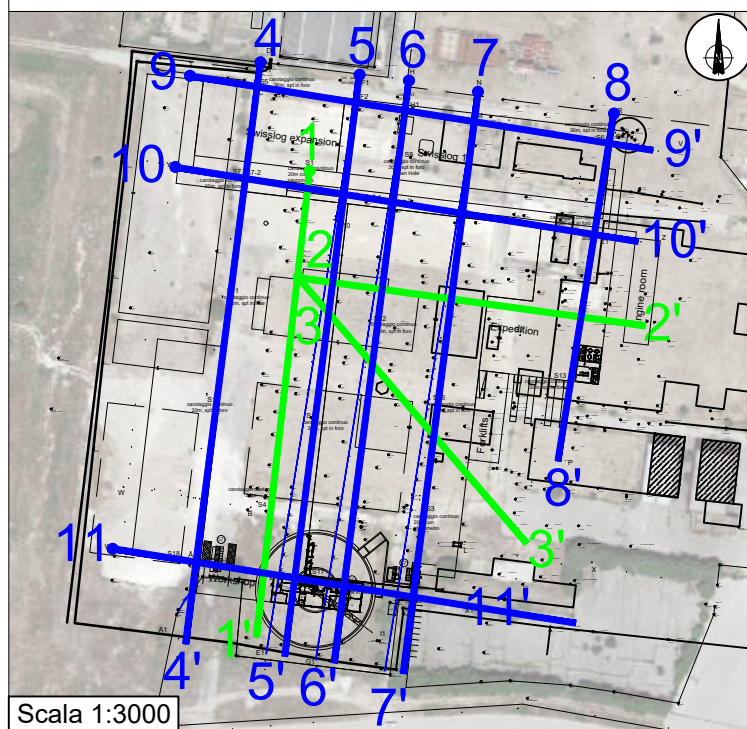
Area di anomalia geoelettrica - Fase 2



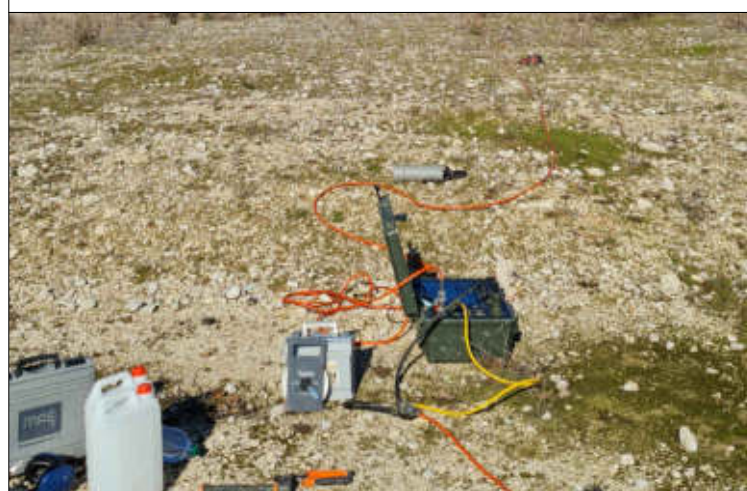
GGM S.R.L.
Viale San Martino, 30
65013 Città Sant'Angelo (PE) - Italy
P.IVA IT01891900688 - Tel./Fax: +39 085 9506423
email: info@ggmsrl.it | www.ggmsrl.it

2					DENOMINAZIONE DOCUMENTO (<i>DOCUMENT DESCRIPTION</i>)	TAVOLA 3
1						
0	02/2021	M. Delli Roccoli	C. Chilufya	R. Di Pasquale	TITOLO (<i>TITLE</i>)	SCALA (<i>SCALE</i>) --
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	Sezioni di resistività e caricabilità elettrica 2D – ERT 6	

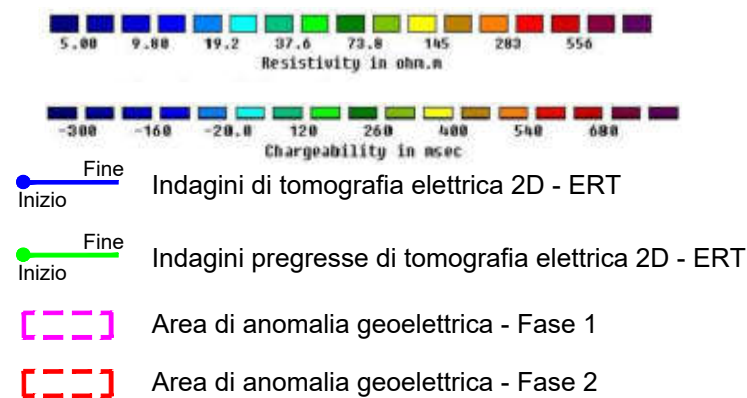
UBICAZIONE INDAGINI



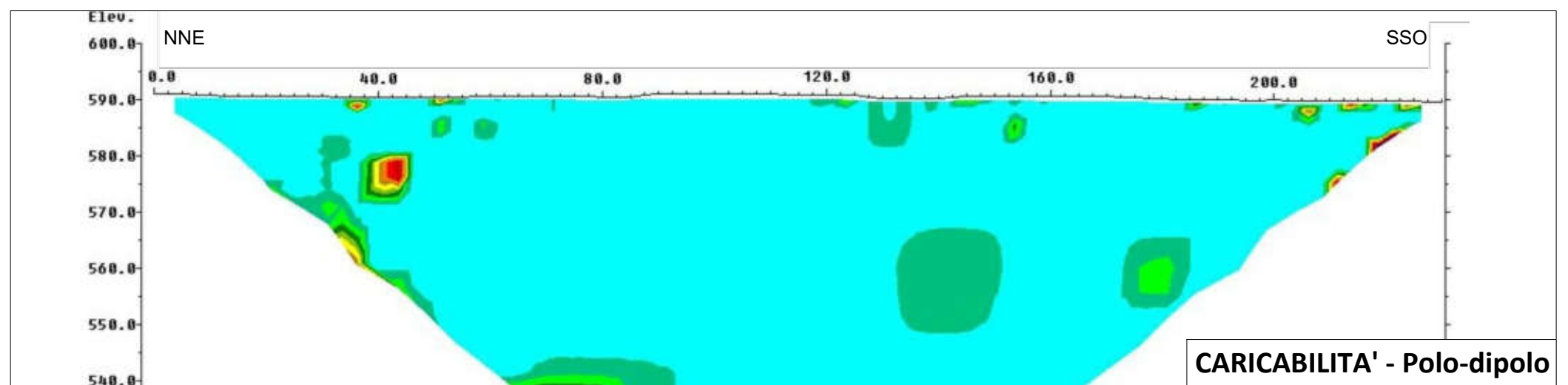
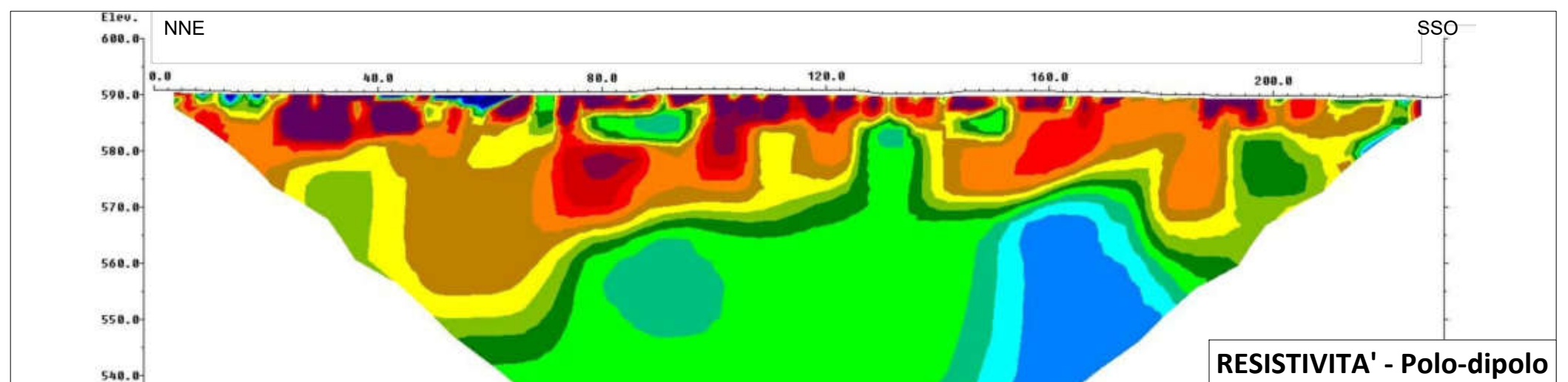
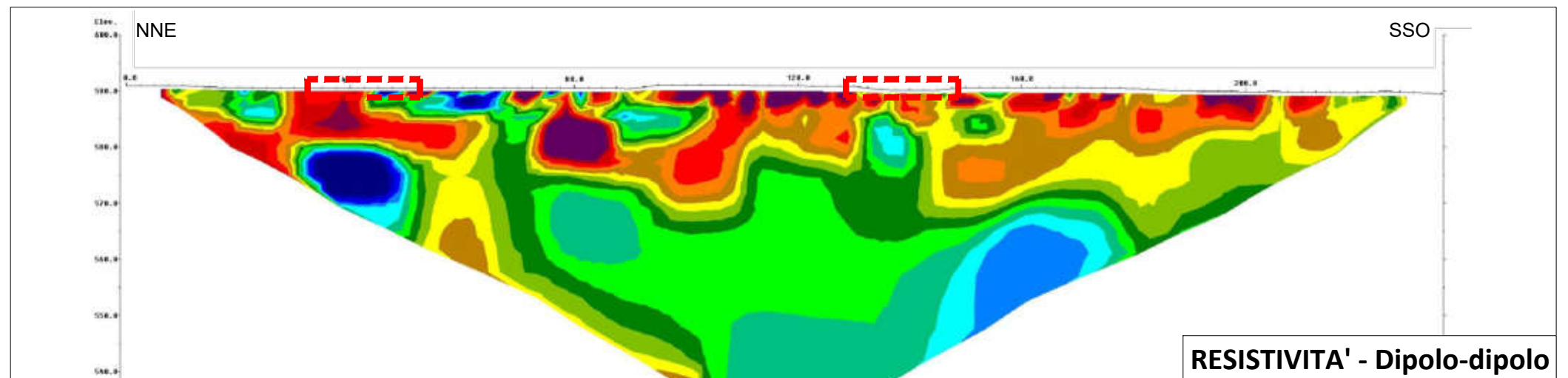
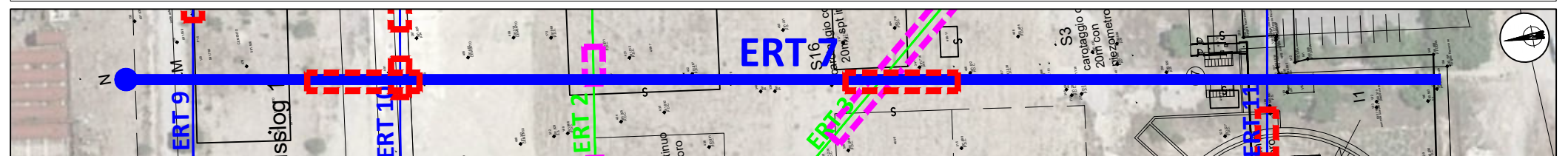
REPORT FOTOGRAFICO



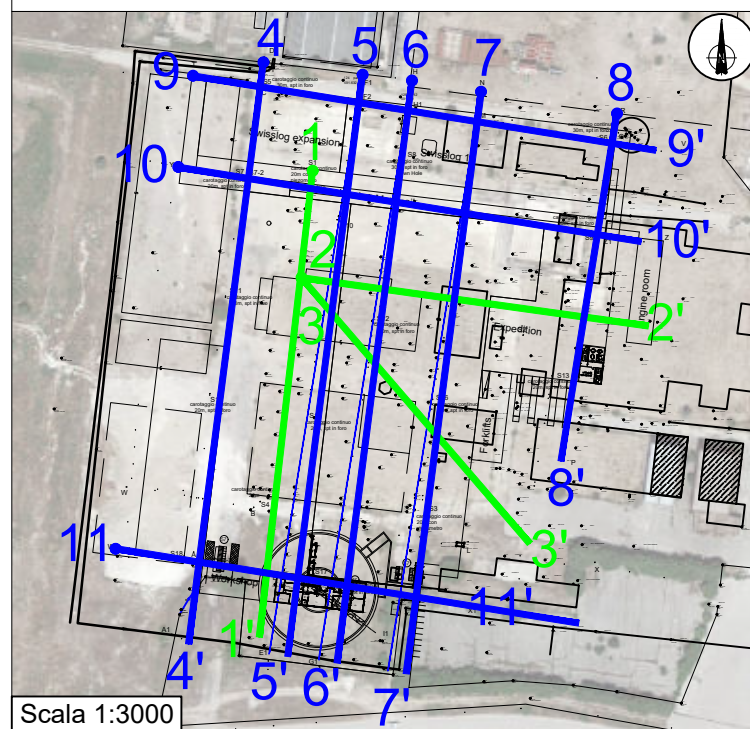
LEGENDA



SEZIONI DI RESISTIVITA' E CARICABILITA' ELETTRICA 2D - ERT 7 - Scala 1:1.000



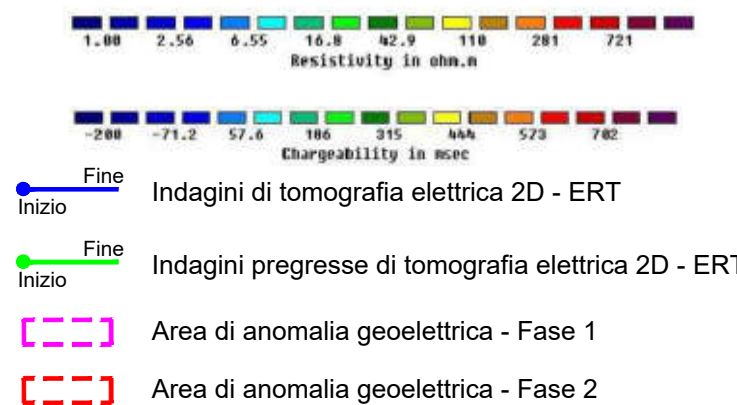
UBICAZIONE INDAGINI



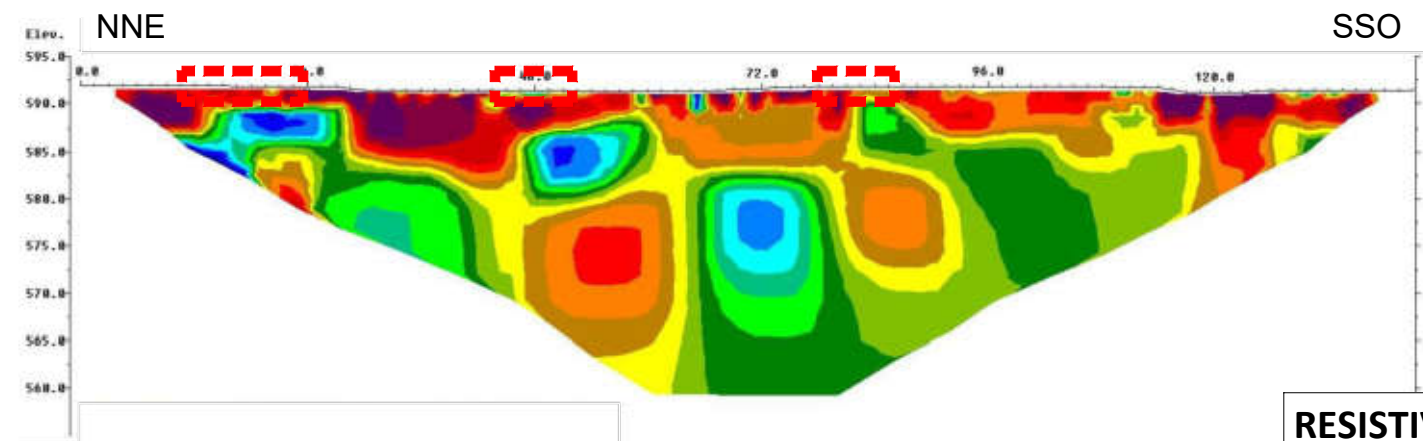
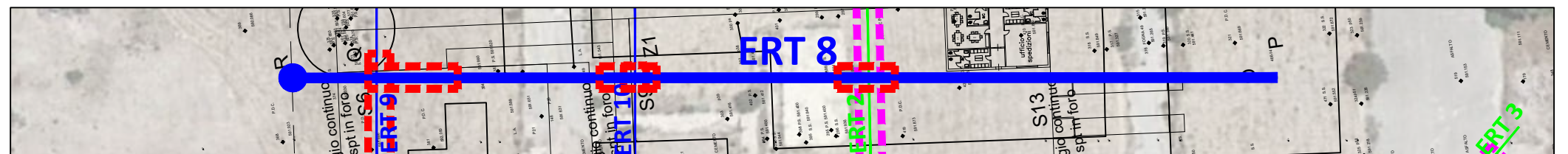
REPORT FOTOGRAFICO



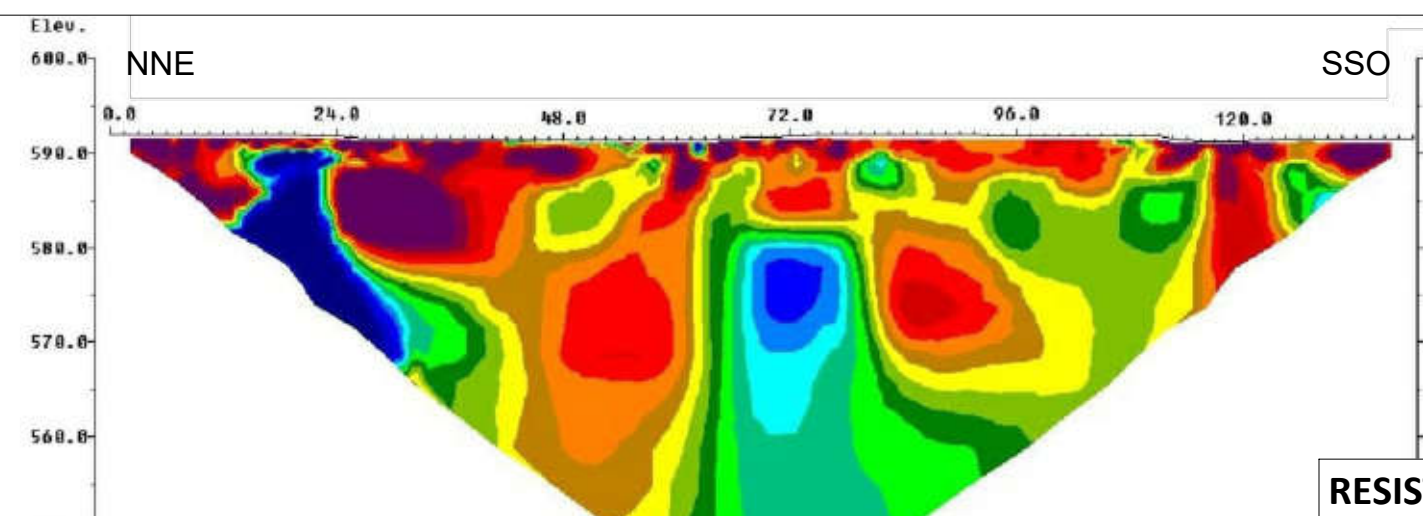
LEGENDA



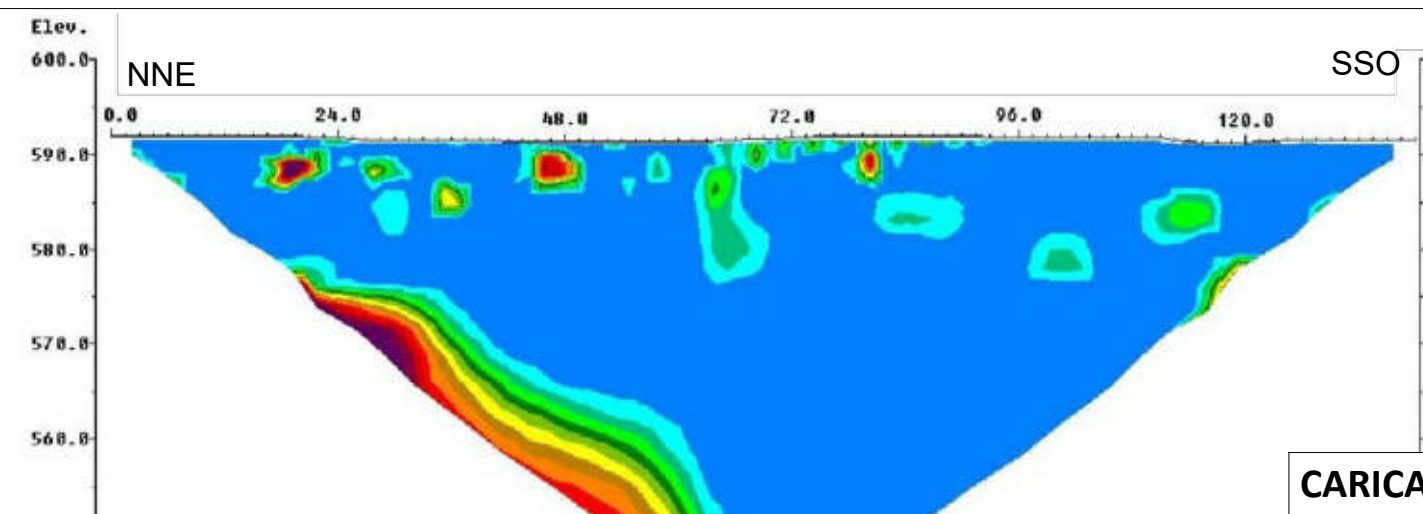
SEZIONI DI RESISTIVITA' E CARICABILITA' ELETTRICA 2D - ERT 8 - Scala 1:800



RESISTIVITA' - Dipolo-dipolo



RESISTIVITA' - Polo-dipolo



CARICABILITA' - Polo-dipolo



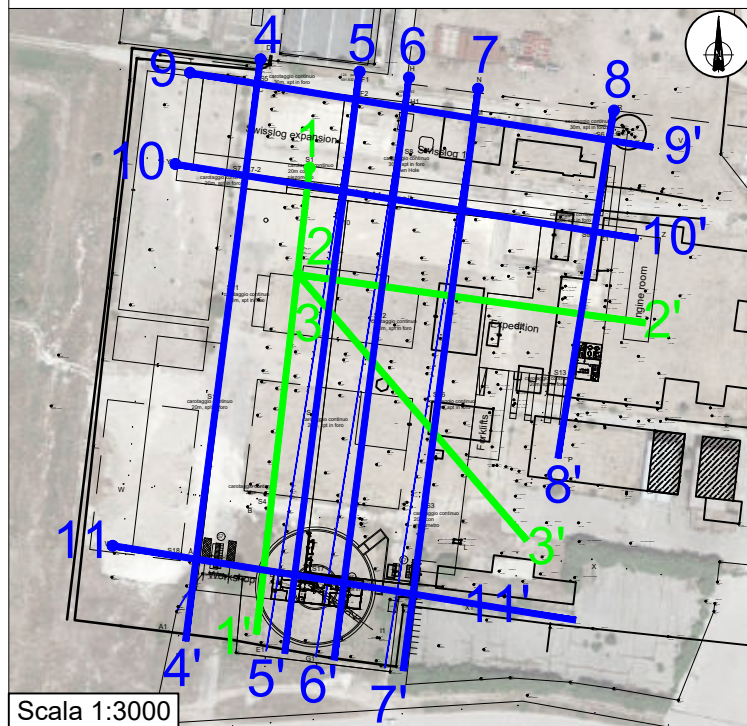
GGM S.R.L.
Viale San Martino, 30
65013 Città Sant'Angelo (PE) - Italy
P.IVA IT01891900688 - Tel./Fax: +39 085 9506423
email: info@ggmsrl.it | www.ggmsrl.it

2				
1				
0	02/2021	M. Delli Rocoli	C. Chilufya	R. Di Pasquale
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)

DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)
ALLEGATO 3
TITOLO (TITLE)
Sezioni di resistività e caricabilità elettrica 2D - ERT 8

TAVOLA
5
SCALA (SCALE)
--

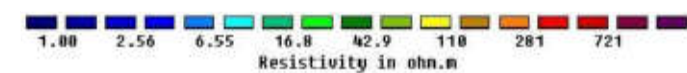
UBICAZIONE INDAGINI



REPORT FOTOGRAFICO

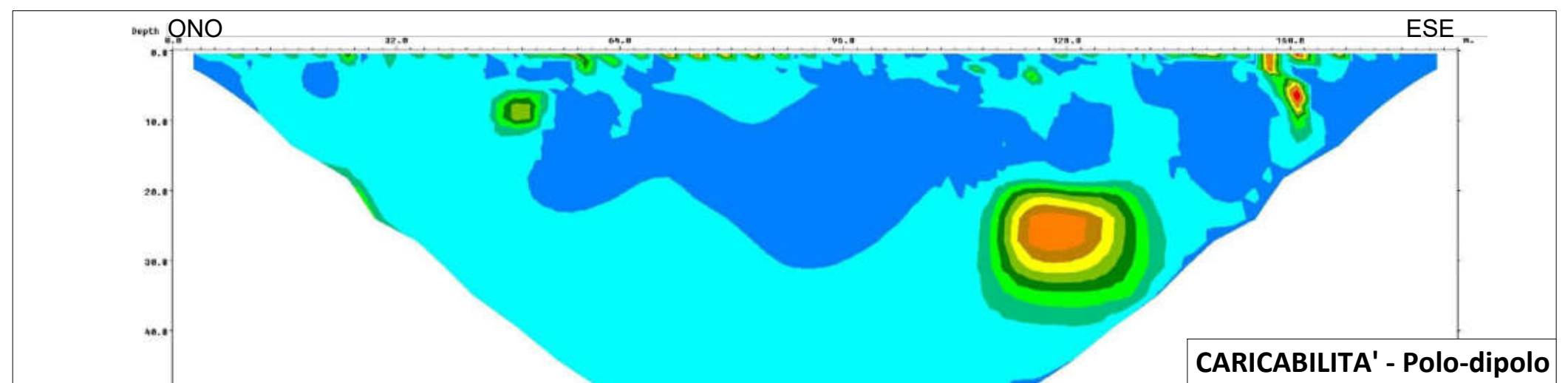
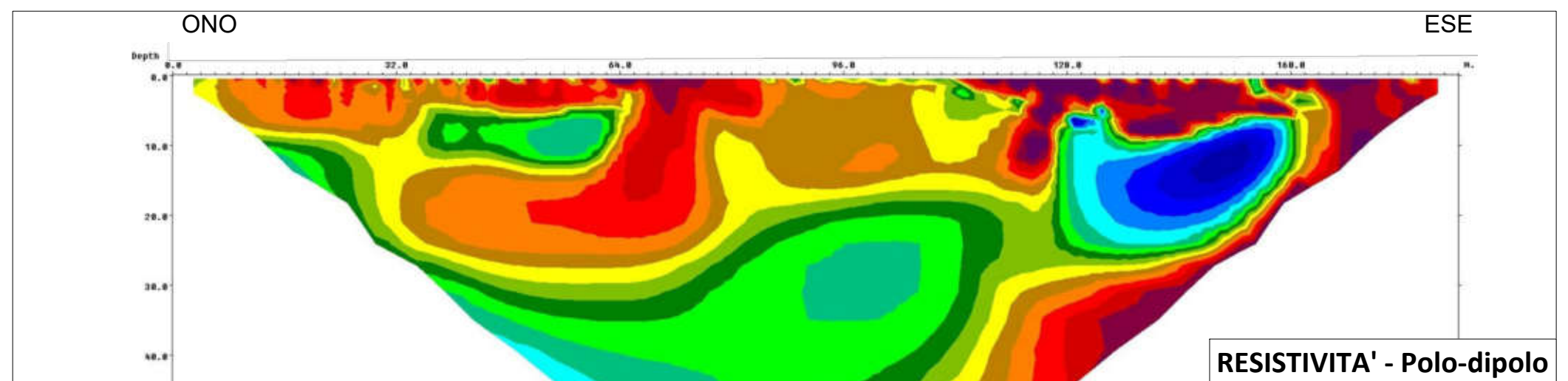
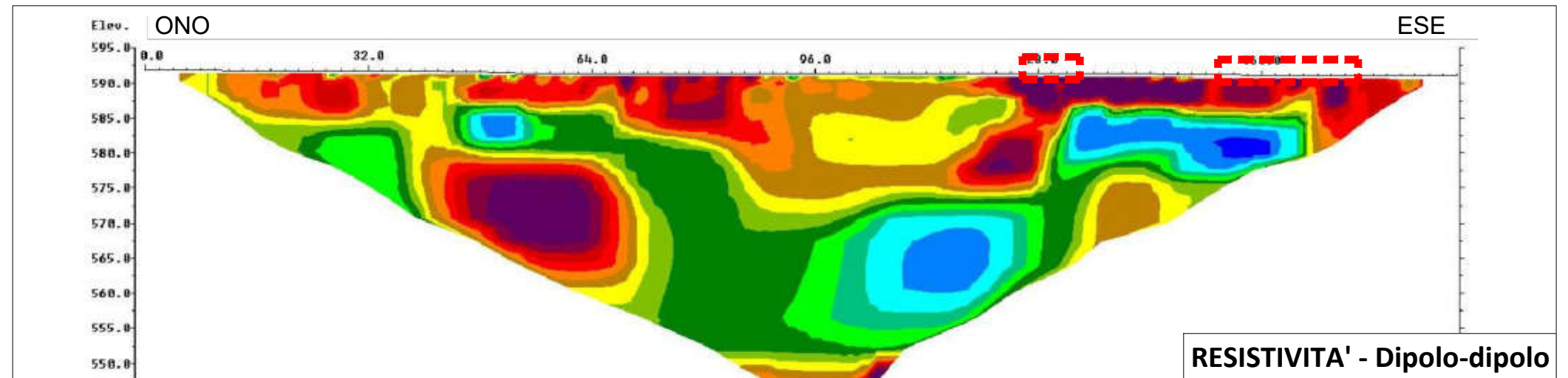
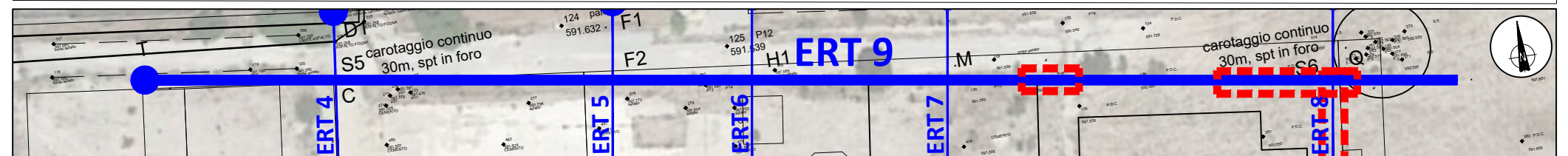


LEGENDA

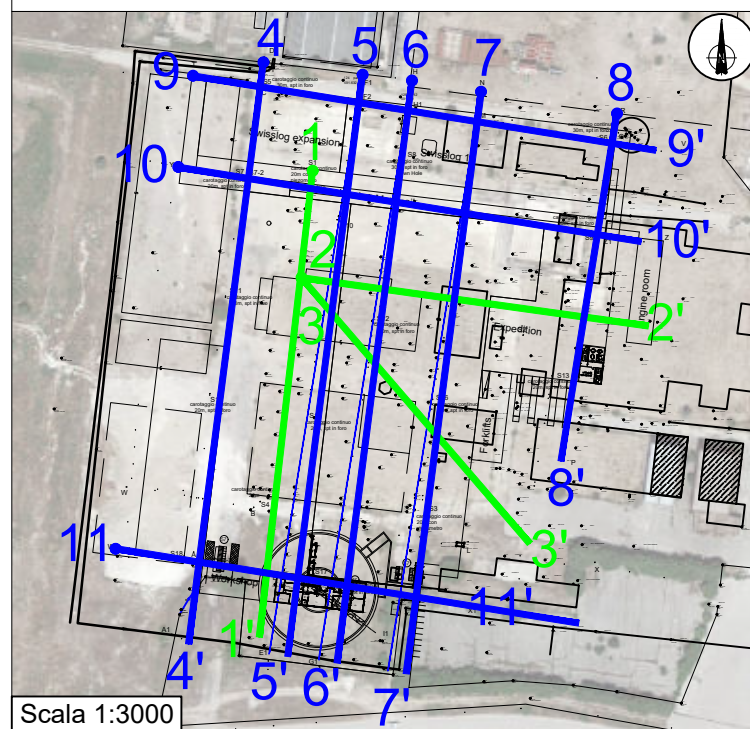


- Fine Indagini di tomografia elettrica 2D - ERT
- Fine Indagini pregresse di tomografia elettrica 2D - ERT
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 1
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 2

SEZIONI DI RESISTIVITA' E CARICABILITA' ELETTRICA 2D - ERT 9 - Scala 1:800



UBICAZIONE INDAGINI



REPORT FOTOGRAFICO

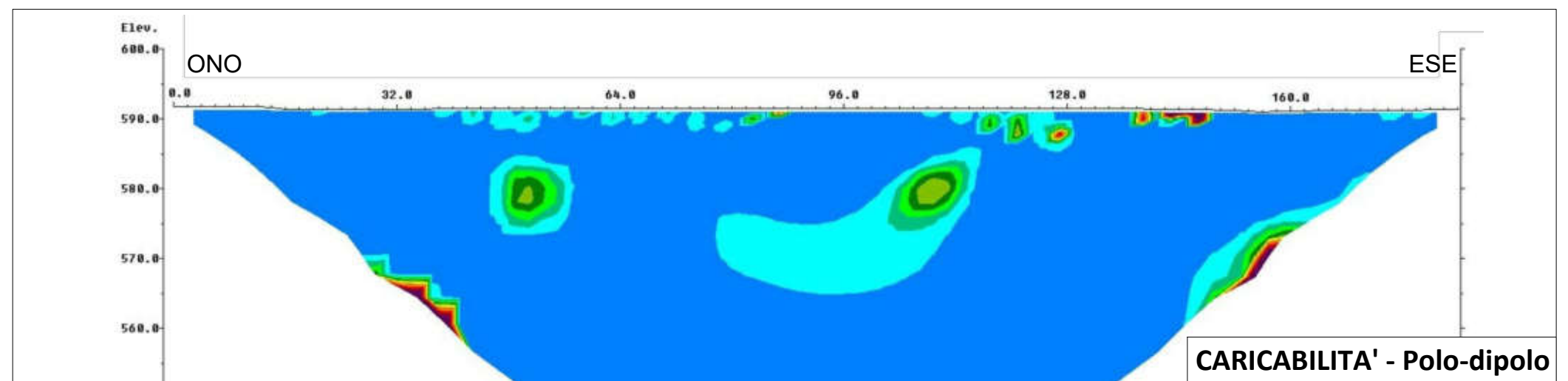
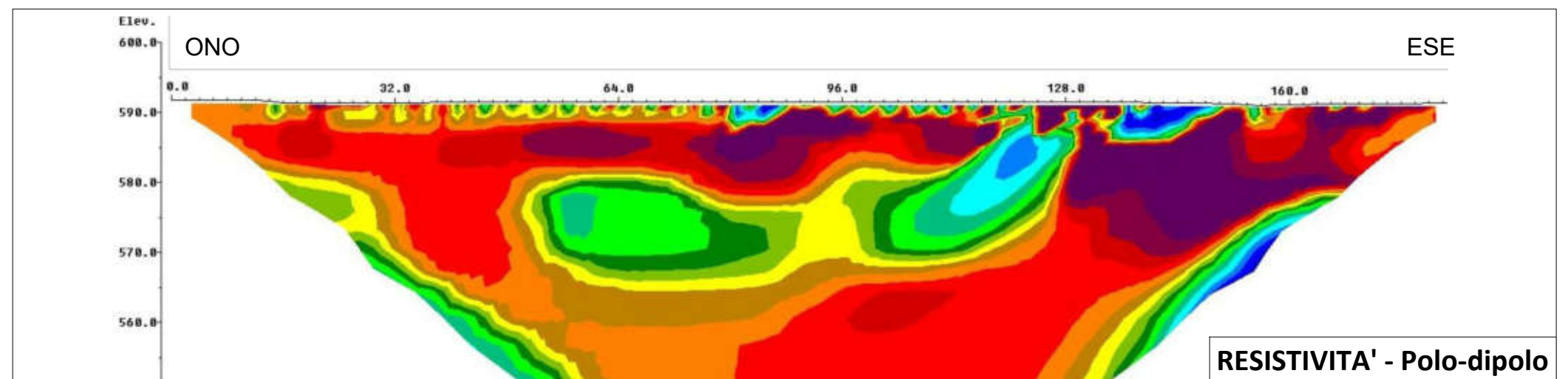
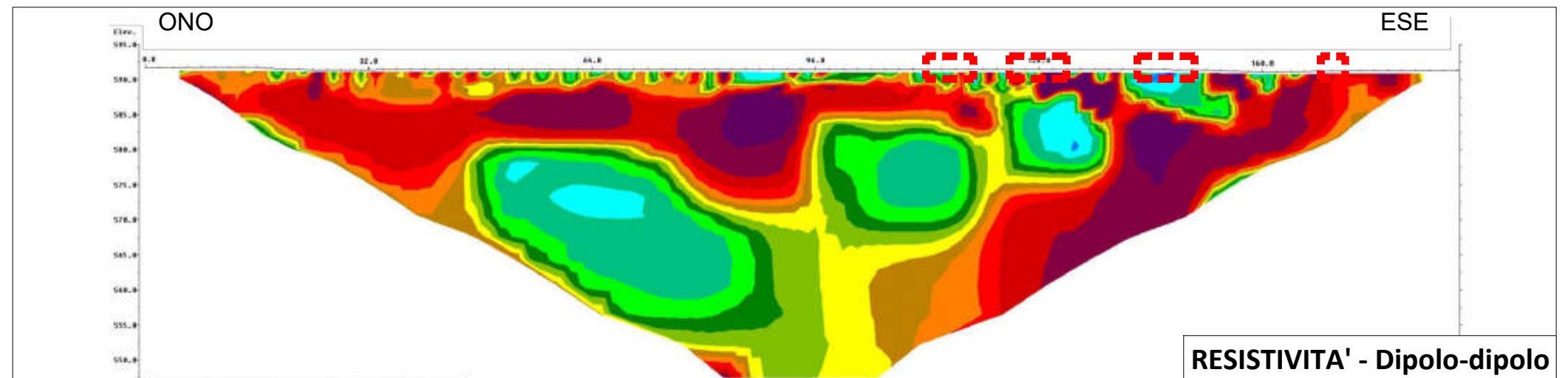
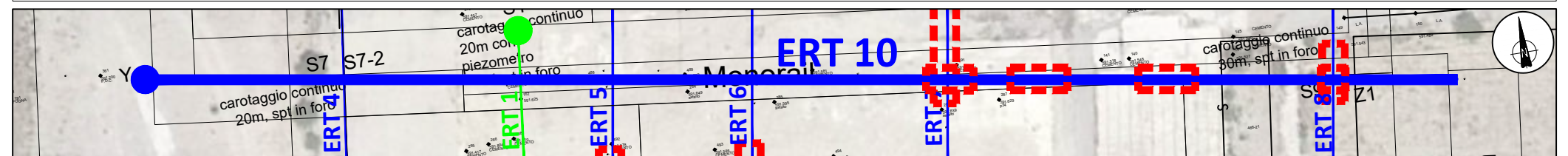


LEGENDA



- Fine Indagini di tomografia elettrica 2D - ERT
- Fine Indagini pregresse di tomografia elettrica 2D - ERT
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 1
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 2

SEZIONI DI RESISTIVITA' E CARICABILITA' ELETTRICA 2D - ERT 10 - Scala 1:800



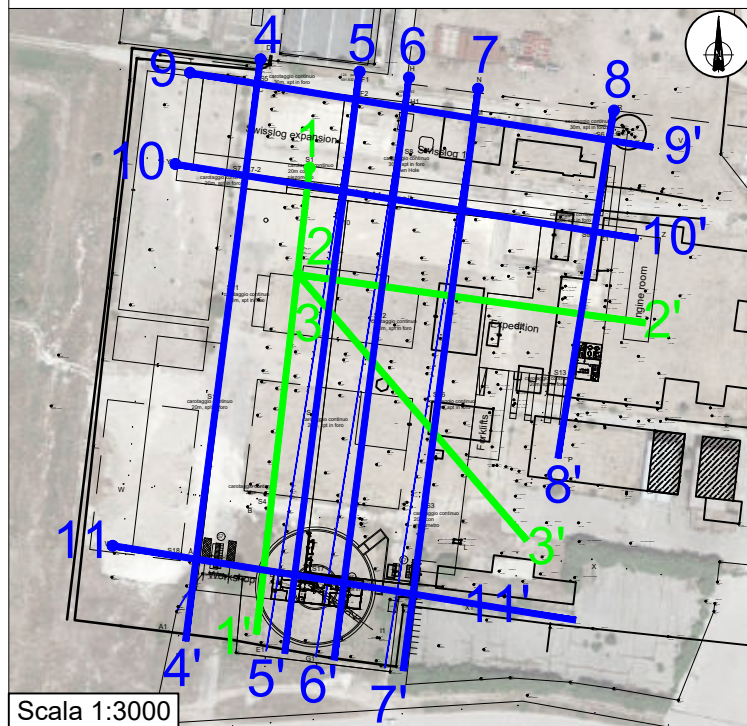
GGM S.R.L.
Viale San Martino, 30
65013 Città Sant'Angelo (PE) - Italy
P.IVA IT01891900688 - Tel./Fax: +39 085 9506423
email: info@ggmsrl.it | www.ggmsrl.it

2				
1				
0	02/2021	M. Delli Rocoli	C. Chilufya	R. Di Pasquale
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHK'D)	APPROVATO (APPR'D)

DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)
ALLEGATO 3
TITOLO (TITLE)
Sezioni di resistività e caricabilità elettrica 2D - ERT 10

TAVOLA
7
SCALA (SCALE)
--

UBICAZIONE INDAGINI



REPORT FOTOGRAFICO

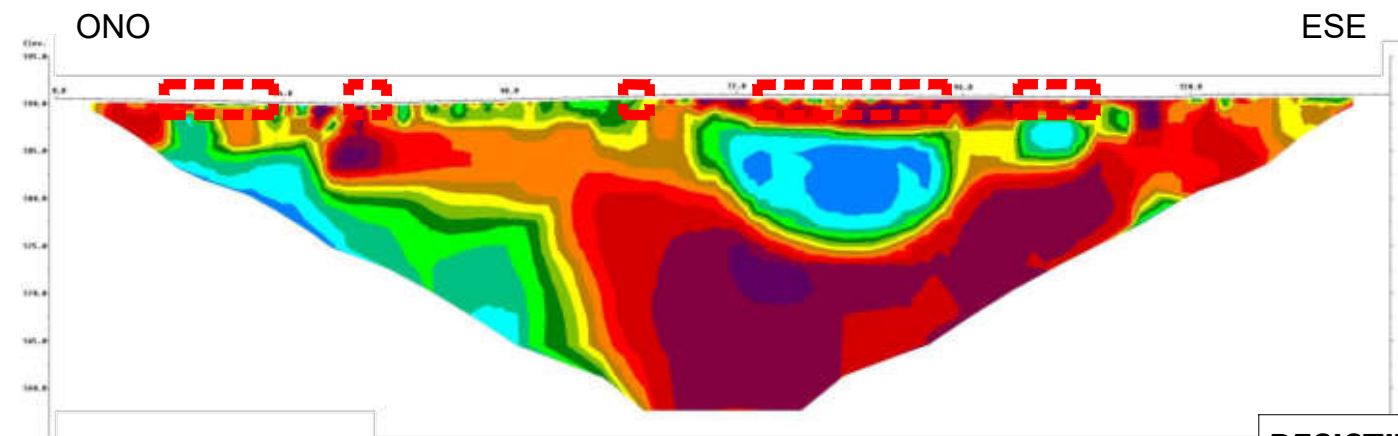


LEGENDA

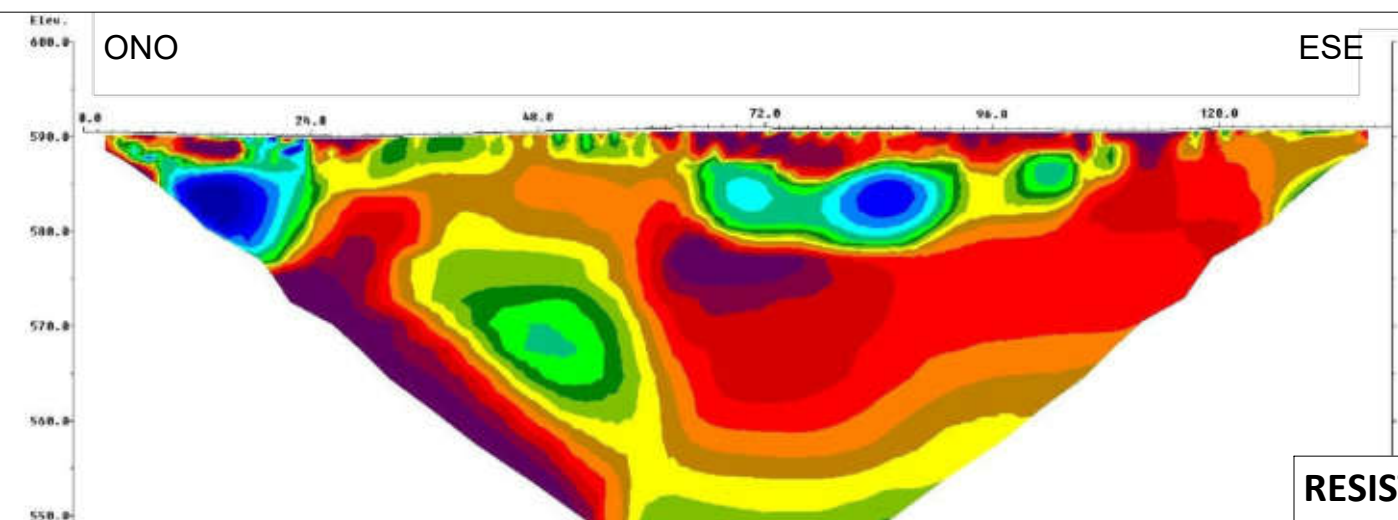


- Fine Indagini di tomografia elettrica 2D - ERT
- Fine Indagini pregresse di tomografia elettrica 2D - ERT
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 1
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 2

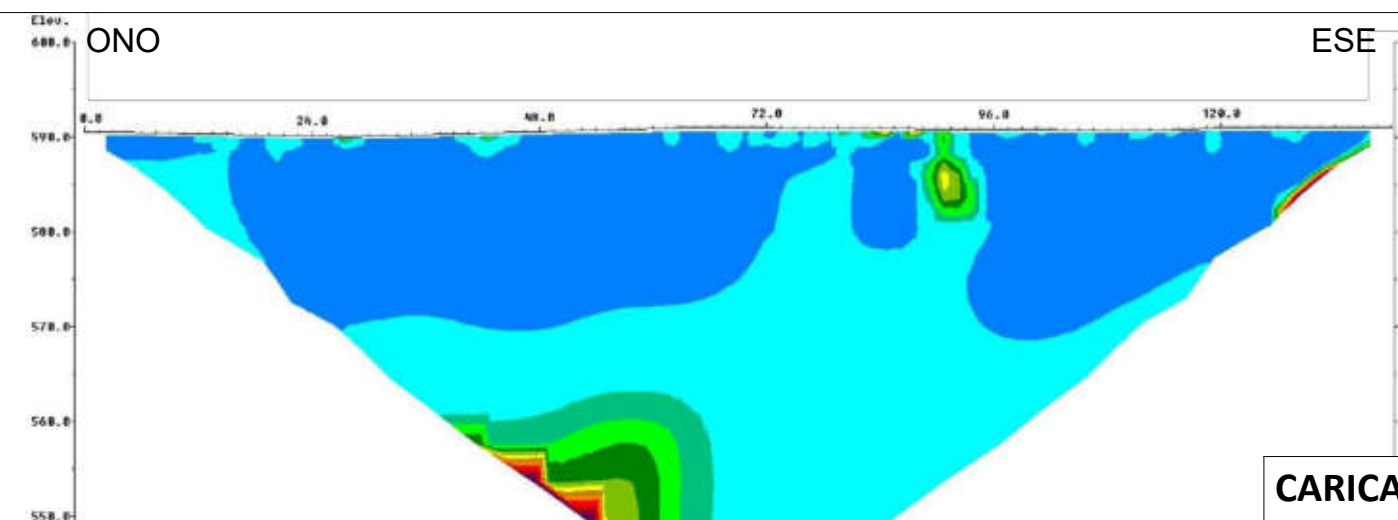
SEZIONI DI RESISTIVITA' E CARICABILITA' ELETTRICA 2D - ERT 11 - Scala 1:800



RESISTIVITA' - Dipolo-dipolo



RESISTIVITA' - Polo-dipolo



CARICABILITA' - Polo-dipolo



GGM S.R.L.
Viale San Martino, 30
65013 Città Sant'Angelo (PE) - Italy
P.IVA IT01891900688 - Tel./Fax: +39 085 9506423
email: info@ggmsrl.it | www.ggmsrl.it

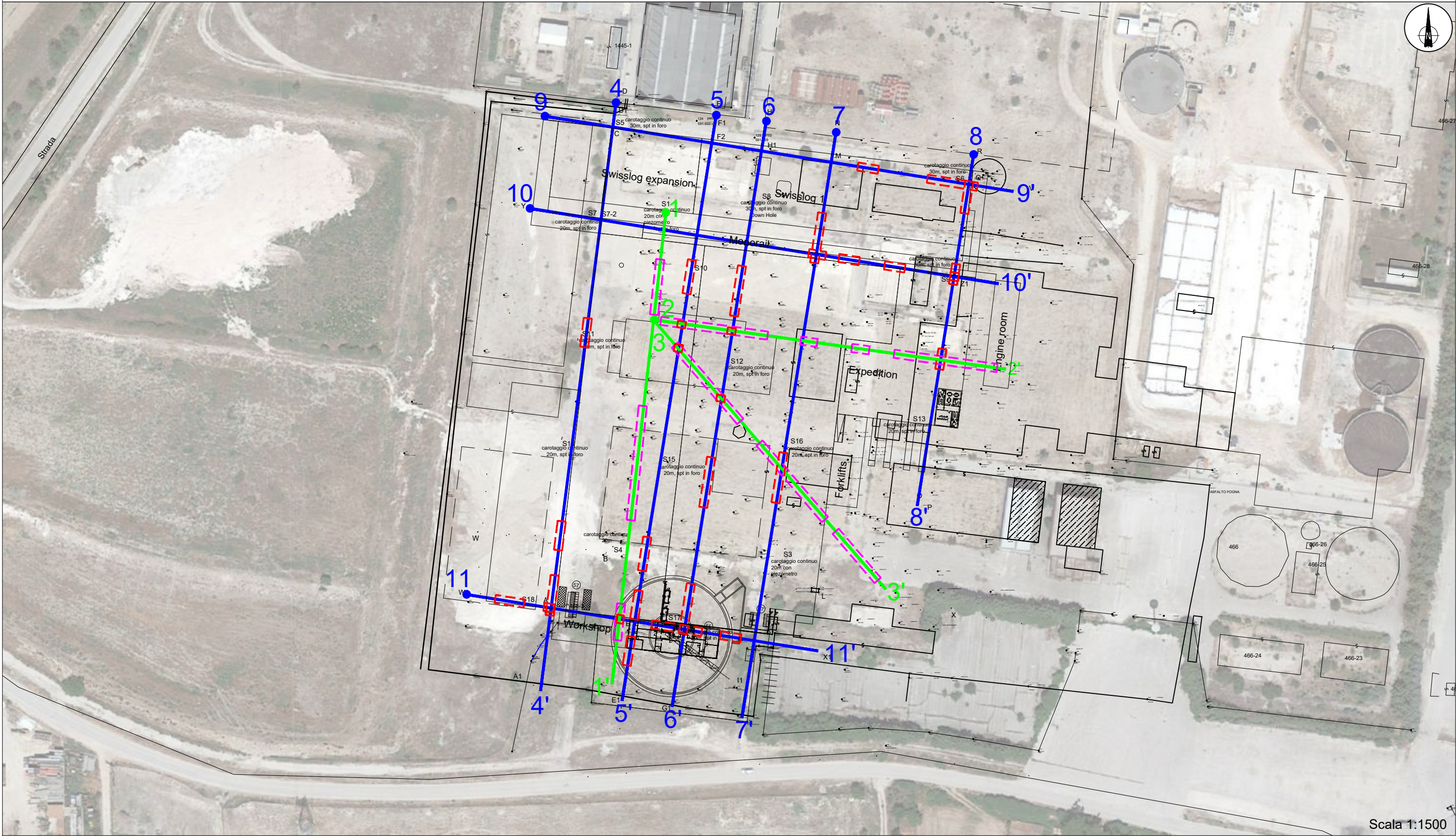
2				
1				
0	02/2021	M. Delli Rocoli	C. Chilufya	R. Di Pasquale
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHK'D)	APPROVATO (APPR'D)

DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)
ALLEGATO 3
TITOLO (TITLE)
Sezioni di resistività e caricabilità elettrica 2D - ERT 11

TAVOLA
8
SCALA (SCALE)
--

ALLEGATO 4

ANOMALIE GEOELETTRICHE



LEGENDA

- Fine

Inizio

Indagini di tomografia elettrica 2D - ERT
- Fine

Inizio
- Indagini pregresse di tomografia elettrica 2D - ERT
- Area di anomalia geoelettrica - Fase 1

Area di anomalia geoelettrica - Fase 2

GGM geological & geophysical multiservice	GGM S.R.L. Viale San Martino, 30 65013 Città Sant'Angelo (PE) - Italy P.IVA IT01891900688 - Tel./Fax: +39 085 9506423 email: info@ggmsrl.it www.ggmsrl.it	2				DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)	TAVOLA
	1					ALLEGATO 4	1
	0	02/2021	M. Delli Rocoli	C. Chilufya	R. Di Pasquale	TITOLO (TITLE)	SCALA (SCALE)
	REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHK'D)	APPROVATO (APPR'D)	Anomalie geoelettriche	--

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

DATA: 23/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

SIGLA FORO: 519/2

NOTE EVENTUALI:

PROFONDITA' SPT: - M 12	NUMERO COLPI SPT N1: 15	N2: 14	N3: 20
-------------------------	-------------------------	--------	--------

PROFONDITA' SPT: - M	NUMERO COLPI SPT N1:	N2:	N3:
----------------------	----------------------	-----	-----

PROFONDITA' SPT: - M	NUMERO COLPI SPT N1:	N2:	N3:
----------------------	----------------------	-----	-----

PROFONDITA' SPT: - M	NUMERO COLPI SPT N1:	N2:	N3:
----------------------	----------------------	-----	-----

PROFONDITA' SPT: - M	NUMERO COLPI SPT N1:	N2:	N3:
----------------------	----------------------	-----	-----

PROFONDITA' SPT: - M	NUMERO COLPI SPT N1:	N2:	N3:
----------------------	----------------------	-----	-----

PROFONDITA' SPT: - M	NUMERO COLPI SPT N1:	N2:	N3:
----------------------	----------------------	-----	-----

PROFONDITA' SPT: - M	NUMERO COLPI SPT N1:	N2:	N3:
----------------------	----------------------	-----	-----

PROFONDITA' SPT: - M	NUMERO COLPI SPT N1:	N2:	N3:
----------------------	----------------------	-----	-----

PROFONDITA' SPT: - M	NUMERO COLPI SPT N1:	N2:	N3:
----------------------	----------------------	-----	-----

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO S18/2 DATA: 23/02/2021

COMPILATORE: ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
12,30	0,8	16,90	0,8	21,90	1,1								
12,50	0,5	17,10	2										
12,70	0,6	17,30	1										
12,90	0,3	17,50	0,6										
13,10	0,7	17,70	0,8										
13,30	1	17,90	0,7										
13,50	0,6	18,50	0,6										
13,70	0,8	18,70	0,6										
13,90	1	18,90	1										
14,10	1,3	19,10	0,7										
14,30	0,8	19,30	1										
14,50	1,1	19,50	0,9										
14,70	0,6	19,70	0,9										
14,90	0,7	19,90	1,2										
15,30	1	20,10	1,1										
15,50	0,4	20,30	0,6										
15,70	0,6	20,50	2,2										
15,90	0,5	20,90	0,6										
16,10	0,6	21,10	0,4										
16,30	0,5	21,30	0,4										
16,50	0,6	21,50	0,3										
16,70	2,7	21,70	2,2										

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

DATA: 19/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

SIGLA FORO: S18/2

NOTE EVENTUALI:

PROFONDITA' SPT: - M <u>18</u>	NUMERO COLPI SPT N1: <u>19</u>	N2: <u>19</u>	N3: <u>21</u>
--------------------------------	--------------------------------	---------------	---------------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO

S11/2

DATA

24/02/2020

COMPILATORE:

ANGELO

-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²
12	1	18,70	1,3										
12,20	0,9	18,90	0,9										
12,40	0,9	19,10	0,9										
12,60	0,6	19,30	0,9										
13	1,5												
13,20	1,2												
13,40	0,9												
13,80	0,5												
14	0,7												
14,30	0,6												
14,50	0,2												
14,70	0,6												
14,90	0,6												
16,50	0,6												
16,70	0,4												
16,90	0,4												
17,10	0,5												
17,30	0,7												
17,50	1												
17,70	1												
17,80	0,5												
18,50	0,9												

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO: 5/6/2

DATA: 01/02/2021

02/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
12,20	0,5	17,10	2,7										
12,40	0,7	17,30	2										
13	1,3	17,50	2,2										
13,20	2,1	17,70	1,2										
13,40	2,6	17,90	1,1										
13,60	2	18,10	1,4										
13,80	1,2	18,30	1,5										
14	1,3	18,50	1,1										
14,20	1,8	18,70	0,8										
14,40	0,9	18,90	1										
14,60	3	19,10	1,2										
14,80	2	19,30	2,2										
15,10	0,5	19,50	2										
15,30	0,6	19,70	1,6										
15,50	1,5	19,90	R										
15,70	2												
15,90	1,4												
16,10	2,2												
16,30	1,9												
16,50	3,2												
16,70	2,5												
16,90	1,6												

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

DATA: 01/02/2021

02/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

SIGLA FORO: S16/2

NOTE EVENTUALI:

PROFONDITA' SPT: - M <u>4.50</u>	NUMERO COLPI SPT N1: <u>15</u>	N2: <u>11</u>	N3: <u>7</u>
PROFONDITA' SPT: - M <u>6</u>	NUMERO COLPI SPT N1: <u>17</u>	N2: <u>35</u>	N3: <u>R</u>
PROFONDITA' SPT: - M <u>9</u>	NUMERO COLPI SPT N1: <u>18</u>	N2: <u>36</u>	N3: <u>R</u>
PROFONDITA' SPT: - M <u>12</u>	NUMERO COLPI SPT N1: <u>10</u>	N2: <u>10</u>	N3: <u>11</u>
PROFONDITA' SPT: - M <u>15</u>	NUMERO COLPI SPT N1: <u>15</u>	N2: <u>18</u>	N3: <u>18</u>
PROFONDITA' SPT: - M <u>18</u>	NUMERO COLPI SPT N1: <u>22</u>	N2: <u>35</u>	N3: <u>40</u>
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO: S15/2

DATA: 29/01/2021

COMPILATORE:

ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
3,20	0,5	11	2,2	16,80	3								
3,50	0,5	11,20	1,4	17	3,7								
3,70	0,5	11,40	2,7	17,30	3,5								
4	0,5	11,60	2,4	17,50	2,7								
4,20	2,4	11,80	1,9	17,70	3,8								
4,60	0,8	12,10	0,4	18	3,7								
6	3,3	12,30	1,1	18,30	R								
6,40	0,9	12,50	0,9	18,50	R								
6,60	1,4	12,70	0,6	18,80	R								
6,80	0,8	13	0,8	19,50	R								
7	4	13,10	1,1	21	R								
7,50	1,5	13,30	1	23,50	0,9								
7,70	0,6	13,60	0,8	23,70	0,9								
8	0,6	13,80	2,8	23,90	0,9								
8,20	0,4	14,10	1	24,10	1,1								
8,40	0,8	14,30	1,7	24,30	1								
8,60	1	14,50	1,5	24,50	2								
8,80	1	14,70	1	24,70	1,7								
10	0,8	15	2	24,90	0,6								
10,20	1,6	16,10	1,2										
10,50	1,4	16,20	0,8										
10,70	1,4	16,60	1,2										

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE: COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CIELANO

DATA: 29/01/2021

COMPILATORE: ANGELO

SIGLA FORO S15/2 NOTE EVENTUALI:

PROFONDITA' SPT: - M 4,50 NUMERO COLPI SPT N1: 6 N2: R N3: R

PROFONDITA' SPT: - M 6 NUMERO COLPI SPT N1: 5 N2: 27 N3: R

PROFONDITA' SPT: - M 9 NUMERO COLPI SPT N1: 4 N2: 9 N3: 14

PROFONDITA' SPT: - M 12 NUMERO COLPI SPT N1: 5 N2: 14 N3: 19

PROFONDITA' SPT: - M 15 NUMERO COLPI SPT N1: 13 N2: 20 N3: 32

PROFONDITA' SPT: - M 18,50 NUMERO COLPI SPT N1: 22 N2: 40 N3: R

PROFONDITA' SPT: - M _____ NUMERO COLPI SPT N1: _____ N2: _____ N3: _____

PROFONDITA' SPT: - M _____ NUMERO COLPI SPT N1: _____ N2: _____ N3: _____

PROFONDITA' SPT: - M _____ NUMERO COLPI SPT N1: _____ N2: _____ N3: _____

PROFONDITA' SPT: - M _____ NUMERO COLPI SPT N1: _____ N2: _____ N3: _____

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO: S13/2

DATA: 01/03/2021

COMPILATORE:

ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
11,10	0,8	16,30	0,4										
11,30	0,6	19,50	0,9										
11,50	1,6	19,70	1,8										
11,70	0,9	19,90	1,4										
11,90	0,7												
12,10	1												
12,50	1												
12,90	1,3												
13,10	1,2												
13,30	0,9												
13,50	1,1												
13,70	1												
13,90	0,9												
14,10	1,1												
14,30	0,8												
14,50	0,8												
15,10	0,9												
15,30	0,9												
15,50	1												
15,70	1,2												
15,90	0,8												
16,10	1,2												

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO: S10

DATA: 16/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
7,10	0,5	12,70	0,9										
7,30	0,9	12,90	1										
7,90	1,4	13,10	0,9										
8,10	1,1	13,30	0,9										
8,30	1	13,50	1,3										
8,50	1,2	13,70	0,7										
8,90	1,9	13,90	0,4										
9,10	1,3	15,10	0,7										
9,30	0,7	15,30	0,7										
9,50	1,2	15,50	0,6										
9,70	1,5	15,70	0,6										
9,90	0,8	15,90	0,5										
10,10	1,9	16,10	0,7										
10,30	1,5	16,30	0,7										
11,10	0,5	16,50	1,4										
11,30	0,7	16,70	1										
11,50	0,6	16,90	0,5										
11,70	1,2	17,70	1,2										
11,90	1,2	17,90	0,6										
12,10	1,2												
12,30	1,2												
12,50	0,8												

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO: 59

DATA: 04/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
10,70	1,4	15,70	1,8	27,50	0,7								
10,90	0,6	15,90	1,1	27,70	1,2								
11,10	0,7	22,70	1,5	28,10	1,5								
11,30	1,2	22,90	1,4	28,30	1,5								
11,50	1,4	23,10	2,7	28,50	1,3								
11,70	1,8	23,30	1,6	28,70	1,4								
11,90	2	23,50	1,6	28,90	1,4								
12,10	0,7	24,50	2	29,10	1,2								
12,30	1,1	24,70	0,3	29,30	1								
12,50	1,1	24,90	0,2	29,50	0,8								
12,70	0,6	25,10	1,8	29,70	1,1								
12,90	0,6	25,30	1,6	29,90	1,2								
13,10	0,6	25,50	1										
13,30	0,5	25,70	0,8										
13,50	0,5	25,90	0,7										
13,70	0,5	26,10	1										
13,90	0,6	26,30	0,7										
14,10	0,4	26,50	1,3										
14,30	0,6	26,70	1,3										
14,50	0,9	26,90	0,7										
14,70	0,6	27,10	1										
14,90	0,7	27,30	1										

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

DATA: 03/02/2021
04/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

SIGLA FORO: 59

NOTE EVENTUALI:

PROFONDITA' SPT: - M 4,50

NUMERO COLPI SPT N1: 30

N2: R

N3: R

PROFONDITA' SPT: - M 6

NUMERO COLPI SPT N1: 35

N2: R

N3: R

PROFONDITA' SPT: - M 9

NUMERO COLPI SPT N1: 29

N2: 36

N3: R

PROFONDITA' SPT: - M 12

NUMERO COLPI SPT N1: 6

N2: 9

N3: 10

PROFONDITA' SPT: - M 15

NUMERO COLPI SPT N1: 3

N2: 6

N3: 9

PROFONDITA' SPT: - M 18

NUMERO COLPI SPT N1: 30

N2: 36

N3: R

PROFONDITA' SPT: - M 22,50

NUMERO COLPI SPT N1: 48

N2: 49

N3: R

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO: S8

DATA: 11/02/2021

12/06/2021

COMPILATORE: ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
7,10	1,4	12,90	0,4	23,80	1,5	28,50	0,9						
7,30	1,3	13,10	0,5	24	1,6	28,70	0,9						
7,50	1	13,30	1,8	24,50	1,7	28,90	1						
7,70	0,8	13,50	0,6	24,70	2	29,10	1,5						
8,50	2	13,70	0,7	24,90	1,5	29,30	1,3						
8,70	0,8	13,90	0,8	25,10	1,7	29,50	0,7						
9	1,1	14,10	0,7	25,30	0,8	29,70	0,8						
9,20	0,9	14,30	0,7	25,50	1,4	29,90	1						
9,40	1,3	14,50	0,6	25,70	2,3								
9,60	1	14,70	0,4	25,90	1,5								
9,80	1,4	14,90	0,7	26,10	1,3								
10	1,6	15,10	1,4	26,30	0,7								
10,20	0,9	15,30	0,6	26,50	1,3								
10,40	1,3	16,10	1,1	26,70	1,4								
11,30	0,7	19,90	1,8	26,90	0,7								
11,50	0,9	20,10	1,2	27,10	1,7								
11,70	0,4	22,20	2,1	27,30	2,2								
11,90	0,9	22,70	0,6	27,50	1,6								
12,10	1	22,90	0,5	27,70	2								
12,30	1,1	23,20	1,4	27,90	1,4								
12,50	1,1	23,40	0,7	28,10	1,2								
12,70	1,6	23,60	0,3	28,30	2								

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)			
NOME CANTIERE: COVALPA LOCALITA' STRADA 14 CELANO		DATA: 11/02/2021 12/02/2021	
SIGLA FORO: 58		COMPILATORE: ANGELO	
NOTE EVENTUALI:			
PROFONDITA' SPT: - M 4.50	NUMERO COLPI SPT N1: 30	N2: R	N3: R
PROFONDITA' SPT: - M 6	NUMERO COLPI SPT N1: 15	N2: 38	N3: 45
PROFONDITA' SPT: - M 9	NUMERO COLPI SPT N1: 8	N2: 7	N3: 5
PROFONDITA' SPT: - M 12	NUMERO COLPI SPT N1: 6	N2: 8	N3: 13
PROFONDITA' SPT: - M 15	NUMERO COLPI SPT N1: R	N2: R	N3: R
PROFONDITA' SPT: - M 18	NUMERO COLPI SPT N1: R	N2: R	N3: R
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITÀ STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO: S12

DATA: 03/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
11,20	1,8	15,70	0,9										
11,40	0,8	15,90	0,7										
11,60	2,4	16,10	0,8										
11,80	1,2	16,30	0,8										
12	1,2	16,50	0,9										
12,30	1,1	16,70	0,6										
12,50	0,8	16,90	0,8										
12,70	3,5	17,10	1,9										
12,90	2,2	17,30	2,9										
13,10	1,1	17,50	0,4										
13,30	3,7	17,70	0,4										
13,50	1,5	17,90	0,4										
13,70	1	18,10	0,8										
13,90	0,8	18,30	1,2										
14,10	1,6												
14,30	1,5												
14,50	1,1												
14,70	0,9												
14,90	1,1												
15,10	1												
15,30	1,1												
15,50	1,1												

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

DATA: 02/02/2021

05/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

SIGLA FORO: 812

NOTE EVENTUALI:

PROFONDITA' SPT: - M 4.50

NUMERO COLPI SPT N1: 6

N2: R

N3: R

PROFONDITA' SPT: - M 6

NUMERO COLPI SPT N1: 10

N2: 20

N3: R

PROFONDITA' SPT: - M 9

NUMERO COLPI SPT N1: 2

N2: 7

N3: 10

PROFONDITA' SPT: - M 12

NUMERO COLPI SPT N1: 3

N2: 7

N3: 11

PROFONDITA' SPT: - M 15

NUMERO COLPI SPT N1: 4

N2: 6

N3: 8

PROFONDITA' SPT: - M 18

NUMERO COLPI SPT N1: 25

N2: R

N3: R

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO: 87/2

DATA: 14/02/2021

COMPILATORE: ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
9,50	1,1	14,10	0,4										
9,70	0,3	14,60	0,8										
10,10	1,1	14,80	0,8										
10,30	0,3	15	0,8										
10,50	1,4	15,20	0,5										
10,70	1,8	15,40	0,5										
10,90	2,2	15,60	0,4										
11,10	0,9	15,80	0,9										
11,30	2,1	16	0,8										
11,50	1	16,20	1										
11,70	1,3	16,40	1,6										
11,90	1,1	16,60	1										
12,10	1	16,90	0,5										
12,30	1,4	17,10	0,7										
12,50	0,9	17,30	0,6										
12,70	1,6	17,60	0,9										
12,90	0,6	17,80	1										
13,10	1,4	18,20	3,1										
13,30	0,8												
13,50	0,5												
13,70	1,8												
13,90	0,4												

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE: COVALPA LOCALITA' STRADA 14 CELANO		DATA: 14/02/2021
SIGLA FORO: S7/2		COMPILATORE: ANGELO
NOTE EVENTUALI:		

PROFONDITA' SPT: - M 4,50	NUMERO COLPI SPT N1: 10	N2: 20	N3: R
PROFONDITA' SPT: - M 6	NUMERO COLPI SPT N1: 10	N2: 24	N3: 14
PROFONDITA' SPT: - M 9	NUMERO COLPI SPT N1: 20	N2: R	N3: R
PROFONDITA' SPT: - M 12	NUMERO COLPI SPT N1: FALDA	N2: -	N3: -
PROFONDITA' SPT: - M 15	NUMERO COLPI SPT N1: 7	N2: 8	N3: 15
PROFONDITA' SPT: - M 18	NUMERO COLPI SPT N1: 20	N2: 24	N3: 35
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO 86

DATA: 05/02/2021

08/02/2021

COMPILATORE: ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
10,50	2,2	14,90	1	24,10	0,8	28,50	2,2						
10,70	0,7	15,10	0,6	24,30	0,4	28,70	1,6						
10,90	1,3	15,30	1,1	24,50	1,5	28,90	1,9						
11,10	0,8	15,50	1,1	24,70	2	29,10	1,6						
11,30	1,9	15,70	0,9	24,90	1,8	29,30	1,5						
11,50	1	15,90	0,7	25,10	1,6	29,50	1,3						
11,70	0,8	16,10	1,5	25,30	2,1	29,70	1,2						
11,90	0,9	16,30	0,8	25,50	3,3	29,90	1,5						
12,10	1,6	16,50	1	25,70	2,7								
12,30	2,5	16,70	1	25,90	2								
12,50	1,5	21,70	0,6	26,10	2,2								
12,70	1	21,90	2,7	26,30	1,8								
12,90	0,7	22,10	1,8	26,50	1,3								
13,10	1,2	22,30	2,7	26,70	1,4								
13,30	0,7	22,50	2	26,90	1								
13,50	0,7	22,70	3	27,10	1,1								
13,70	0,8	22,90	2,7	27,30	0,8								
13,90	1	23,10	2,9	27,50	0,5								
14,10	1,5	23,30	2,2	27,70	2,2								
14,30	1	23,50	2,2	27,90	1,5								
14,50	0,9	23,70	2	28,10	2,1								
14,70	1,9	23,90	1,2	28,30	1								

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

DATA 05/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

SIGLA FORO: 26

NOTE EVENTUALI:

PROFONDITA' SPT: - M 4.50

NUMERO COLPI SPT N1: 31

N2: R

N3: R

PROFONDITA' SPT: - M 6.00

NUMERO COLPI SPT N1: 35

N2: 42

N3: 44

PROFONDITA' SPT: - M 9.00

NUMERO COLPI SPT N1: 24

N2: 39

N3: 43

PROFONDITA' SPT: - M 12.00

NUMERO COLPI SPT N1: 7

N2: 11

N3: 15

PROFONDITA' SPT: - M 15.00

NUMERO COLPI SPT N1: 5

N2: 7

N3: 11

PROFONDITA' SPT: - M 18.00

NUMERO COLPI SPT N1: 45

N2: R

N3: R

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

PROFONDITA' SPT: - M

NUMERO COLPI SPT N1:

N2:

N3:

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALDA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO 55/2

DATA: 18/02/2021
19/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
7,10	2,1	12,50	0,4	23	1,2	28,30	1,4						
7,70	1,3	12,70	0,5	23,20	1,1	28,50	2,1						
7,90	1,3	12,90	1	23,40	1,6	28,70	2						
8,10	1,4	13,10	0,8	23,60	2,1	28,90	1,4						
8,30	0,5	13,30	0,7	23,80	1,4	29,10	0,6						
8,50	0,4	13,50	0,8	24	1,6	29,30	1,9						
8,70	2,7	13,70	0,8	24,20	0,8	29,50	0,9						
9,10	1,4	14,10	0,3	24,40	1,3	29,70	1,1						
9,30	0,7	14,30	0,5	24,60	1,1	29,90	0,7						
9,50	0,3	14,50	0,1	24,80	1,2								
9,70	0,5	14,70	1	25	1,2								
10,10	1,2	14,90	1	25,10	0,7								
10,30	0,7	20,40	1,2	25,30	1								
10,50	1	20,60	0,7	25,50	0,5								
10,70	1,3	21,40	1,2	25,70	0,7								
10,90	1,4	21,60	1,1	25,90	0,6								
11,10	0,6	21,80	0,8	26,90	1,8								
11,30	0,6	22	0,4	27,30	0,2								
11,50	0,6	22,20	1,2	27,50	0,9								
11,70	0,6	22,40	1,9	27,70	0,4								
11,90	1	22,60	1,2	27,90	0,5								
12,10	0,5	22,80	1,6	28,10	1,4								

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA STRADA 14
CELANO

DATA: 18/02/2021

19/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

SIGLA FORO: S5/2

NOTE EVENTUALI:

PROFONDITA' SPT: - M 9 NUMERO COLPI SPT N1: 15 N2: 17 N3: 18

PROFONDITA' SPT: - M 12 NUMERO COLPI SPT N1: 3 N2: 5 N3: 3

PROFONDITA' SPT: - M 25,50 NUMERO COLPI SPT N1: 5 N2: 6 N3: 5

PROFONDITA' SPT: - M 28 NUMERO COLPI SPT N1: 15 N2: 19 N3: 25

PROFONDITA' SPT: - M NUMERO COLPI SPT N1: N2: N3:

PROFONDITA' SPT: - M NUMERO COLPI SPT N1: N2: N3:

PROFONDITA' SPT: - M NUMERO COLPI SPT N1: N2: N3:

PROFONDITA' SPT: - M NUMERO COLPI SPT N1: N2: N3:

PROFONDITA' SPT: - M NUMERO COLPI SPT N1: N2: N3:

PROFONDITA' SPT: - M NUMERO COLPI SPT N1: N2: N3:

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)			
NOME CANTIERE: COVALPA LOCALITA STRADA 14 CELANO		DATA: 27/01/2021	
		COMPILATORE: ANGELO	
SIGLA FORO: S14	NOTE EVENTUALI:		
PROFONDITA' SPT: - M 4,50	NUMERO COLPI SPT N1: 7	N2: 5	N3: 4
PROFONDITA' SPT: - M 6	NUMERO COLPI SPT N1: 22	N2: 28	N3: 22
PROFONDITA' SPT: - M 9	NUMERO COLPI SPT N1: 7	N2: 8	N3: 13
PROFONDITA' SPT: - M 12	NUMERO COLPI SPT N1: 8	N2: 4	N3: 4
PROFONDITA' SPT: - M 15	NUMERO COLPI SPT N1: 8	N2: 8	N3: 10
PROFONDITA' SPT: - M 18	NUMERO COLPI SPT N1: 8	N2: 9	N3: 11
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE: **COVALPA LOCALITÀ**
STRADA 14 CĒLANO

SIGLA FORO: **S14** DATA: **27/03/2021**

COMPILATORE: **ANGELO**

-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²	-m	Kg/cm²
9,50	0,5	14,70	1,7	19,90	2,5								
9,70	1	14,90	3,6										
9,90	0,6	15,50	0,4										
10,10	0,9	16	1,5										
10,30	1,1	16,30	1,2										
10,50	1	16,50	0,6										
10,70	1,3	16,70	0,8										
10,90	1,5	16,90	1,3										
11,10	1,5	17,10	0,9										
11,30	1,1	17,30	1,2										
11,50	1,8	17,50	1,3										
11,70	1	17,70	1										
11,90	1,6	17,90	0,6										
12,90	0,4	18,10	0,5										
13,10	0,4	18,30	0,5										
13,30	0,5	18,50	0,5										
13,50	0,4	18,70	2,2										
13,70	1,1	18,90	0,9										
13,90	0,5	19,10	0,9										
14,10	0,4	19,30	1,2										
14,30	0,7	19,50	1,8										
14,50	2	19,70	0,4										

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE: COVALPA LOCALITA'
STRADA 14 CELANO

SIGLA FORO: 31/2 DATA 28/01/2021

COMPILATORE: ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
6,30	0,5	14,10	0,5										
6,50	0,5	14,30	0,5										
8	0,9	14,50	0,5										
8,20	1	14,70	0,7										
8,40	1,1	15,10	0,4										
8,60	1,1	15,30	0,2										
8,80	2,1	16	0,7										
9,70	1,4	16,10	1,3										
9,90	1,4	16,40	0,6										
10,70	0,5	16,70	1										
10,90	1,6	17	1										
11,20	2,6	17,10	0,7										
11,40	1,7	17,40	0,5										
11,60	1,9	17,60	0,6										
11,80	1	17,90	1,2										
12,00	1	18,30	0,5										
12,20	0,4	18,60	0,4										
12,50	0,6	18,90	0,6										
13,10	0,7	19,10	0,5										
13,50	0,5	19,30	1,2										
13,70	0,4	19,60	2,5										
13,90	0,5	20	R										

SPT PUNTA CHIUSA - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE: COVALPA LOCALITA' STRADA 14 CELANO	DATA: 28/01/2021
	COMPILATORE: ANGELO

SIGLA FORO: **S 11/2** NOTE EVENTUALI:

PROFONDITA' SPT: - M 4.50	NUMERO COLPI SPT N1: 31	N2: R	N3: R
----------------------------------	--------------------------------	--------------	--------------

PROFONDITA' SPT: - M 6	NUMERO COLPI SPT N1: R	N2: R	N3: R
-------------------------------	-------------------------------	--------------	--------------

PROFONDITA' SPT: - M 9	NUMERO COLPI SPT N1: 7	N2: 9	N3: 12
-------------------------------	-------------------------------	--------------	---------------

PROFONDITA' SPT: - M 12	NUMERO COLPI SPT N1: 4	N2: 6	N3: 6
--------------------------------	-------------------------------	--------------	--------------

PROFONDITA' SPT: - M 15	NUMERO COLPI SPT N1: 6	N2: 5	N3: 9
--------------------------------	-------------------------------	--------------	--------------

PROFONDITA' SPT: - M 18	NUMERO COLPI SPT N1: 7	N2: 9	N3: 12
--------------------------------	-------------------------------	--------------	---------------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

PROFONDITA' SPT: - M _____	NUMERO COLPI SPT N1: _____	N2: _____	N3: _____
----------------------------	----------------------------	-----------	-----------

CU POCKET - ADF SERVIZI (IN CASO DI SMARRIMENTO CONTATTARE CORTESEMENTE IL 339-1702851)

NOME CANTIERE:

COVALPA LOCALITA' STRADA 14
CELANO

SIGLA FORO

519/2

DATA

23/02/2021
24/02/2021

COMPILATORE:

ANGELO

-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²	-m	Kg/cm ²
9,20	1,4	17,70	0,9										
9,40	1,2	17,90	0,9										
11,60	1,5	18,10	0,8										
11,80	1,5	18,30	0,8										
12	2,2	18,50	0,6										
12,20	2,1	18,70	0,8										
12,50	1	18,90	1,1										
12,70	2,1	19,10	1,5										
12,90	1,4	19,30	1,5										
13,10	1,9	19,50	1,1										
13,30	1,4	19,70	1,1										
13,50	1,6	19,90	1,3										
13,70	2												
14,60	1,2												
14,80	2,3												
15	1												
15,50	1,2												
15,70	1,2												
15,90	0,9												
17,10	1												
17,30	1,4												
17,50	0,8												

Data: 19/03/2021

Certificato:1240321

RIFERIMENTI COMMESSA		INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO		
Il Richiedente:	GECO Srl	Alterazioni Esterne:	<input type="checkbox"/> Tipologia Campionatore SHELBY	Data Prelievo 11/02/2021
Verbale di Accettazione N°:	470221	Ditta che ha effettuato il prelievo		
	Data: 25/02/2021	Non Dichiarato		
Riferimento Ordine N°:	36			
	Data: 25/02/2021			

INTESTAZIONE CERTIFICATO ED IDENTIFICAZIONE CAMPIONE				
Committente:	Covalpa			
Cantiere:	Str 14 Ez SADAM Celano			
Sondaggio:	8	Campione:	1	Profondità da m: 24,00 a m: 24,50

TRACCIABILITA'	
Codice Campione:	GK8
Consegna Campione:	25/03/2021
Apertura:	15/03/2021
Inizio Prove:	15/03/2021
Fine Prove:	19/03/2021

ESCLUSIONI / ANOMALIE / DIFFORMITA' / NOTE
Non Riscrontrate

PROVE ESEGUITE	ID PROVA	PAG.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO
Descrizione Macroscopica e Caratteristiche Fisiche	GK8DeMaCaFi	2	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI,1994 Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85 D3282-83
Contenuto d'Acqua	GK8W	3	ASTM D2166
Granulometria Secca+Umidia	GK8Aeo	4	Raccomandazioni AGI 1997
Taglio Diretto	GK8TD	5-6	Raccomandazioni AGI 1997
	Totale Pag.	6	

Lo Sperimentatore
Dott.Geol. Legnini Manila

Il Direttore
Dott. Geol. Luca Di Matteo

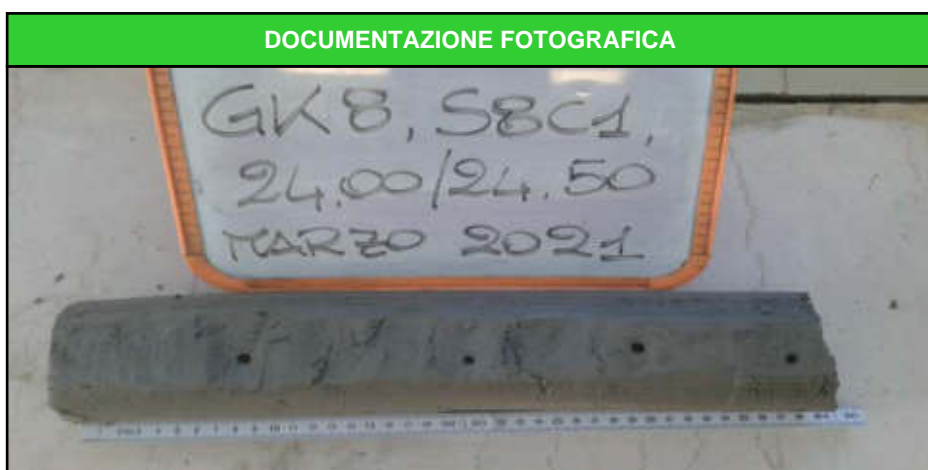


N° Certificato: 1240321	Committente: Covalpa	Consegna: 25/03/2021	Sondaggio: 8
Data: 19/03/2021	Cantiere: Str 14 Ez SADAM Celano	Apertura: 15/03/2021	Campione: 1
		Inizio Prova: 15/03/2021	da mt: 24,00
		Fine Prova: 19/03/2021	a mt: 24,50

DESCRIZIONE CAMPIONE			
Lunghezza: 38 cm.	Diametro: 8,5 cm.	Classe di Qualità:	Non Dichiarata
Descrizione Macroscopica: Limo argilloso sabbioso di colore grigio chiaro (4/1 5Y)			

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE ⁽¹⁾			
Peso Specifico ⁽²⁾ : 2,7 g/cm ³	Limite del ritiro: - %	Contenuto Naturale Acqua: 27,49 %	
Densità Naturale: 1,892 g/cm ³	Limite Liquido: - %	Grado di Saturazione: 90,58 %	
Densità secca: 1,484 g/cm ³	Limite Plastico: - %	Indice di Attività: -	
Densità satura: 1,935 g/cm ³	Porosità: 45,00 %	Indice dei Vuoti: 0,819	

Indice di Plasticità IP:	-
Indice di Consistenza IC:	-
Grado di Plasticità:	-
Stato:	
Class. Granulometrica (M.I.T.)	Limo Sabbioso Argilloso
Class. Granulometrica (USCS):	



cm.	Resistenza Pocket Kg/cm ²	Resist. Vanetest Kg/cm ²	Consistenza	Collocazione Prove Meccaniche
10	1,3-1,4		CONSISTENTE	
20	1,1-1,2		CONSISTENTE	Taglio Diretto
30	2,3-2,4		MOLTO CONSISTENTE	Taglio Diretto
40	1,1-1,2		CONSISTENTE	
50	-			
60	-			

(1) Valori Medi dei dati ottenuti nelle singoli prove.

(2) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm³.

N° Certificato: 1240321	Committente: Covalpa	Consegna: 25/03/2021	Sondaggio: 8
Data: 19/03/2021	Cantiere: Str 14 Ez SADAM Celano	Apertura: 15/03/2021	Campione: 1
		Inizio Prova: 15/03/2021	da mt: 24,00
		Fine Prova: 19/03/2021	a mt: 24,50

CONTENUTO NATURALE D'ACQUA ASTM D2166

Contenuto d'Acqua Medio (%): 27,49

Passo N°	Contenitore N°	Tara (g)	Peso Lordo Umido (g)	Peso Lordo Secco (g)	Contenuto Acqua (%)
1	8	36,33	63,89	57,9	27,77
2	12	22,73	55,56	48,54	27,2

ID Prova: W

N° Certificato: 1240321	Committente: Covalpa	Consegna: 25/03/2021	Sondaggio: 8
Data: 19/03/2021	Cantiere: Str 14 Ez SADAM Celano	Apertura: 15/03/2021	Campione: 1
		Inizio Prova: 15/03/2021	da mt: 24,00
		Fine Prova: 19/03/2021	a mt: 24,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Raccomandazioni AGI 1997

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

Ciottoli %	0	Ghiaia %	0,2	Sabbia %	19,1	Limo %	67,9	Argilla %	12,8
D10 (mm)	0,0009	D30 (mm)	0,0128	D50 (mm)	0,0268	D60 (mm)	0,0397	Coeff. di Uniformità	44,1111
Passante Setaccio 200 (%)	90,600	Peso Netto Totale (g)	309,67	Diametro Max (mm)	2				

CLASSIFICAZIONE

USCS: -

AGI / ASTM: Limo Sabbioso Argilloso

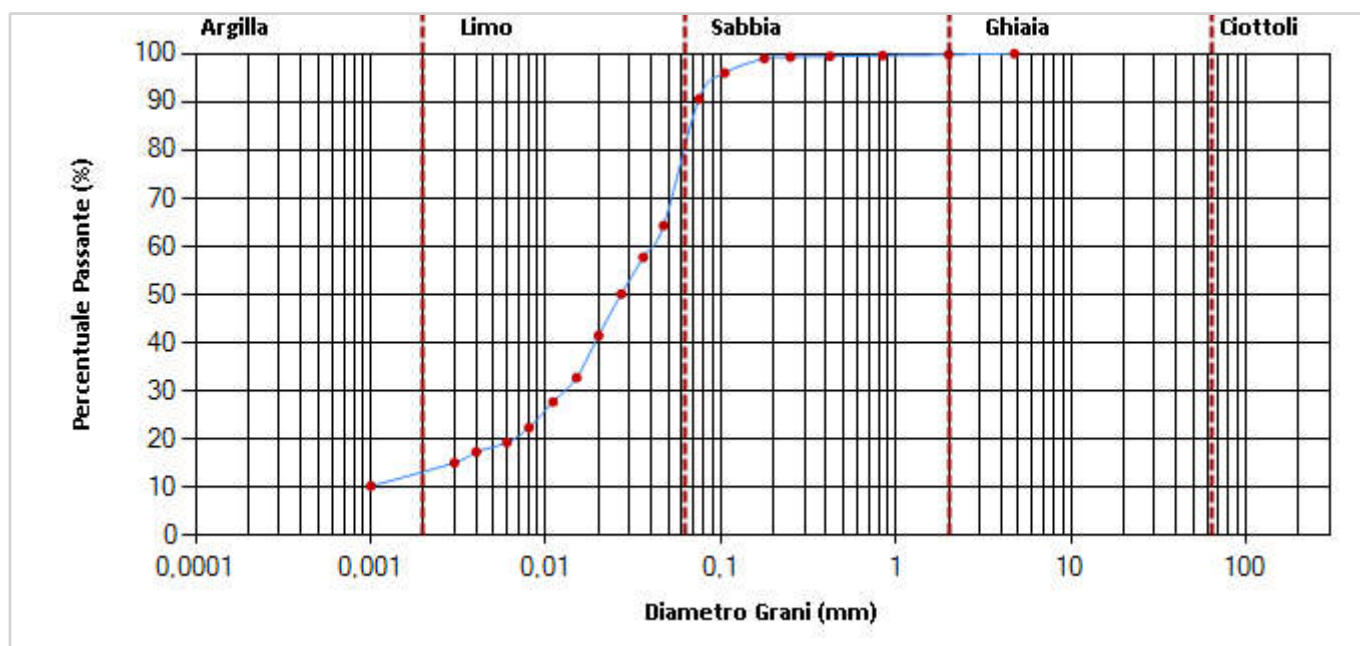
VAGLIATURA

Setac. ASTM	Diam. (mm)	Peso (g)	Parz. P/S (%)	Passante (%)	Setac. ASTM	Diam. (mm)	Peso (g)	Parz. P/S (%)	Passante (%)
4"	101,5				20	0,84	0,67	0,22	99,62
2"	50,5				35	0,5			
1"	25,4				40	0,42	0,59	0,19	99,43
1/2"	12,7				60	0,25	0,37	0,12	99,31
3/8"	9,5				80	0,177	0,99	0,32	98,99
4	4,76				140	0,105	9,33	3,01	95,98
10	2	0,51	0,16	99,84	200	0,075	16,66	5,38	90,6
18	1				230	0,063			

SEDIMENTAZIONE

Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
0,047	64,33	0,008	22,45
0,036	57,78	0,006	19,37
0,027	50,19	0,004	17,42
0,02	41,55	0,003	15,16
0,015	32,82	0,001	10,34
0,011	27,79		

CURVA GRANULOMETRICA



N° Certificato: 1240321	Committente: Covalpa	Consegna: 25/03/2021	Sondaggio: 8
Data: 19/03/2021	Cantiere: Str 14 Ez SADAM Celano	Apertura: 15/03/2021	Campione: 1
		Inizio Prova: 15/03/2021	da mt: 24,00
		Fine Prova: 19/03/2021	a mt: 24,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Raccomandazioni AGI 1997

CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE ED ALLA FASE DI ROTTURA

Prov.	Altezza	Sezione	Cont. Acq.	Densità Nat.	CONSOLIDAZIONE 24H		Velocità Def.	CARATTERISTICHE A ROTTURA			
N.	H (cm)	A (cm²)	W (%)	Yn (g/cm³)	σ_v (Kpa)	δh (mm)	(micron/min)	σ_v (Kpa)	ϵ (mm)	τ (Kpa)	δT (h)
1	2,00	36,51	0,00	1,928	100,00	0,65	4,00	100,00	3,75	60,22	15,63
2	2,00	36,45	0,00	1,873	200,00	0,60	4,00	200,00	2,78	123,00	11,58
3	2,00	36,45	0,00	1,875	300,00	1,19	4,00	300,00	4,59	172,15	19,13

DIAGRAMMA SFORZO DI TAGLIO - SCORRIMENTO ORIZZONTALE

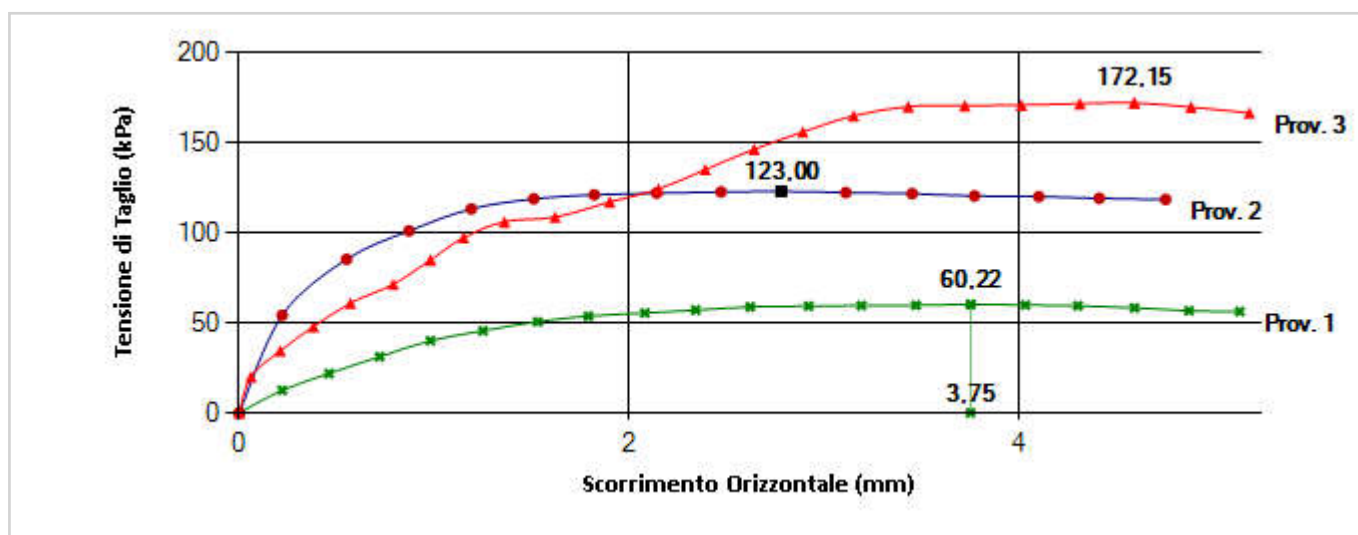


DIAGRAMMA SFORZO DI TAGLIO - CARICO VERTICALE



I valori di prova indicati derivano dall'applicazione di calcoli matematici eseguiti automaticamente dal software di elaborazione delle misure sperimentali

N° Certificato: 1240321	Committente: Covalpa	Consegna: 25/03/2021	Sondaggio: 8
Data: 19/03/2021	Cantiere: Str 14 Ez SADAM Celano	Apertura: 15/03/2021	Campione: 1
		Inizio Prova: 15/03/2021	da mt: 24,00
		Fine Prova: 19/03/2021	a mt: 24,50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Raccomandazioni AGI 1997

DATI SPERIMENTALI

PROVINO 1

Tempo	Deformaz. Verticale	Deformaz. Orizzont.	Sforzo di Taglio
δT (h)	δh (mm)	ϵ (mm)	τ (Kpa)
0,00	0,65	0	0,000
1,00	-	0,22	12,528
2,00	-	0,46	21,827
3,00	-	0,72	31,183
4,00	-	0,98	40,068
5,00	-	1,25	45,577
6,00	-	1,53	50,611
7,00	-	1,79	53,662
8,00	-	2,08	55,437
9,00	-	2,34	57,067
10,00	-	2,62	58,844
11,00	-	2,92	59,258
12,00	-	3,19	59,578
13,00	-	3,47	59,737
14,00	-	3,75	60,219
15,00	-	4,03	59,899
16,00	-	4,3	59,417
17,00	-	4,59	58,296
18,00	-	4,87	56,697
19,00	-	5,13	56,237

PROVINO 2

Tempo	Deformaz. Verticale	Deformaz. Orizzont.	Sforzo di Taglio
δT (h)	δh (mm)	ϵ (mm)	τ (Kpa)
1,00	-	0,22	54,203
2,00	-	0,55	85,262
3,00	-	0,87	101,062
4,00	-	1,19	113,262
5,00	-	1,51	118,837
6,00	-	1,82	121,075
7,00	-	2,14	122,036
8,00	-	2,47	122,678
9,00	-	2,78	122,996
10,00	-	3,11	122,357
11,00	-	3,45	121,717
12,00	-	3,77	120,436
13,00	-	4,1	120,115
14,00	-	4,41	119,155
15,00	-	4,75	118,516
0,00	0,60	0	0,000

PROVINO 3

Tempo	Deformaz. Verticale	Deformaz. Orizzont.	Sforzo di Taglio
δT (h)	δh (mm)	ϵ (mm)	τ (Kpa)
0,00	1,19	0	0,000
1,00	-	0,06	20,085
2,00	-	0,21	34,455
3,00	-	0,38	47,748
4,00	-	0,57	60,963
5,00	-	0,79	71,427
6,00	-	0,98	84,826
7,00	-	1,15	97,298
8,00	-	1,36	106,129
9,00	-	1,62	108,713
10,00	-	1,9	117,119
11,00	-	2,15	124,280
12,00	-	2,39	135,114
13,00	-	2,64	146,425
14,00	-	2,89	156,044
15,00	-	3,15	164,949
16,00	-	3,43	170,151
17,00	-	3,72	170,551
18,00	-	4,01	170,952
19,00	-	4,31	171,753
20,00	-	4,59	172,154
21,00	-	4,88	169,750
22,00	-	5,18	166,551

Data: 19/03/2021

Certificato:1250321

RIFERIMENTI COMMESSA		INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO		
Il Richiedente:	GECO Srl	Alterazioni Esterne:	<input type="checkbox"/>	Tipologia Campionatore SHELBY
Verbale di Accettazione N°:	470221	Data:	25/02/2021	Data Prelievo 11/02/2021
Riferimento Ordine N°:	36	Data:	25/02/2021	Ditta che ha effettuato il prelievo Non Dichiarato

INTESTAZIONE CERTIFICATO ED IDENTIFICAZIONE CAMPIONE				
Committente:	Covalpa			
Cantiere:	Str 14 Ez SADAM Celano			
Sondaggio:	10	Campione:	1	Profondità da m: 10,50 a m: 11,00

TRACCIABILITA'	
Codice Campione:	GK10
Consegna Campione:	25/03/2021
Apertura:	15/03/2021
Inizio Prove:	15/03/2021
Fine Prove:	19/03/2021

ESCLUSIONI / ANOMALIE / DIFFORMITA' / NOTE
Non Riscrontrate

PROVE ESEGUITE	ID PROVA	PAG.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO
Descrizione Macroscopica e Caratteristiche Fisiche	GK10DeMaCaFi	2	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI,1994 Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85 D3282-83
Contenuto d'Acqua	GK10W	3	ASTM D2166
Granulometria Secca+Umidia	GK10Aeo	4	Raccomandazioni AGI 1997
Taglio Diretto	GK10TD	5-6	Raccomandazioni AGI 1997
	Totale Pag.	6	

Lo Sperimentatore
Dott.Geol. Legnini Manila

Il Direttore
Dott. Geol. Luca Di Matteo



N° Certificato: 1250321	Committente: Covalpa	Consegna: 25/03/2021	Sondaggio: 10
Data: 19/03/2021	Cantiere: Str 14 Ez SADAM Celano	Apertura: 15/03/2021	Campione: 1
		Inizio Prova: 15/03/2021	da mt: 10,50
		Fine Prova: 19/03/2021	a mt: 11,00

DESCRIZIONE CAMPIONE			
Lunghezza:	49 cm.	Diametro:	8,5 cm.
		Classe di Qualità:	Non Dichiarata
Descrizione Macroscopica: Limo argilloso sabbioso di colore grigio chiaro (4/5GY G1) con alcuni piccoli clasti di forma irregolare e frammenti di gusci di bivalvi e gasteropodi.			

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE ⁽¹⁾			
Peso Specifico ⁽²⁾ :	2,7 g/cm ³	Limite del ritiro:	- %
Densità Naturale:	1,840 g/cm ³	Limite Liquido:	- %
Densità secca:	1,419 g/cm ³	Limite Plastico:	- %
Densità satura:	1,893 g/cm ³	Porosità:	47,50 %
		Contenuto Naturale Acqua:	29,70 %
		Grado di Saturazione:	88,83 %
		Indice di Attività:	-
		Indice dei Vuoti:	0,903

Indice di Plasticità IP:	-
Indice di Consistenza IC:	-
Grado di Plasticità:	-
Stato:	
Class. Granulometrica (M.I.T.)	Limo con Sabbia Argillosa
Class. Granulometrica (USCS):	



cm.	Resistenza Pocket Kg/cm ²	Resist. Vanetest Kg/cm ²	Consistenza	Collocazione Prove Meccaniche
10	1,1-1,4		CONSISTENTE	
20	1,3-1,5		CONSISTENTE	
30	2,4-2,6		MOLTO CONSISTENTE	Taglio Diretto
40	1,4-1,6		CONSISTENTE	Taglio Diretto
50	2-2,2		MOLTO CONSISTENTE	

(1) Valori Medi dei dati ottenuti nelle singole prove.

(2) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm³.

N° Certificato: 1250321	Committente: Covalpa	Consegna: 25/03/2021	Sondaggio: 10
Data: 19/03/2021	Cantiere: Str 14 Ez SADAM Celano	Apertura: 15/03/2021	Campione: 1
		Inizio Prova: 15/03/2021	da mt: 10,50
		Fine Prova: 19/03/2021	a mt: 11,00

CONTENUTO NATURALE D'ACQUA ASTM D2166

Contenuto d'Acqua Medio (%): 29,70

Passo N°	Contenitore N°	Tara (g)	Peso Lordo Umido (g)	Peso Lordo Secco (g)	Contenuto Acqua (%)
1	17	22,42	45,43	40,23	29,2
2	39	23,6	53,56	46,61	30,2

ID Prova: W

N° Certificato: 1250321	Committente: Covalpa	Consegna: 25/03/2021	Sondaggio: 10
Data: 19/03/2021	Cantiere: Str 14 Ez SADAM Celano	Apertura: 15/03/2021	Campione: 1
		Inizio Prova: 15/03/2021	da mt: 10,50
		Fine Prova: 19/03/2021	a mt: 11,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Raccomandazioni AGI 1997

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

Ciottoli %	0	Ghiaia %	0,1	Sabbia %	25,6	Limo %	61,9	Argilla %	12,5	
D10 (mm)	0,0011	D30 (mm)	0,0127	D50 (mm)	0,0332	D60 (mm)	0,0504	Coeff. di Uniformità	45,8182	
Passante Setaccio 200 (%)	86,660	Peso Netto Totale (g)	290,53	Diametro Max (mm)	2					

CLASSIFICAZIONE

USCS: -

AGI / ASTM: Limo con Sabbia Argillosa

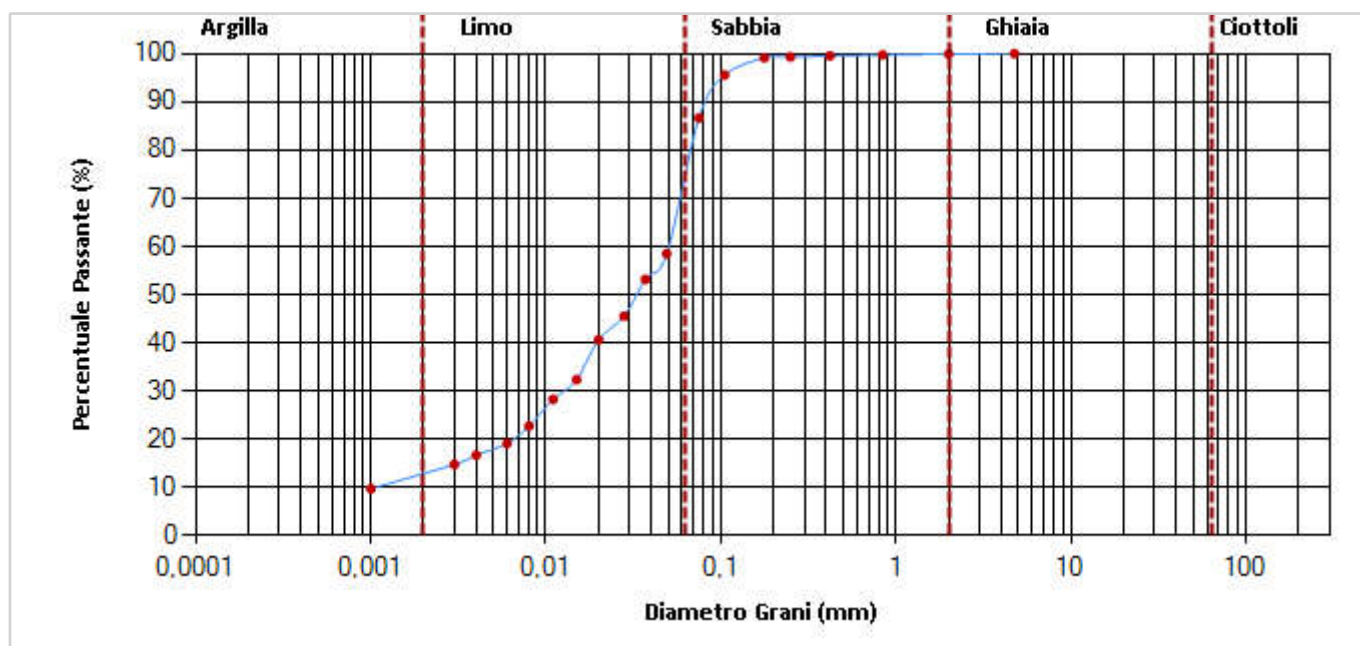
VAGLIATURA

Setac. ASTM	Diam. (mm)	Peso (g)	Parz. P/S (%)	Passante (%)	Setac. ASTM	Diam. (mm)	Peso (g)	Parz. P/S (%)	Passante (%)
4"	101,5				20	0,84	0,57	0,2	99,74
2"	50,5				35	0,5			
1"	25,4				40	0,42	0,55	0,19	99,55
1/2"	12,7				60	0,25	0,6	0,21	99,34
3/8"	9,5				80	0,177	0,58	0,2	99,14
4	4,76				140	0,105	10,41	3,58	95,56
10	2	0,16	0,06	99,94	200	0,075	25,87	8,9	86,66
18	1				230	0,063			

SEDIMENTAZIONE

Diametro Passante (mm)	Passante (%)	Diametro Passante (mm)	Passante (%)
0,049	58,52	0,008	22,77
0,037	53,21	0,006	19,17
0,028	45,57	0,004	16,74
0,02	40,65	0,003	14,83
0,015	32,4	0,001	9,78
0,011	28,29		

CURVA GRANULOMETRICA



N° Certificato: 1250321	Committente: Covalpa	Consegna: 25/03/2021	Sondaggio: 10
Data: 19/03/2021	Cantiere: Str 14 Ez SADAM Celano	Apertura: 15/03/2021	Campione: 1
		Inizio Prova: 15/03/2021	da mt: 10,50
		Fine Prova: 19/03/2021	a mt: 11,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Raccomandazioni AGI 1997

CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE ED ALLA FASE DI ROTTURA

Prov.	Altezza	Sezione	Cont. Acq.	Densità Nat.	CONSOLIDAZIONE 24H		Velocità Def.	CARATTERISTICHE A ROTTURA			
N.	H (cm)	A (cm²)	W (%)	Yn (g/cm³)	σ_v (Kpa)	δh (mm)	(micron/min)	σ_v (Kpa)	ϵ (mm)	τ (Kpa)	δT (h)
1	2,00	36,51	0,00	1,836	100,00	0,28	4,00	100,00	2,85	55,43	11,86
2	2,00	36,51	0,00	1,846	200,00	0,43	4,00	200,00	2,94	104,98	12,26
3	2,00	36,51	0,00	1,837	300,00	0,83	4,00	300,00	3,52	157,75	14,67

DIAGRAMMA SFORZO DI TAGLIO - SCORRIMENTO ORIZZONTALE

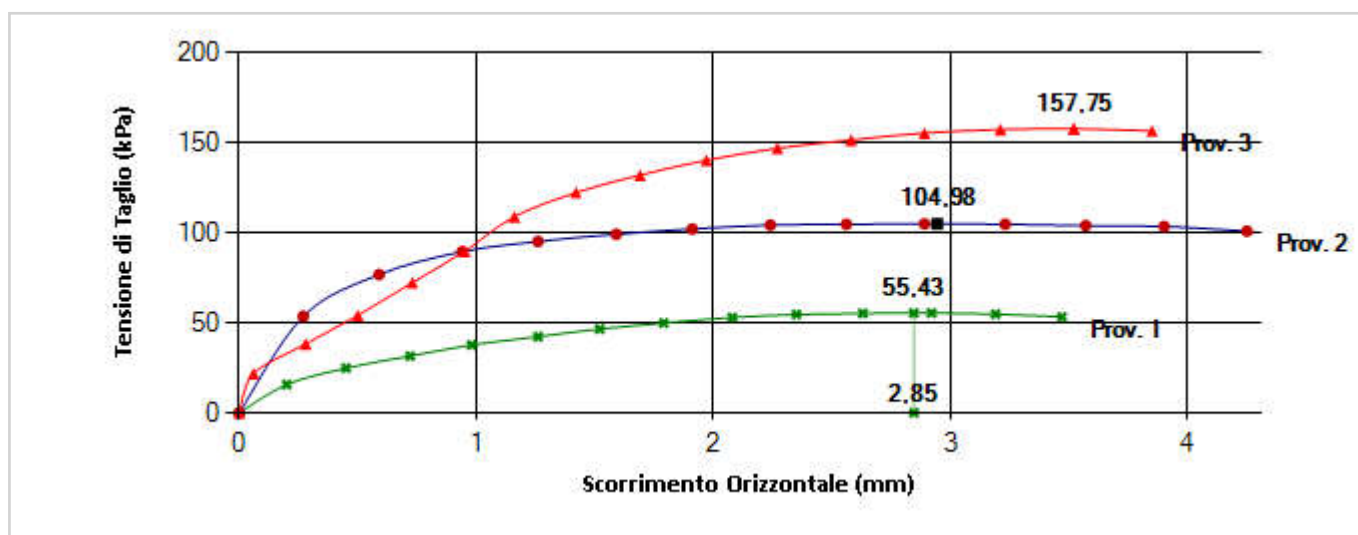
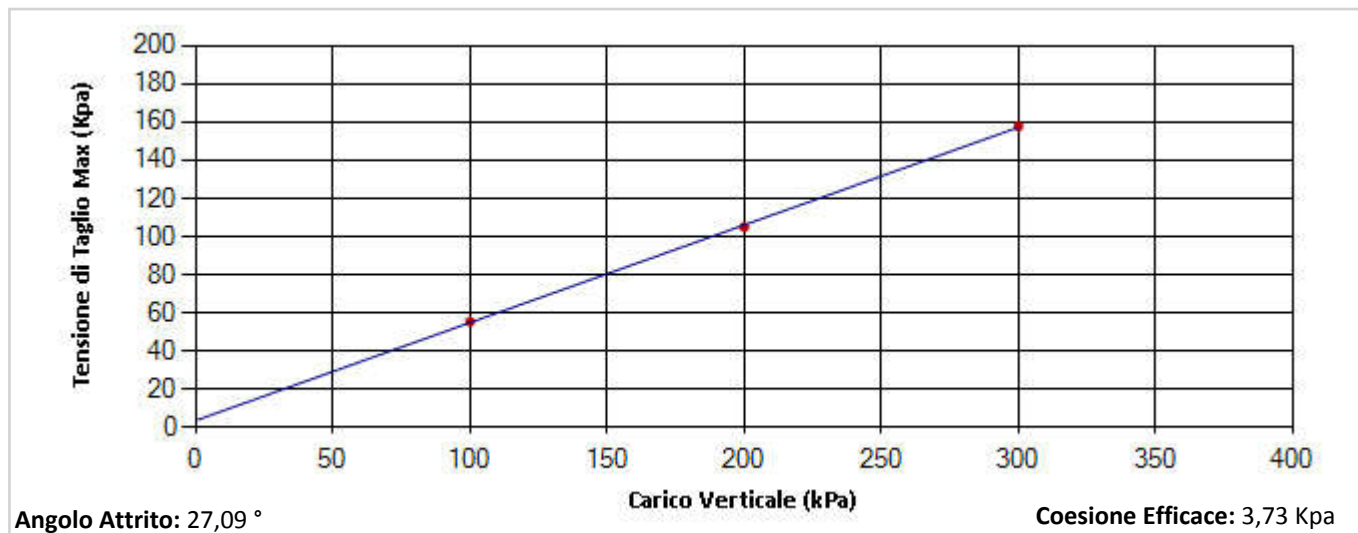


DIAGRAMMA SFORZO DI TAGLIO - CARICO VERTICALE



I valori di prova indicati derivano dall'applicazione di calcoli matematici eseguiti automaticamente dal software di elaborazione delle misure sperimentali

N° Certificato: 1250321	Committente: Covalpa	Consegna: 25/03/2021	Sondaggio: 10
Data: 19/03/2021	Cantiere: Str 14 Ez SADAM Celano	Apertura: 15/03/2021	Campione: 1
		Inizio Prova: 15/03/2021	da mt: 10,50
		Fine Prova: 19/03/2021	a mt: 11,00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Raccomandazioni AGI 1997

DATI SPERIMENTALI

PROVINO 1

Tempo	Deformaz. Verticale	Deformaz. Orizzont.	Sforzo di Taglio
δT (h)	δh (mm)	ϵ (mm)	τ (Kpa)
0,00	0,28	0	0,000
1,00	-	0,2	15,667
2,00	-	0,45	24,845
3,00	-	0,72	31,509
4,00	-	0,98	37,699
5,00	-	1,26	42,260
6,00	-	1,52	46,524
7,00	-	1,79	49,871
8,00	-	2,08	52,920
9,00	-	2,35	54,615
10,00	-	2,63	55,256
11,00	-	2,92	55,418
12,00	-	3,19	54,777
13,00	-	3,47	53,246

PROVINO 2

Tempo	Deformaz. Verticale	Deformaz. Orizzont.	Sforzo di Taglio
δT (h)	δh (mm)	ϵ (mm)	τ (Kpa)
0,00	0,43	0	0,000
1,00	-	0,27	53,596
2,00	-	0,59	76,820
3,00	-	0,94	89,491
4,00	-	1,26	95,127
5,00	-	1,59	99,211
6,00	-	1,91	102,090
7,00	-	2,24	104,251
8,00	-	2,56	104,733
9,00	-	2,89	104,971
10,00	-	3,23	104,733
11,00	-	3,57	104,013
12,00	-	3,9	103,531
13,00	-	4,25	100,890

PROVINO 3

Tempo	Deformaz. Verticale	Deformaz. Orizzont.	Sforzo di Taglio
δT (h)	δh (mm)	ϵ (mm)	τ (Kpa)
0,00	0,83	0	0,000
1,00	-	0,06	21,737
2,00	-	0,28	38,253
3,00	-	0,5	54,133
4,00	-	0,73	72,339
5,00	-	0,95	89,751
6,00	-	1,16	108,904
7,00	-	1,42	122,334
8,00	-	1,69	131,991
9,00	-	1,97	140,274
10,00	-	2,27	146,949
11,00	-	2,58	151,515
12,00	-	2,89	155,366
13,00	-	3,21	157,349
14,00	-	3,52	157,749
15,00	-	3,85	156,546



LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)
TEL. 085 4155618 Fax 0857993874 geolaboratorio@gmail.com



ISO9001:2015 certificato n° 482343
Autorizzazione Ministeriale n°4536 Settore Terre

Data: 25/02/2021

N. Commessa: 470221

Committente:	Covalpa
Cantiere:	Str 14 Ez SADAM Celano

S o d a g g o	C a m p i o n e	Profondità m.	POCKET P. Min/ Max Kg/cm ² Da / A	W %	Yn g/cm ³	Ys g/cm ³	LIMITI				GRANULOMETRIA				TAGLIO DIRETTO		TAGLIO RESIDUO		E.L.L. UU	TRX CD / CU		EDO Ed
							LL %	LP %	G %	S %	L %	A %	C' Kpa	φ °			C' Kpa	φ °	Cu Kpa	C' Kpa	Cu operat. Kpa	Min: Max Mpa
8	1	24-24,5	1,1-2,4	27,49	1,892	2,7			0,2	19,1	67,9	12,8	6,52	29,23								
10	1	10,5-11	1,1-2,6	29,7	1,84	2,7			0,1	25,6	61,9	12,5	3,73	27,09								

INTRODUZIONE

PROCEDURA DI CALCOLO

La procedura di calcolo adoperata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- coefficiente di spinta laterale;
- modulo di taglio iniziale (opzionale);
- spessore;
- indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

1. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
2. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
 - 2.1. Stima della funzione di trasferimento;
 - 2.2. Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
 - 2.3. Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;
3. Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile “trasferire” l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M - 1}{10}$$

dove M rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da N strati orizzontali di cui l' N -esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi che ciascuno strato

si comporti come un solido di Kelvin-Voigt $\left[\tau = G\gamma + \eta \frac{\partial \gamma(z,t)}{\partial z \partial t} \right]$, la propagazione delle onde di taglio che attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall'equazione dell'onda:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove: u rappresenta lo spostamento; t il tempo; ρ la densità; G il modulo di deformazione al taglio; η la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z,t) = U(z)e^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (3)$$

dove ω rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (4)$$

avendo posto $G^* = G + i\omega\eta$, ovvero il modulo di deformazione al taglio *complesso*. Questo può essere ulteriormente riscritto come

$$G^* = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

avendo posto

$$\eta = \frac{2G}{\omega} \xi \quad (6)$$

dove ξ rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l'apice * indica la natura complessa delle variabili in gioco, la soluzione dell'equazione generica dell'onda è la seguente:

$$u(z, t) = Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)} \quad (7)$$

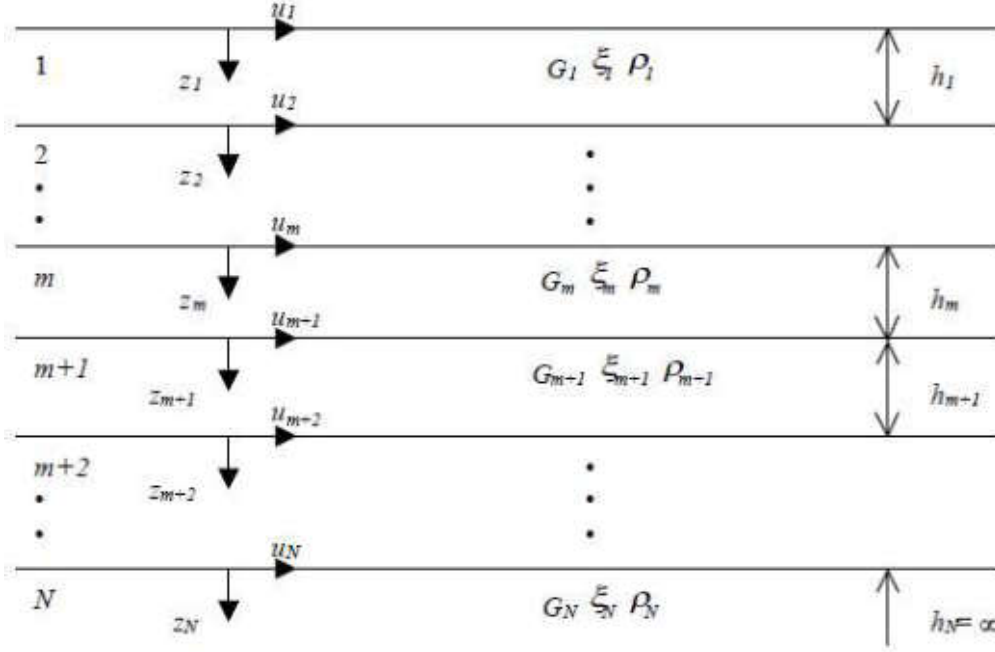


Figura 1: Esempio di stratigrafia per riferimento.

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre k^* rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega \sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z, t) = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = ik^* G^* [Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)}] e^{i\omega t} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore h_m gli spostamenti, rispettivamente in sommità ($z = 0$) ed al fondo ($z = h_m$), sono:

$$u_m(0, t) = (E_m + F_m) e^{i\omega t} \quad (10)$$

$$u_m(h_m, t) = (E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m}) e^{i\omega t} \quad (11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \quad (12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \quad (13)$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell' m -esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0, t) = ik_m^* G_m^* [E_m - F_m] e^{i\omega t} \quad (14)$$

$$\tau_m(h_m, t) = ik_m^* G_m^* [E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}] e^{i\omega t} \quad (15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \quad (16)$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}) \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (18)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (19)$$

dove α_m^* rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati m ed $m+1$, ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_{m+1}^* G_{m+1}^*}{k_m^* G_m^*} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0, t) = ik_1^* G_1^* [E_1 - F_1] e^{i\omega t} = 0$$

si deduce che $E_1 = F_1$.

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad m . La funzione di trasferimento A_{mn} che lega gli spostamenti in sommità degli strati m ed n è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (21)$$

A_{mn} rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti m e n .

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\dot{u}(z, t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z, t) \quad \ddot{u}(z, t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z, t) \quad (22)$$

La funzione di trasferimento A_{mn} può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati n ed m :

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità z e al tempo t dalla relazione:

$$\gamma(z, t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* (E e^{ik^* z} - F e^{-ik^* z}) e^{i\omega t} \quad (24)$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$\tau(z, t) = G^* \gamma(z, t) \quad (25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di Figura 2 in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

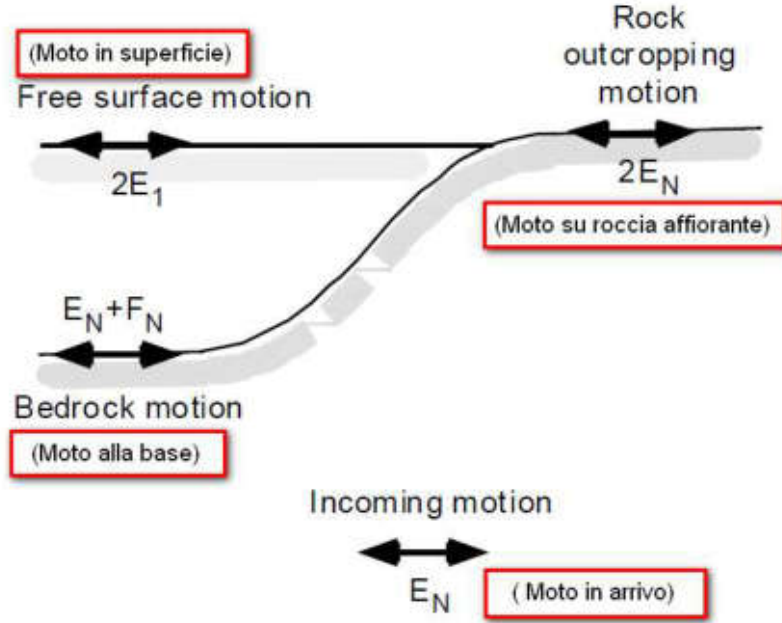


Figura 2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad E_N ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a $E_N + F_N$. Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ($E_N = F_N$), il moto avrà ampiezza pari a $2E_N$. La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (26)$$

A è non lineare poiché G è funzione di γ . Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di γ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo G così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per $G(\gamma)$ adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, PI) (\sigma'_m)^{m(\gamma, PI) - m_0} \quad (24)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (25)$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145 PI^{1.3}) \quad (26)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & \text{per } PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (27)$$

dove G_{max} è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (28)$$

dove ρ è la densità del terreno e V_s la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

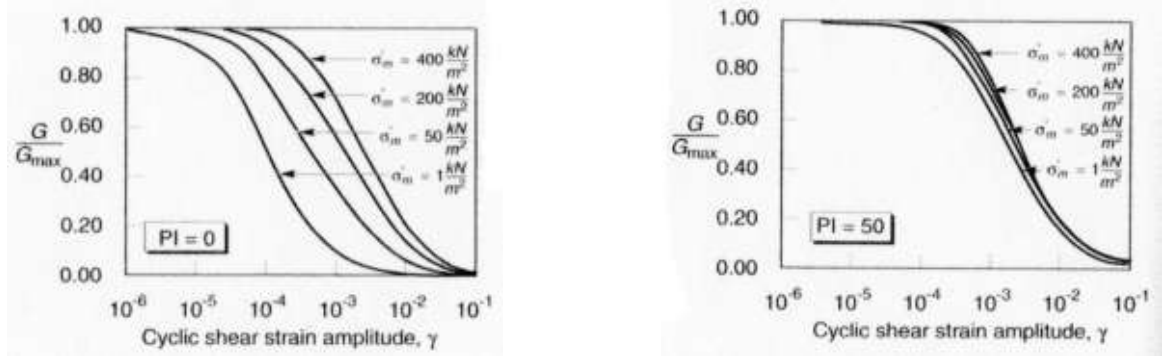


Figura 2: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso ξ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{2.5})}{2} \left[0.586 \left(\frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (29)$$

da cui si deduce che anche ξ deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

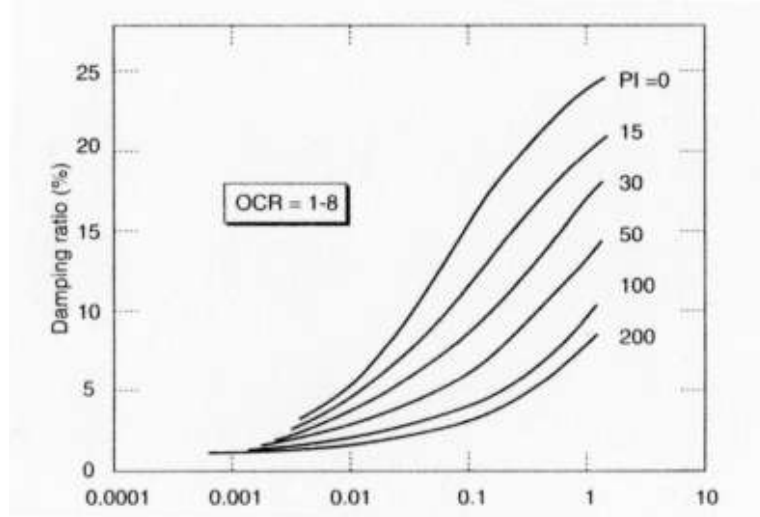


Figura 3: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

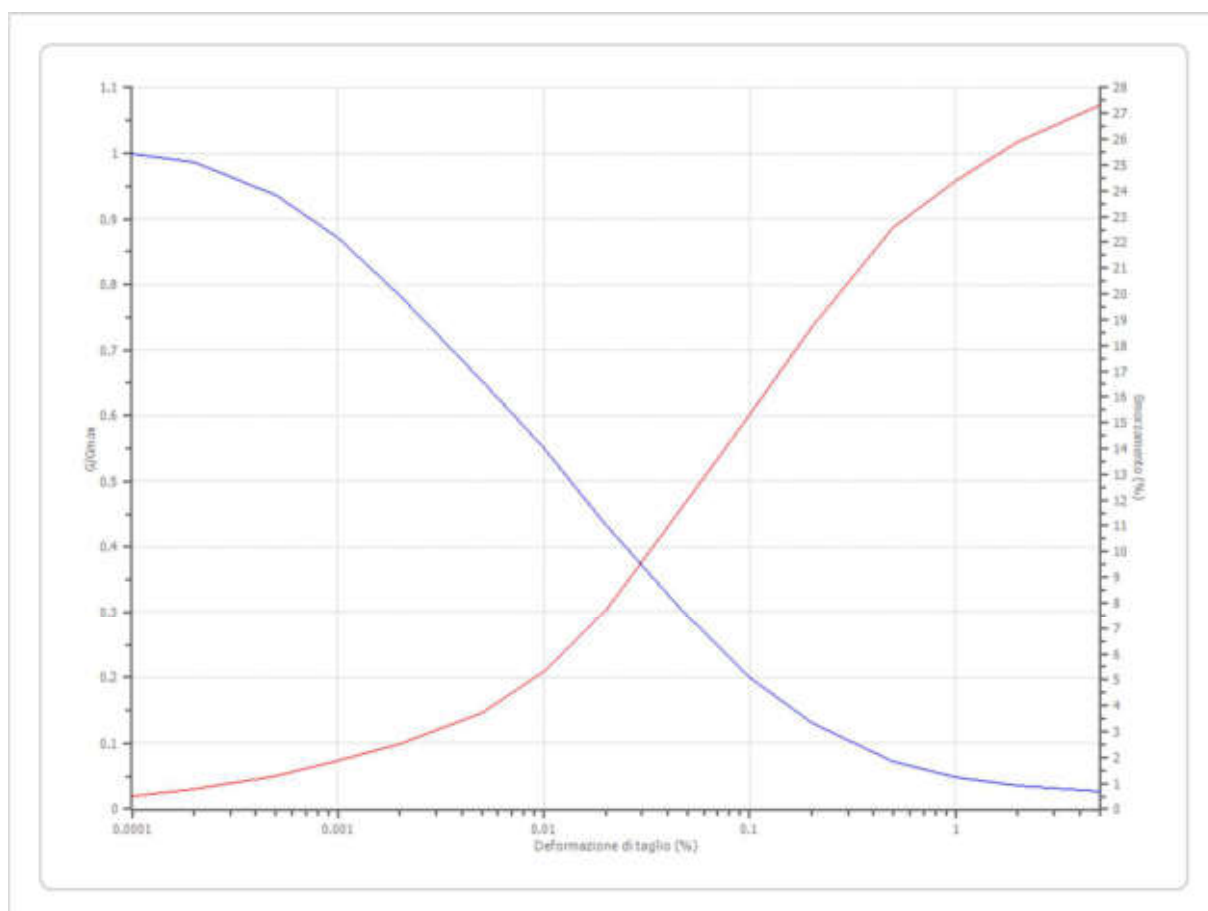
Dati generali

Descrizione RSL-SLD- CLASSE D'USO II-VITA NOMINALE 50 ANNI
Committente COVALPA
Cantiere CELLE FRIGO
Data della prova d.C./03/2021
Via Borgo Str.14 Celano (AQ)
Latitudine 42,0463333[°]
Longitudine 13,5366173[°]

Terreni

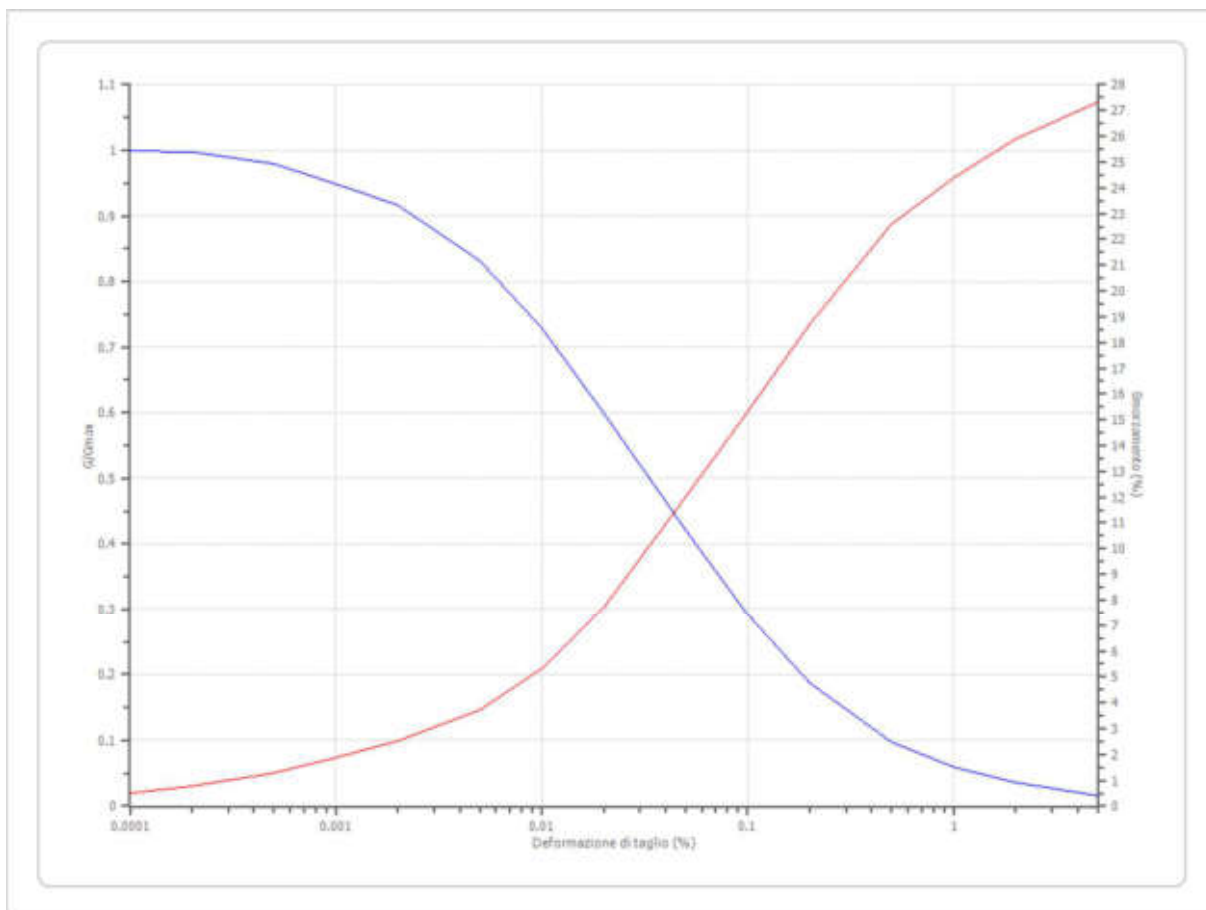
Seed et al. (1986) Gravel

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.500
0.0002	0.987	0.0002	0.800
0.0005	0.937	0.0005	1.300
0.001	0.872	0.001	1.900
0.002	0.783	0.002	2.500
0.005	0.653	0.005	3.700
0.010	0.550	0.010	5.300
0.020	0.434	0.020	7.700
0.050	0.293	0.050	12.000
0.100	0.200	0.100	15.300
0.200	0.132	0.200	18.700
0.500	0.072	0.500	22.600
1.000	0.049	1.000	24.400
2.000	0.036	2.000	25.900
5.000	0.027	5.000	27.300



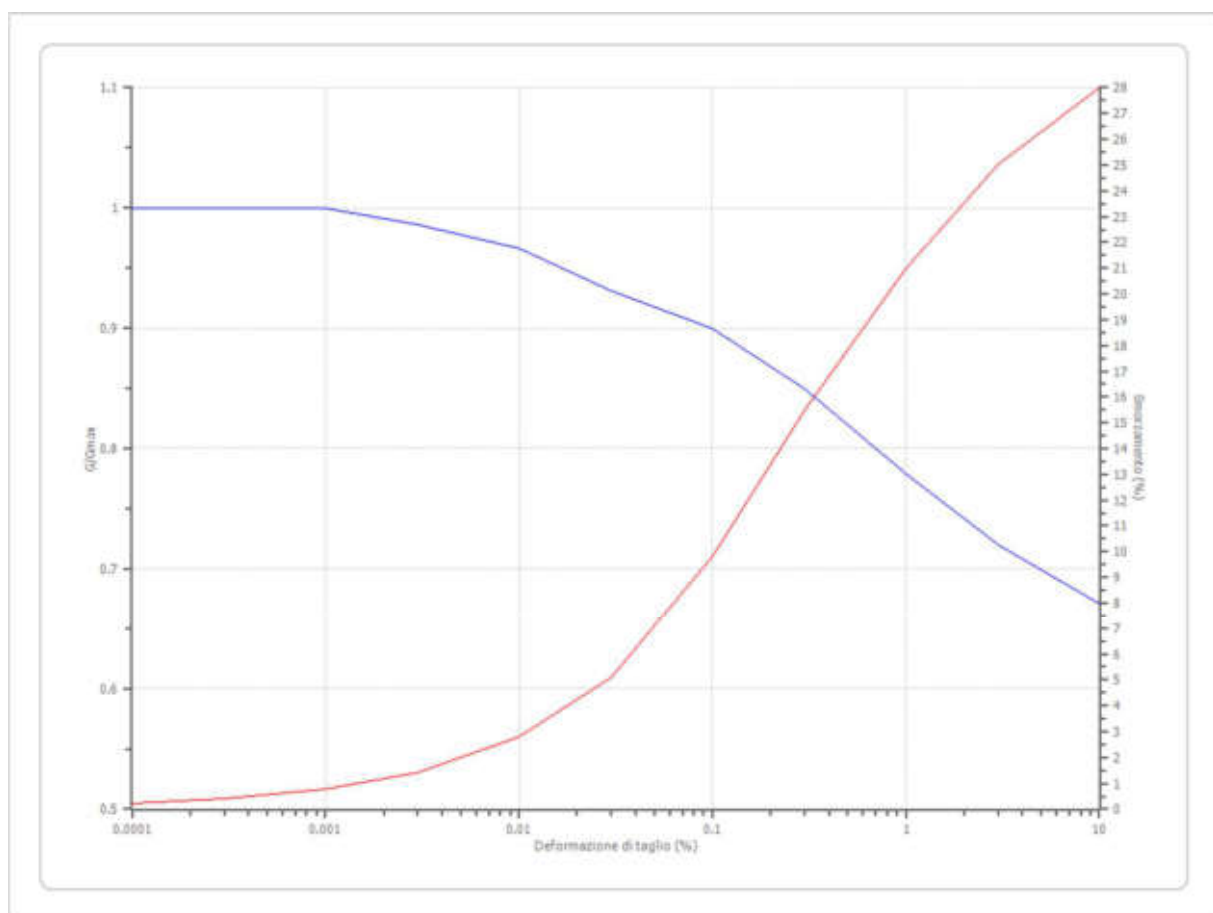
Seed et al. (1986) Sand - Average

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.500
0.0002	0.998	0.0002	0.800
0.0005	0.980	0.0005	1.300
0.001	0.949	0.001	1.900
0.002	0.917	0.002	2.500
0.005	0.832	0.005	3.700
0.010	0.729	0.010	5.300
0.020	0.600	0.020	7.700
0.050	0.421	0.050	12.000
0.100	0.291	0.100	15.300
0.200	0.188	0.200	18.700
0.500	0.098	0.500	22.600
1.000	0.060	1.000	24.400
2.000	0.036	2.000	25.900
5.000	0.016	5.000	27.300



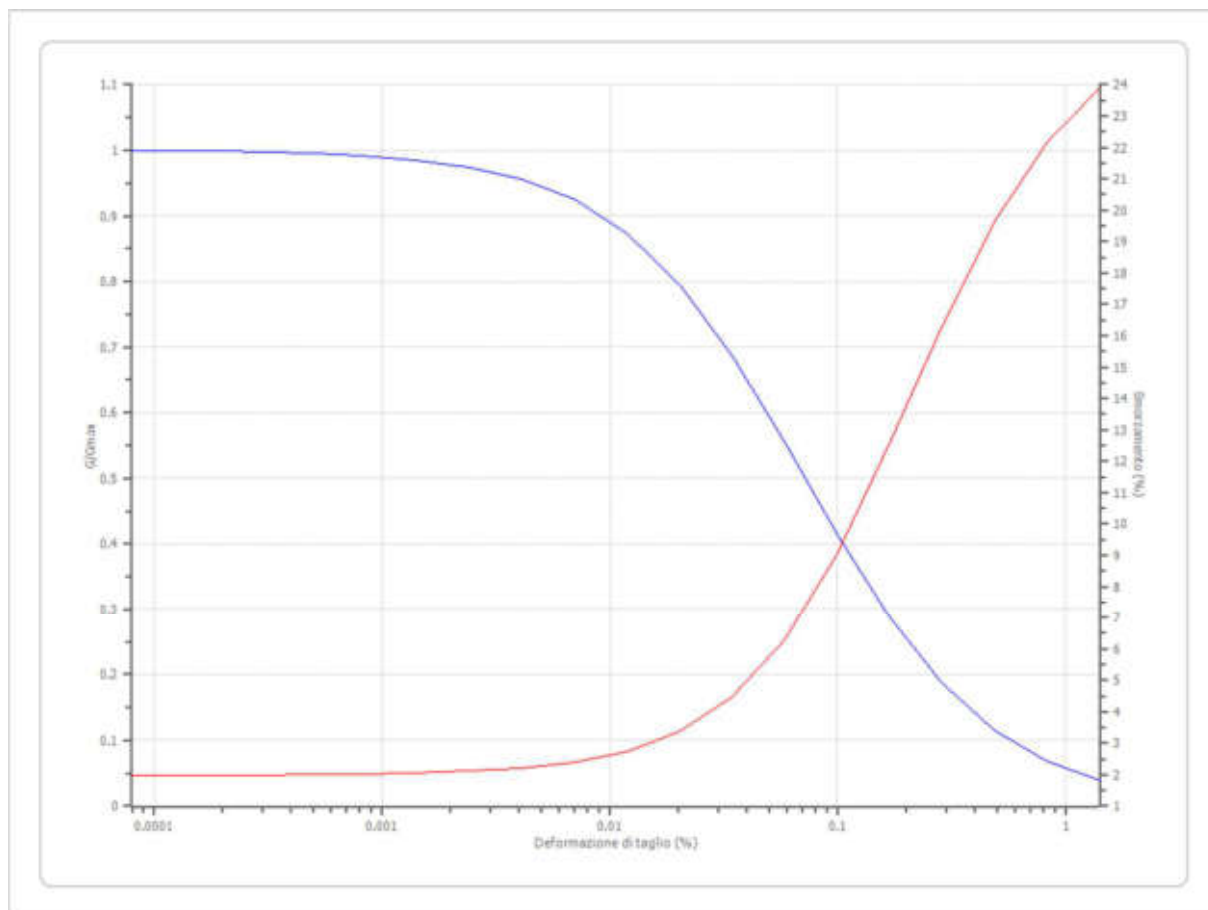
Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	1.000	0.001	0.800
0.003	0.986	0.003	1.400
0.010	0.966	0.010	2.800
0.030	0.931	0.030	5.100
0.100	0.900	0.100	9.800
0.300	0.850	0.300	15.500
1.000	0.779	1.000	21.000
3.000	0.720	3.000	25.000
10.000	0.671	10.000	28.000



Lombardia - Limi sabbiosi

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.00008	1.000	0.00008	1.9826
0.0001	0.99915	0.0001	1.98695
0.0002	0.9985	0.0002	1.9903
0.0003	0.9974	0.0003	1.9962
0.0005	0.9953	0.0005	2.0067
0.0008	0.9918	0.0008	2.02525
0.0014	0.98555	0.0014	2.05825
0.0024	0.97465	0.0024	2.11705
0.0041	0.956	0.0041	2.222
0.007	0.9246	0.007	2.4103
0.0119	0.87385	0.0119	2.7498
0.0202	0.7964	0.0202	3.36165
0.0343	0.6886	0.0343	4.4464
0.0583	0.556	0.0583	6.2701
0.099	0.41535	0.099	9.0215
0.1684	0.2876	0.1684	12.55055
0.2862	0.1867	0.2862	16.2968
0.4866	0.11545	0.4866	19.6163
0.8272	0.0691	0.8272	22.15295
1.4063	0.0405	1.4063	23.89285



Stratigrafia

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Numero sottostrati	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	Riporto	--	3.0	Seed et al. (1986) Gravel	0	95.70	--	17.0	235.0	10.8
2	G	3.0	4.0	Seed et al. (1986) Gravel	0	358.11	--	19.0	430.0	59.6
3	AL	7.0	8.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	0	127.42	--	20.0	250.0	138.3
4	GS	15.0	7.0	Seed et al. (1986) Gravel	0	703.28	--	22.0	560.0	221.8

5	AS	22.0	11.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	0	259.25	--	22.0	340.0	331.5
6	Limi argillosi organici e limi debolm ente sabbiosi	33.0	18.0	Lombar dia - Limi sabbiosi	0	342.51	--	21.0	400.0	499.2
7	Sabbie limose con interstra ti ghiaiosi	51.0	31.0	Seed et al. (1986) Sand - Averag e	0	433.49	--	21.0	450.0	773.4
8	Ghiaie sub arroton date lavate	82.0	14.0	Seed et al. (1986) Gravel	0	509.68	--	20.0	500.0	1018.2
9		oo	--	Smorza mento costante	0	28862.3 8	--	26.0	3300.0	1089.5

Strato con falda: 2
Strato rilevamento accelerogramma: 9 Affiorante

Profilo	Velocità onde di taglio	Tensione verticale
3.00 [m]	235.0 [m/s]	10.8 [kPa]
4.00 [m]	430.0 [m/s]	59.6 [kPa]
8.00 [m]	250.0 [m/s]	138.3 [kPa]
7.00 [m]	560.0 [m/s]	221.8 [kPa]
11.00 [m]	340.0 [m/s]	331.5 [kPa]
18.00 [m]	400.0 [m/s]	499.2 [kPa]
31.00 [m]	450.0 [m/s]	773.4 [kPa]
82.00 [m]	500.0 [m/s]	1018.2 [kPa]
14.00 [m]	500.0 [m/s]	1018.2 [kPa]
96.00 [m]	3300.0 [m/s]	1089.5 [kPa]
oo		

Elaborazione

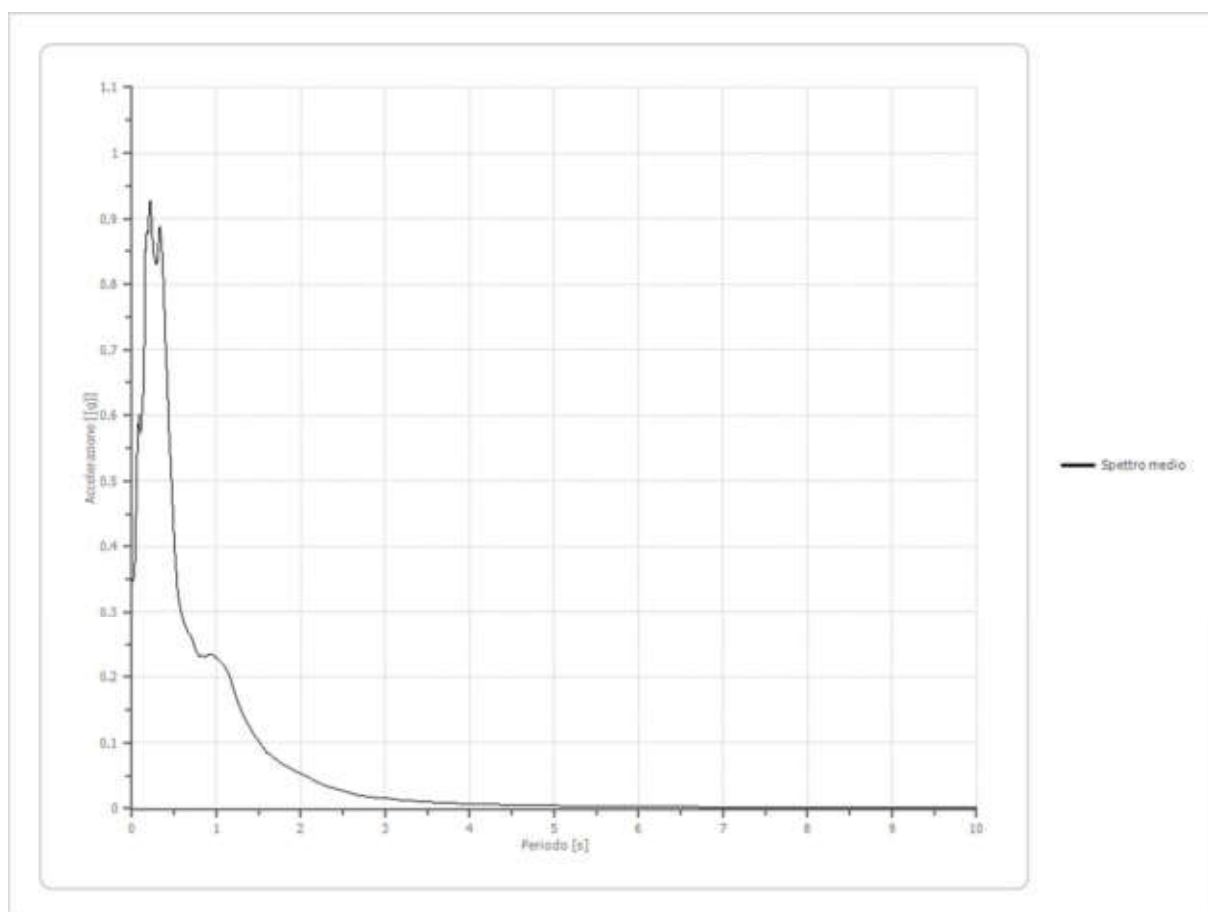
Numero di iterazioni 50
 Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
 Tipo di modulo elastico Shake
 Massimo errore percentuale di convergenza 1.55 E-04

Fattori di amplificazione: ICMS 2018

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1590	0.32	0.8805	0.70	0.2622	1.85	0.0635	4.50	0.0059
0.01	0.2560	0.33	0.8883	0.72	0.2552	1.90	0.0599	4.60	0.0056
0.02	0.3514	0.34	0.8777	0.74	0.2462	1.95	0.0564	4.70	0.0053
0.03	0.3593	0.35	0.8620	0.76	0.2400	2.00	0.0534	4.80	0.0051
0.04	0.3934	0.36	0.8419	0.78	0.2352	2.05	0.0503	4.90	0.0048
0.05	0.4607	0.37	0.8120	0.80	0.2313	2.10	0.0470	5.00	0.0046
0.06	0.5356	0.38	0.7799	0.82	0.2316	2.15	0.0435	5.10	0.0045
0.07	0.5660	0.39	0.7363	0.84	0.2318	2.20	0.0402	5.20	0.0043
0.08	0.6018	0.40	0.7042	0.86	0.2313	2.25	0.0375	5.40	0.0040
0.09	0.5809	0.41	0.6776	0.88	0.2308	2.30	0.0351	5.60	0.0037
0.10	0.5718	0.42	0.6463	0.90	0.2333	2.35	0.0329	5.80	0.0035
0.11	0.5811	0.43	0.6125	0.92	0.2345	2.40	0.0308	6.00	0.0033
0.12	0.6065	0.44	0.5747	0.94	0.2347	2.50	0.0266	6.20	0.0031

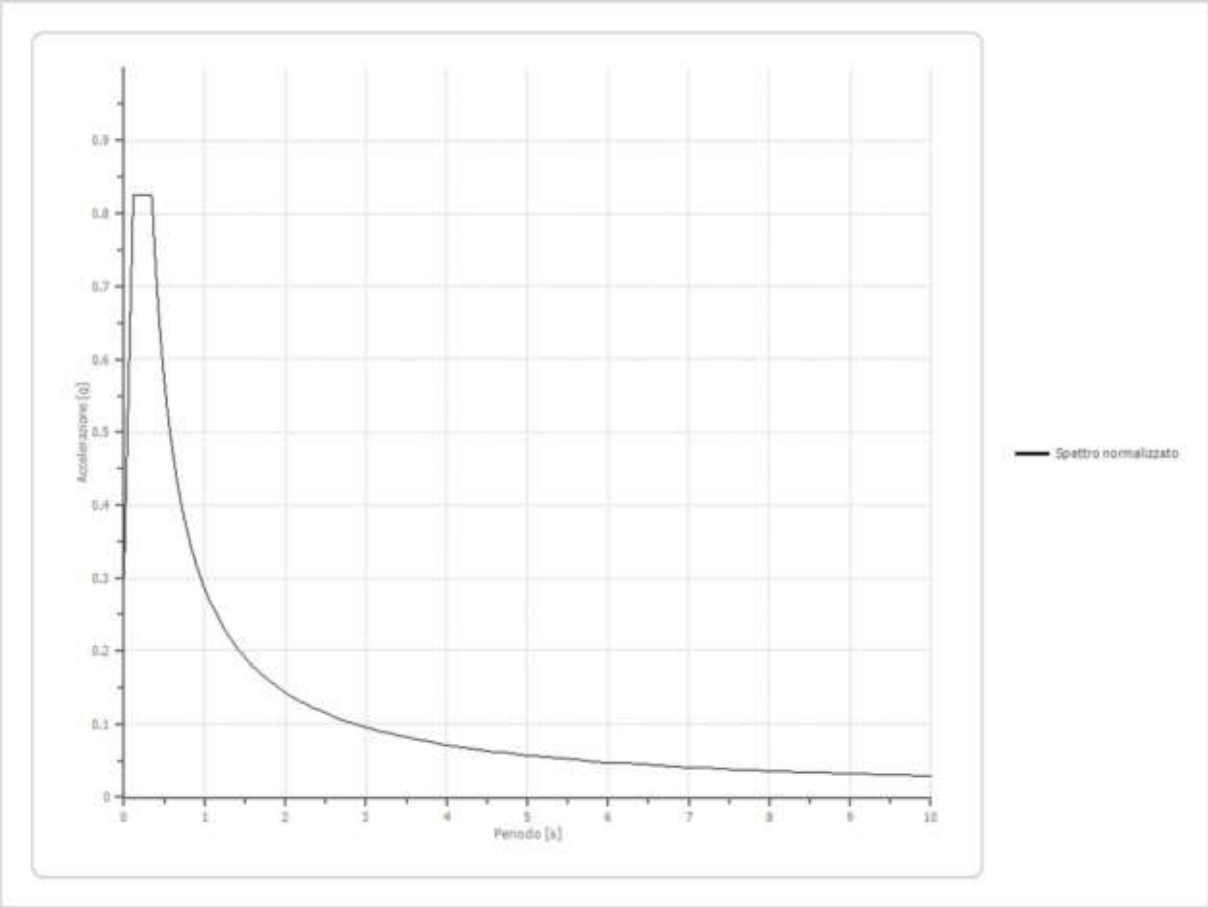
0.13	0.6196	0.45	0.5488	0.96	0.2331	2.60	0.0231	6.40	0.0030
0.14	0.6684	0.46	0.5244	0.98	0.2314	2.70	0.0206	6.60	0.0028
0.15	0.7251	0.47	0.4974	1.00	0.2295	2.80	0.0186	6.80	0.0027
0.16	0.8513	0.48	0.4681	1.05	0.2234	2.90	0.0168	7.00	0.0025
0.17	0.8775	0.49	0.4374	1.10	0.2155	3.00	0.0154	7.20	0.0024
0.18	0.8810	0.50	0.4122	1.15	0.2040	3.10	0.0141	7.40	0.0023
0.19	0.8770	0.51	0.3899	1.20	0.1830	3.20	0.0130	7.60	0.0022
0.20	0.8975	0.52	0.3704	1.25	0.1642	3.30	0.0121	7.80	0.0022
0.21	0.9247	0.53	0.3506	1.30	0.1450	3.40	0.0112	8.00	0.0021
0.22	0.9268	0.54	0.3328	1.35	0.1336	3.50	0.0103	8.50	0.0019
0.23	0.9029	0.55	0.3217	1.40	0.1228	3.60	0.0096	9.00	0.0018
0.24	0.8769	0.56	0.3134	1.45	0.1121	3.70	0.0089	9.50	0.0016
0.25	0.8580	0.57	0.3078	1.50	0.1022	3.80	0.0083	10.00	0.0015
0.26	0.8427	0.58	0.3025	1.55	0.0929	3.90	0.0078		
0.27	0.8410	0.60	0.2911	1.60	0.0852	4.00	0.0074		
0.28	0.8334	0.62	0.2816	1.65	0.0804	4.10	0.0071		
0.29	0.8294	0.64	0.2750	1.70	0.0758	4.20	0.0067		
0.30	0.8350	0.66	0.2691	1.75	0.0706	4.30	0.0064		
0.31	0.8509	0.68	0.2653	1.80	0.0670	4.40	0.0061		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1090	0.32	0.8246	0.70	0.4086	1.85	0.1546	4.50	0.0636

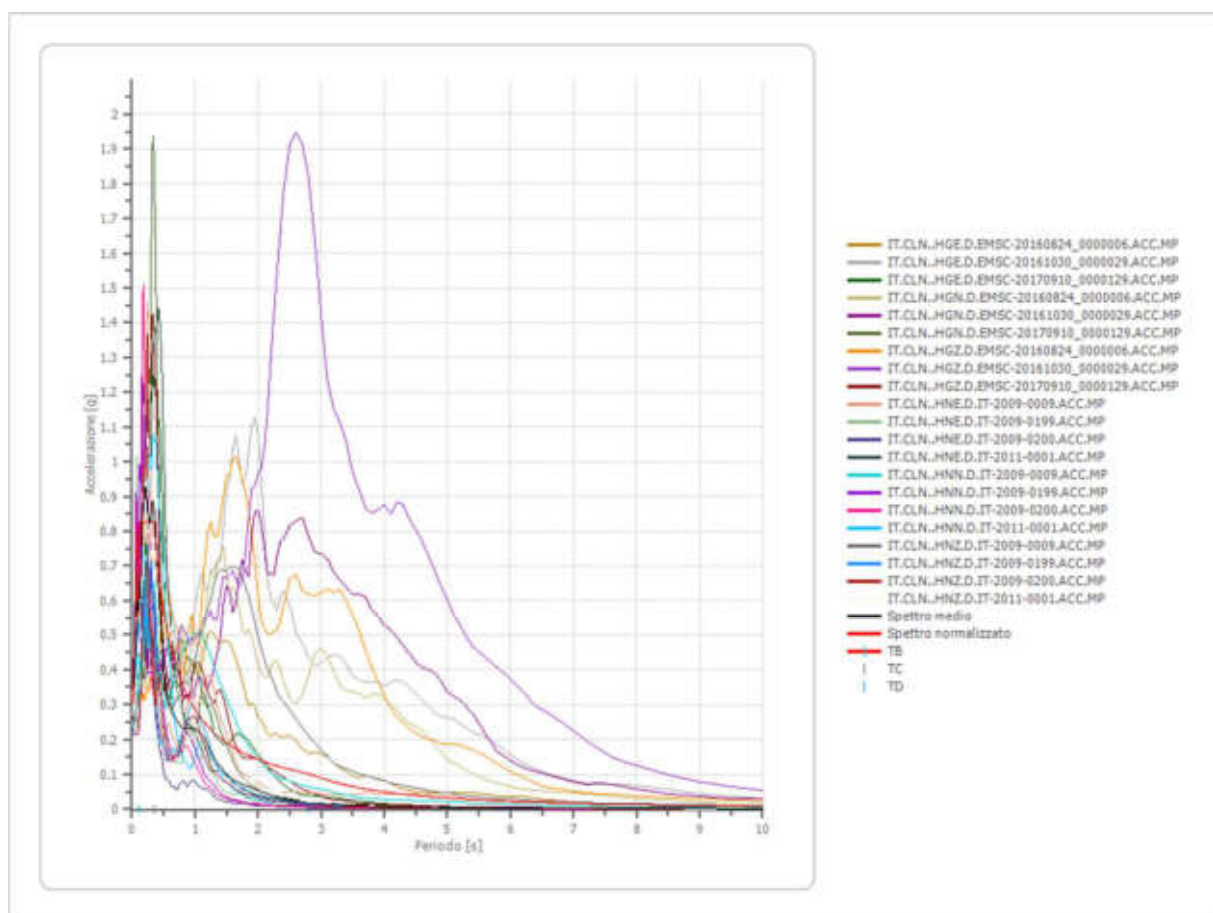
0.01	0.2140	0.33	0.8246	0.72	0.3972	1.90	0.1505	4.60	0.0622
0.02	0.2950	0.34	0.8246	0.74	0.3865	1.95	0.1467	4.70	0.0609
0.03	0.4380	0.35	0.8172	0.76	0.3763	2.00	0.1430	4.80	0.0596
0.04	0.4831	0.36	0.7945	0.78	0.3667	2.05	0.1395	4.90	0.0584
0.05	0.5283	0.37	0.7730	0.80	0.3575	2.10	0.1362	5.00	0.0572
0.06	0.5734	0.38	0.7527	0.82	0.3488	2.15	0.1330	5.10	0.0561
0.07	0.6186	0.39	0.7334	0.84	0.3405	2.20	0.1300	5.20	0.0550
0.08	0.6637	0.40	0.7150	0.86	0.3326	2.25	0.1271	5.40	0.0530
0.09	0.7089	0.41	0.6976	0.88	0.3250	2.30	0.1244	5.60	0.0511
0.10	0.7541	0.42	0.6810	0.90	0.3178	2.35	0.1217	5.80	0.0493
0.11	0.7992	0.43	0.6651	0.92	0.3109	2.40	0.1192	6.00	0.0477
0.12	0.8246	0.44	0.6500	0.94	0.3043	2.50	0.1144	6.20	0.0461
0.13	0.8246	0.45	0.6356	0.96	0.2979	2.60	0.1100	6.40	0.0447
0.14	0.8246	0.46	0.6218	0.98	0.2918	2.70	0.1059	6.60	0.0433
0.15	0.8246	0.47	0.6085	1.00	0.2860	2.80	0.1021	6.80	0.0421
0.16	0.8246	0.48	0.5959	1.05	0.2724	2.90	0.0986	7.00	0.0409
0.17	0.8246	0.49	0.5837	1.10	0.2600	3.00	0.0953	7.20	0.0397
0.18	0.8246	0.50	0.5720	1.15	0.2487	3.10	0.0923	7.40	0.0387
0.19	0.8246	0.51	0.5608	1.20	0.2383	3.20	0.0894	7.60	0.0376
0.20	0.8246	0.52	0.5500	1.25	0.2288	3.30	0.0867	7.80	0.0367
0.21	0.8246	0.53	0.5396	1.30	0.2200	3.40	0.0841	8.00	0.0358
0.22	0.8246	0.54	0.5296	1.35	0.2119	3.50	0.0817	8.50	0.0336
0.23	0.8246	0.55	0.5200	1.40	0.2043	3.60	0.0794	9.00	0.0318
0.24	0.8246	0.56	0.5107	1.45	0.1972	3.70	0.0773	9.50	0.0301
0.25	0.8246	0.57	0.5018	1.50	0.1907	3.80	0.0753	10.00	0.0286
0.26	0.8246	0.58	0.4931	1.55	0.1845	3.90	0.0733		
0.27	0.8246	0.60	0.4767	1.60	0.1788	4.00	0.0715		
0.28	0.8246	0.62	0.4613	1.65	0.1733	4.10	0.0698		
0.29	0.8246	0.64	0.4469	1.70	0.1682	4.20	0.0681		
0.30	0.8246	0.66	0.4333	1.75	0.1634	4.30	0.0665		
0.31	0.8246	0.68	0.4206	1.80	0.1589	4.40	0.0650		



Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.102	2.725621	--	0.116	0.347	2.810	0.303	0.825	1.182

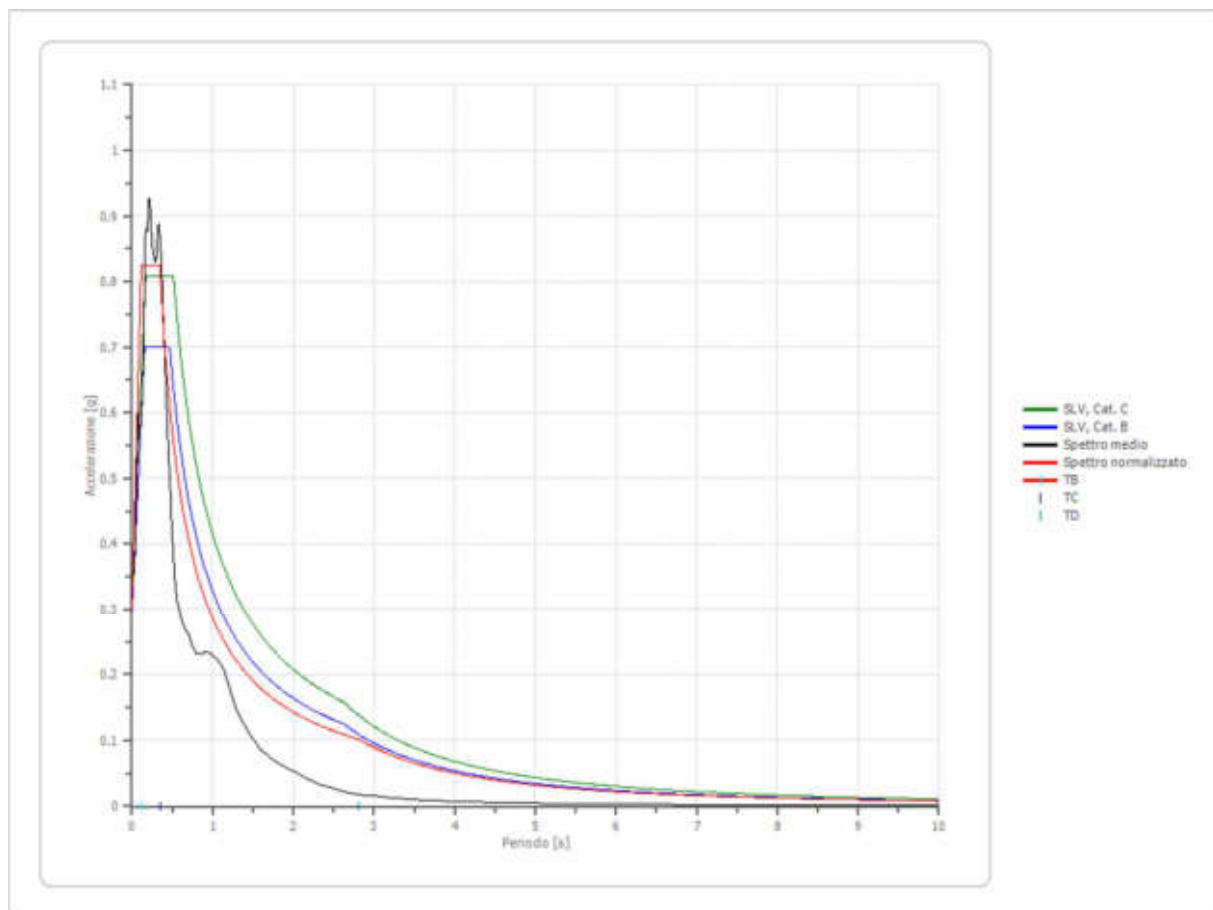
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operativit à SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvagnar dia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C	Operativit à SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvagnar dia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B
Tr [anni]	30	50	475	975	30	50	475	975
ag [g]	0.077	0.102	0.256	0.329	0.077	0.102	0.256	0.329
Fo	2.396	2.334	2.363	2.403	2.396	2.334	2.363	2.403
Tc* [s]	0.272	0.281	0.344	0.362	0.272	0.281	0.344	0.362
Ss	1.50	1.50	1.34	1.23	1.20	1.20	1.16	1.08
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.61	1.60	1.49	1.47	1.43	1.42	1.36	1.35
TB [s]	0.146	0.150	0.171	0.177	0.129	0.133	0.156	0.163
TC [s]	0.439	0.449	0.514	0.532	0.388	0.398	0.468	0.488
TD [s]	1.908	2.008	2.624	2.916	1.908	2.008	2.624	2.916
Se(0) [g]	0.115	0.153	0.342	0.403	0.092	0.122	0.296	0.357
Se(TB) [g]	0.277	0.357	0.809	0.969	0.221	0.286	0.700	0.857



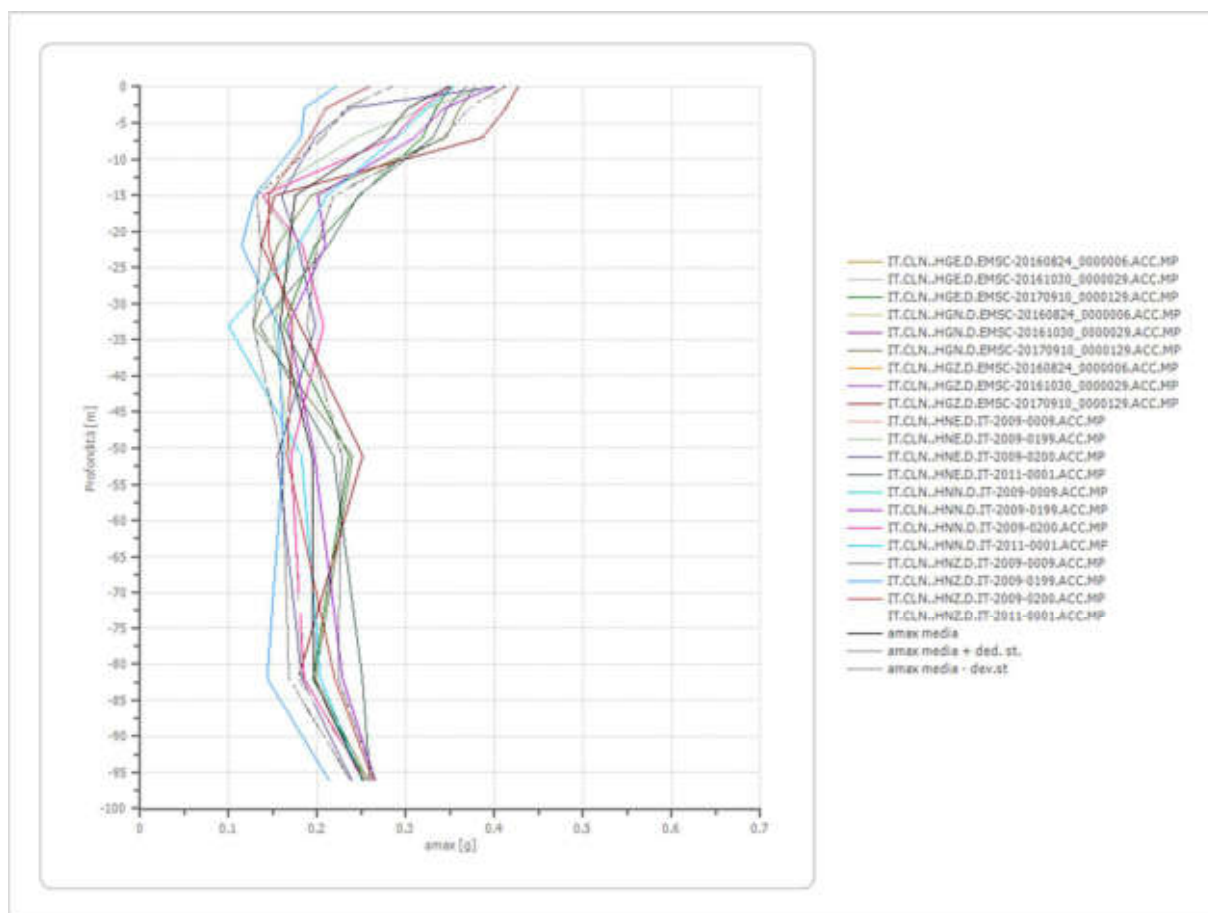
Profilo a max

	0.0 [m]	3.0 [m]	7.0 [m]	15.0 [m]	22.0 [m]	33.0 [m]	51.0 [m]	82.0 [m]	96.0 [m]
IT.CLN.. HGE.D. EMSC- 2016082 4_00000 06.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGE.D. EMSC- 2016103 0_00000 29.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGE.D. EMSC- 2017091 0_00001 29.ACC. MP [g]	0.351	0.334	0.318	0.248	0.198	0.162	0.236	0.195	0.254

IT.CLN.. HGN.D. EMSC- 2016082 4_00000 06.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGN.D. EMSC- 2016103 0_00000 29.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGN.D. EMSC- 2017091 0_00001 29.ACC. MP [g]	0.377	0.361	0.345	0.192	0.155	0.127	0.240	0.198	0.257
IT.CLN.. HGZ.D. EMSC- 2016082 4_00000 06.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGZ.D. EMSC- 2016103 0_00000 29.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGZ.D. EMSC- 2017091 0_00001 29.ACC. MP [g]	0.427	0.413	0.386	0.151	0.137	0.180	0.251	0.178	0.255
IT.CLN.. HNE.D.I T-2009- 0009.AC C.MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HNE.D.I T-2009-	0.392	0.323	0.242	0.139	0.174	0.151	0.170	0.184	0.254

0199.AC C.MP [g]									
IT.CLN.. HNE.D.I T-2009- 0200.AC C.MP [g]	0.400	0.237	0.197	0.160	0.178	0.198	0.155	0.182	0.239
IT.CLN.. HNE.D.I T-2011- 0001.AC C.MP [g]	0.368	0.347	0.330	0.246	0.212	0.135	0.218	0.251	0.259
IT.CLN.. HNN.D. IT-2009- 0009.AC C.MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HNN.D. IT-2009- 0199.AC C.MP [g]	0.400	0.343	0.310	0.201	0.209	0.167	0.197	0.228	0.265
IT.CLN.. HNN.D. IT-2009- 0200.AC C.MP [g]	0.350	0.316	0.287	0.138	0.183	0.207	0.170	0.185	0.252
IT.CLN.. HNN.D. IT-2011- 0001.AC C.MP [g]	0.354	0.324	0.289	0.211	0.178	0.100	0.182	0.203	0.250
IT.CLN.. HNZ.D.I T-2009- 0009.AC C.MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HNZ.D.I T-2009- 0199.AC C.MP [g]	0.221	0.185	0.181	0.129	0.115	0.156	0.162	0.143	0.213

IT.CLN.. HNZ.D.I T-2009- 0200.AC C.MP [g]	0.259	0.210	0.191	0.145	0.145	0.172	0.166	0.219	0.263
IT.CLN.. HNZ.D.I T-2011- 0001.AC C.MP [g]	0.273	0.231	0.210	0.137	0.131	0.140	0.181	0.179	0.254
media [g]	0.348	0.302	0.274	0.175	0.168	0.158	0.194	0.196	0.251
Dev. St. [g]	0.064	0.069	0.068	0.043	0.031	0.030	0.034	0.028	0.014



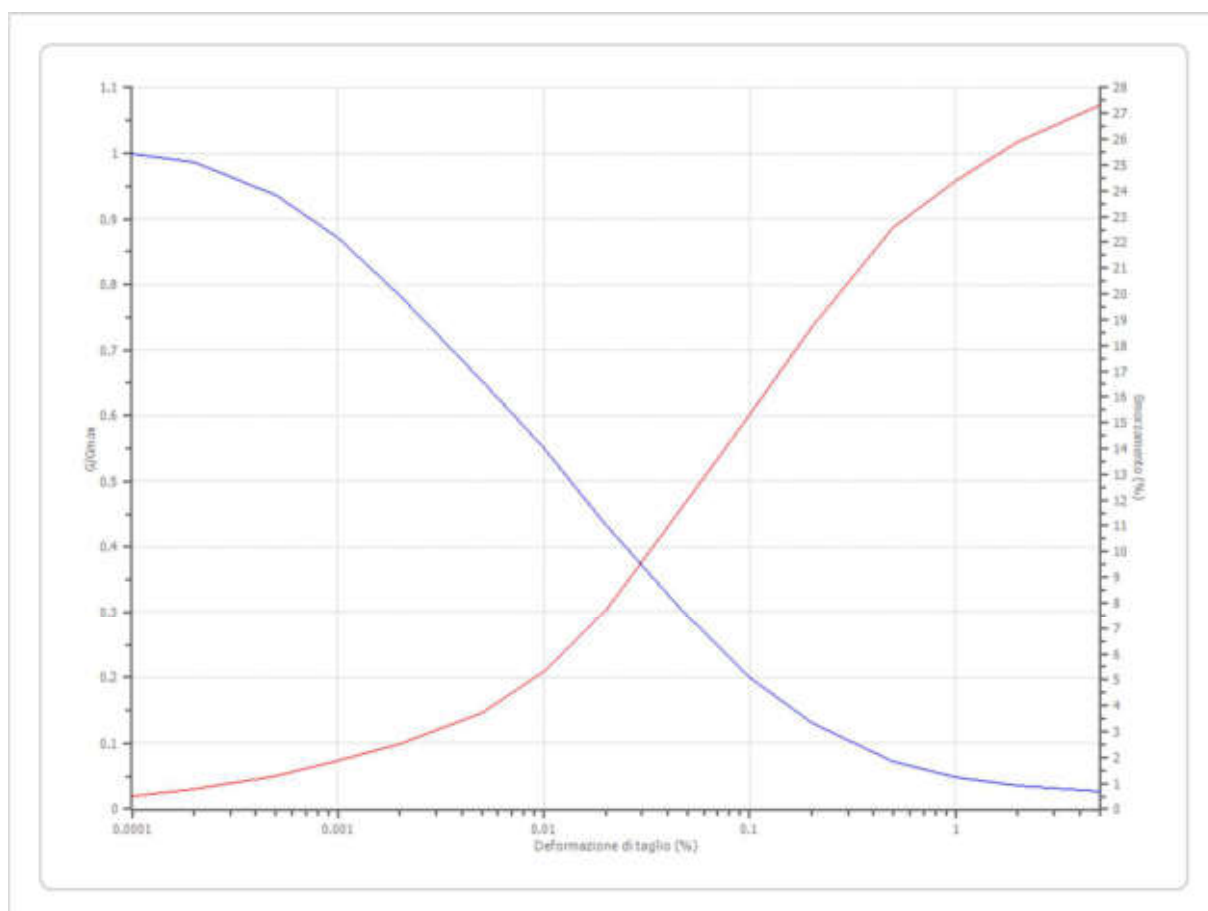
Dati generali

Descrizione RSL -SLV – Classe II vita nom. 50 anni
Committente COVALPA
Cantiere CELLE FRIGO
Data della prova d.C./03/2021
Via LOC. Borgo Str 14 -Celano
Latitudine 42,0463333[°]
Longitudine 13,5366173[°]

Terreni

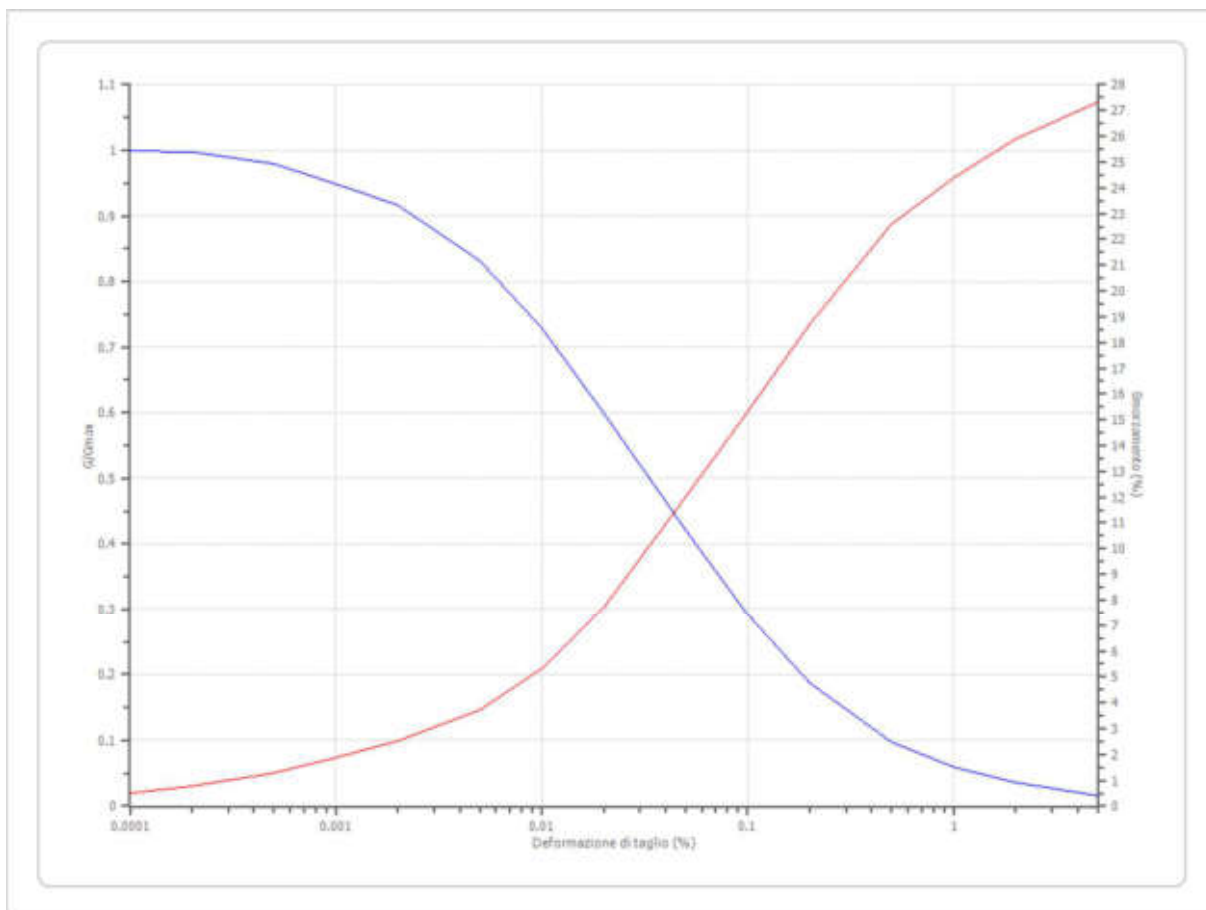
Seed et al. (1986) Gravel

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.500
0.0002	0.987	0.0002	0.800
0.0005	0.937	0.0005	1.300
0.001	0.872	0.001	1.900
0.002	0.783	0.002	2.500
0.005	0.653	0.005	3.700
0.010	0.550	0.010	5.300
0.020	0.434	0.020	7.700
0.050	0.293	0.050	12.000
0.100	0.200	0.100	15.300
0.200	0.132	0.200	18.700
0.500	0.072	0.500	22.600
1.000	0.049	1.000	24.400
2.000	0.036	2.000	25.900
5.000	0.027	5.000	27.300



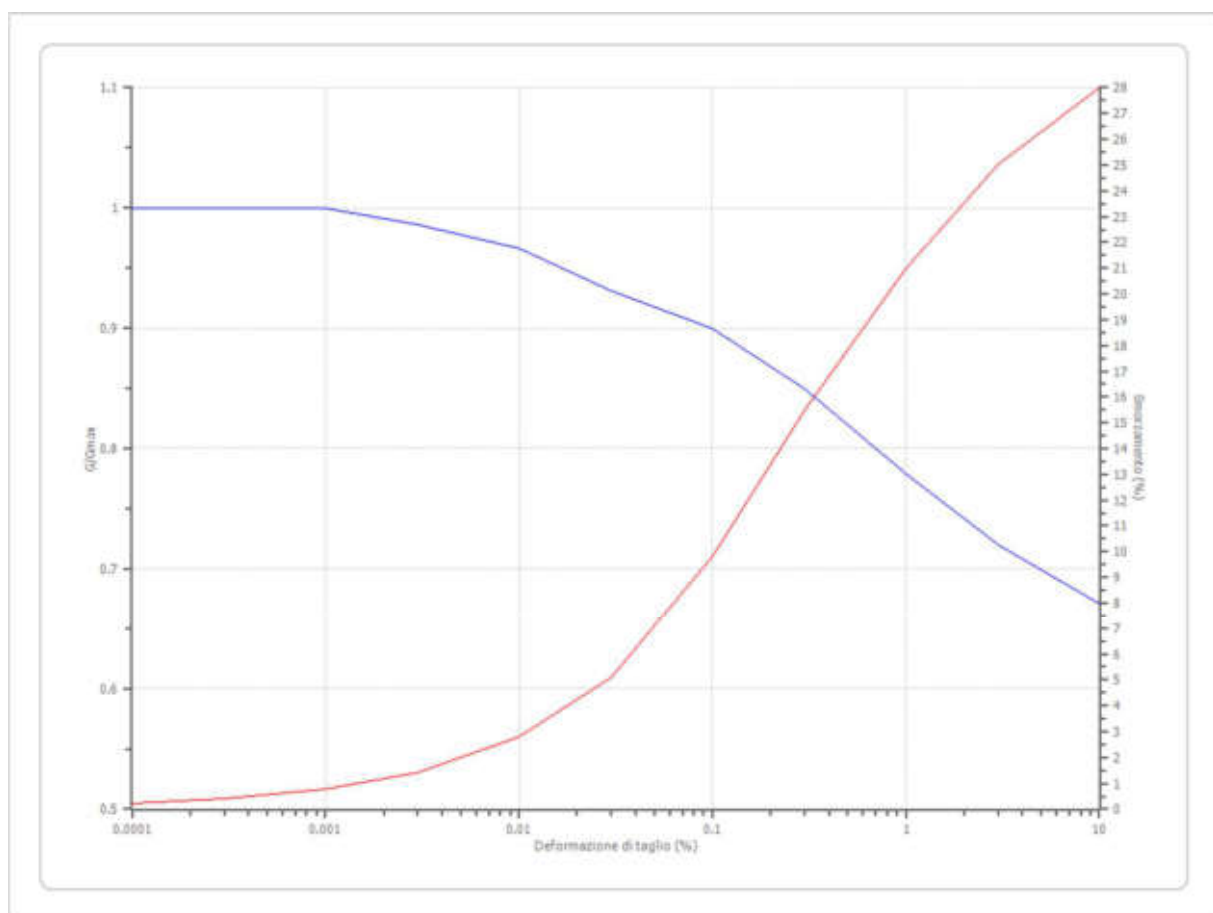
Seed et al. (1986) Sand - Average

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.500
0.0002	0.998	0.0002	0.800
0.0005	0.980	0.0005	1.300
0.001	0.949	0.001	1.900
0.002	0.917	0.002	2.500
0.005	0.832	0.005	3.700
0.010	0.729	0.010	5.300
0.020	0.600	0.020	7.700
0.050	0.421	0.050	12.000
0.100	0.291	0.100	15.300
0.200	0.188	0.200	18.700
0.500	0.098	0.500	22.600
1.000	0.060	1.000	24.400
2.000	0.036	2.000	25.900
5.000	0.016	5.000	27.300



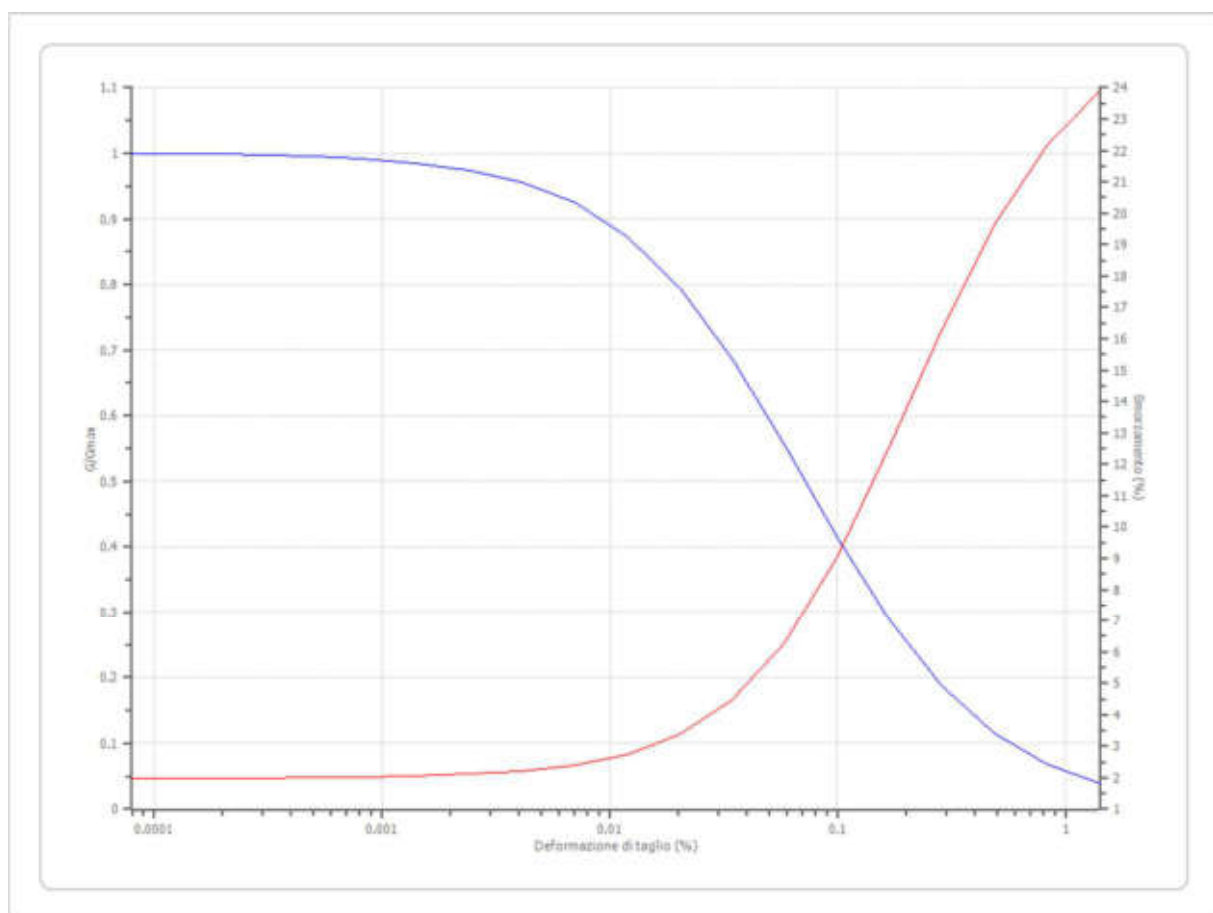
Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	1.000	0.001	0.800
0.003	0.986	0.003	1.400
0.010	0.966	0.010	2.800
0.030	0.931	0.030	5.100
0.100	0.900	0.100	9.800
0.300	0.850	0.300	15.500
1.000	0.779	1.000	21.000
3.000	0.720	3.000	25.000
10.000	0.671	10.000	28.000



Lombardia - Limi sabbiosi

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.00008	1.000	0.00008	1.9826
0.0001	0.99915	0.0001	1.98695
0.0002	0.9985	0.0002	1.9903
0.0003	0.9974	0.0003	1.9962
0.0005	0.9953	0.0005	2.0067
0.0008	0.9918	0.0008	2.02525
0.0014	0.98555	0.0014	2.05825
0.0024	0.97465	0.0024	2.11705
0.0041	0.956	0.0041	2.222
0.007	0.9246	0.007	2.4103
0.0119	0.87385	0.0119	2.7498
0.0202	0.7964	0.0202	3.36165
0.0343	0.6886	0.0343	4.4464
0.0583	0.556	0.0583	6.2701
0.099	0.41535	0.099	9.0215
0.1684	0.2876	0.1684	12.55055
0.2862	0.1867	0.2862	16.2968
0.4866	0.11545	0.4866	19.6163
0.8272	0.0691	0.8272	22.15295
1.4063	0.0405	1.4063	23.89285



Stratigrafia

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Numero sottostrati	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	Riporto	--	3.0	Seed et al. (1986) Gravel	0	95.70	--	17.0	235.0	10.8
2	G	3.0	4.0	Seed et al. (1986) Gravel	0	358.11	--	19.0	430.0	59.6
3	AL	7.0	8.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	0	127.42	--	20.0	250.0	138.3
4	GS	15.0	7.0	Seed et al. (1986) Gravel	0	703.28	--	22.0	560.0	221.8

5	AS	22.0	11.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	0	259.25	--	22.0	340.0	331.5
6	Limi argillosi organici e limi debolmente sabbiosi	33.0	18.0	Lombardia - Limi sabbiosi	0	342.51	--	21.0	400.0	499.2
7	Sabbie limose con interstrati ghiaiosi	51.0	31.0	Seed et al. (1986) Sand - Average	0	433.49	--	21.0	450.0	773.4
8	Ghiaie subarrotondate lavate	82.0	14.0	Seed et al. (1986) Gravel	0	509.68	--	20.0	500.0	1018.2
9		oo	--	Smorzamento costante	0	28862.38	--	26.0	3300.0	1089.5

Strato con falda: 2
Strato rilevamento accelerogramma: 9 Affiorante

Profilo	Velocità onde di taglio	Tensione verticale
3.00 [m]	235.0 [m/s]	10.8 [kPa]
4.00 [m]	430.0 [m/s]	59.6 [kPa]
8.00 [m]	250.0 [m/s]	138.3 [kPa]
7.00 [m]	560.0 [m/s]	221.8 [kPa]
11.00 [m]	340.0 [m/s]	331.5 [kPa]
18.00 [m]	400.0 [m/s]	499.2 [kPa]
31.00 [m]	450.0 [m/s]	773.4 [kPa]
82.00 [m]	500.0 [m/s]	1018.2 [kPa]
14.00 [m]	500.0 [m/s]	1018.2 [kPa]
96.00 [m]	3300.0 [m/s]	1089.5 [kPa]
oo		

Elaborazione

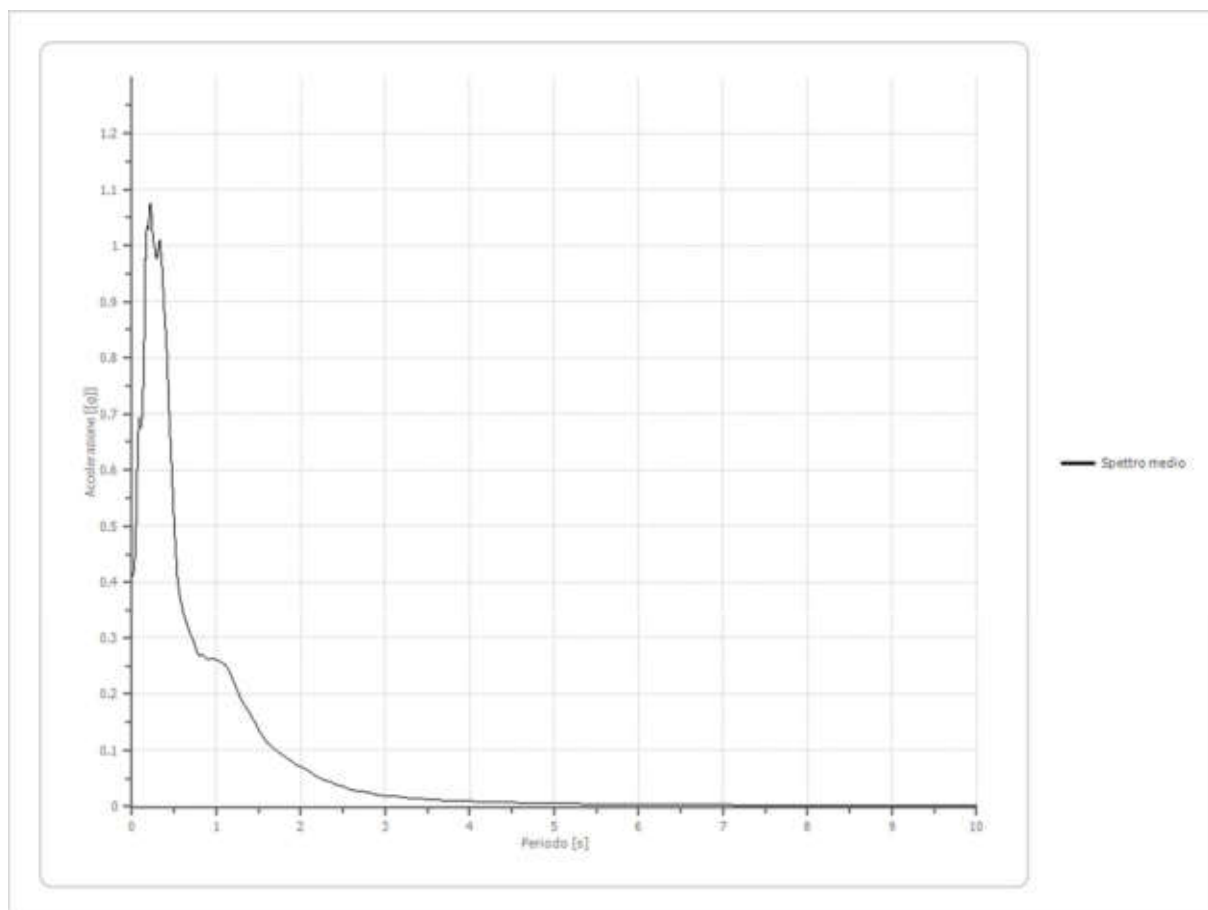
Numero di iterazioni 50
 Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
 Tipo di modulo elastico Shake
 Massimo errore percentuale di convergenza 1.55 E-04

Fattori di amplificazione: ICMS 2018

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.2950	0.32	1.0028	0.70	0.3026	1.85	0.0841	4.50	0.0075
0.01	0.3560	0.33	1.0107	0.72	0.2981	1.90	0.0791	4.60	0.0071
0.02	0.4166	0.34	0.9934	0.74	0.2892	1.95	0.0745	4.70	0.0068
0.03	0.4277	0.35	0.9769	0.76	0.2788	2.00	0.0705	4.80	0.0065
0.04	0.4637	0.36	0.9556	0.78	0.2714	2.05	0.0665	4.90	0.0062
0.05	0.5090	0.37	0.9239	0.80	0.2675	2.10	0.0622	5.00	0.0059
0.06	0.5915	0.38	0.8911	0.82	0.2688	2.15	0.0576	5.10	0.0057
0.07	0.6273	0.39	0.8689	0.84	0.2691	2.20	0.0531	5.20	0.0055
0.08	0.6944	0.40	0.8469	0.86	0.2668	2.25	0.0493	5.40	0.0051
0.09	0.6769	0.41	0.8197	0.88	0.2632	2.30	0.0460	5.60	0.0048
0.10	0.6749	0.42	0.7838	0.90	0.2619	2.35	0.0432	5.80	0.0045
0.11	0.6801	0.43	0.7472	0.92	0.2623	2.40	0.0404	6.00	0.0042
0.12	0.6941	0.44	0.7049	0.94	0.2631	2.50	0.0350	6.20	0.0039

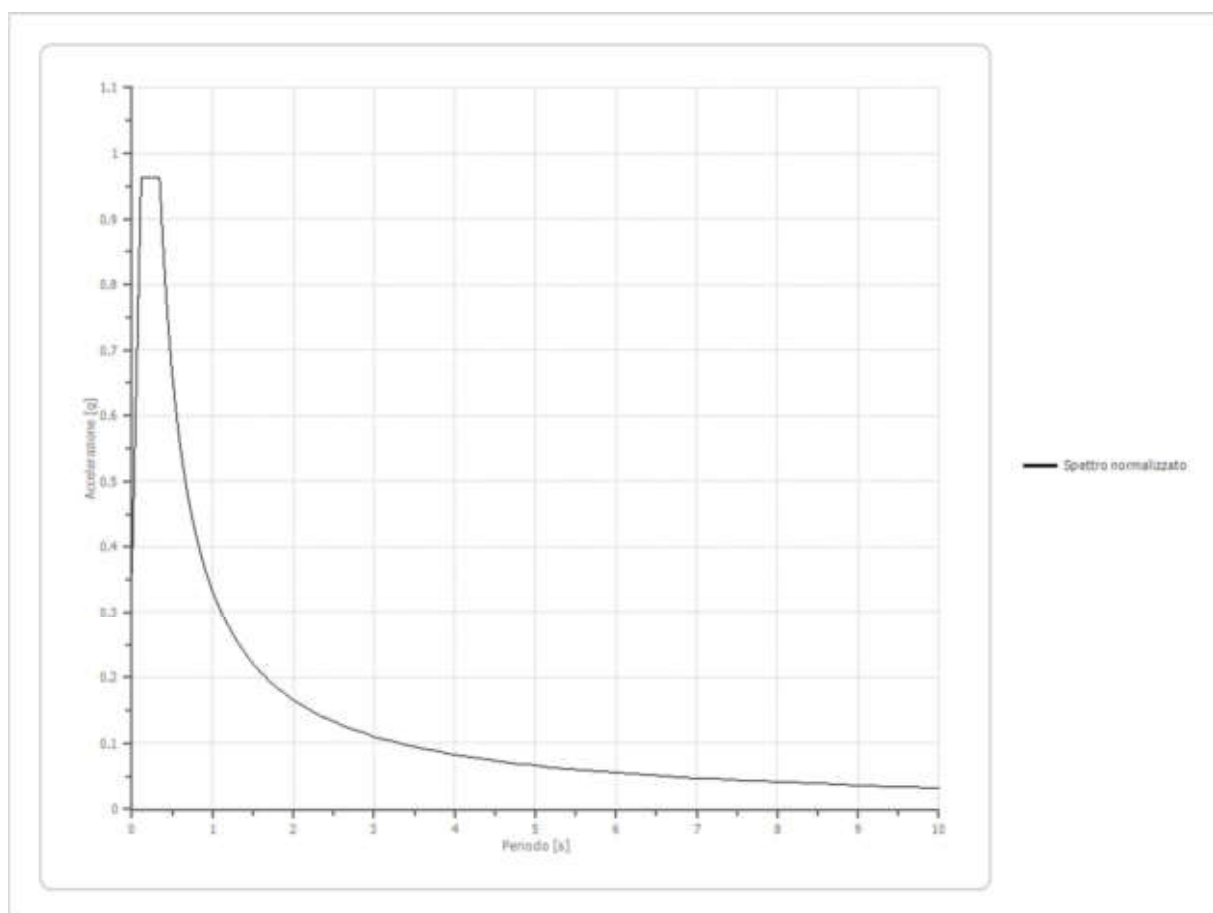
0.13	0.7308	0.45	0.6683	0.96	0.2631	2.60	0.0301	6.40	0.0037
0.14	0.7922	0.46	0.6393	0.98	0.2617	2.70	0.0270	6.60	0.0035
0.15	0.8541	0.47	0.6078	1.00	0.2618	2.80	0.0243	6.80	0.0033
0.16	0.9767	0.48	0.5747	1.05	0.2556	2.90	0.0218	7.00	0.0032
0.17	1.0197	0.49	0.5378	1.10	0.2521	3.00	0.0198	7.20	0.0030
0.18	1.0358	0.50	0.5059	1.15	0.2409	3.10	0.0182	7.40	0.0029
0.19	1.0289	0.51	0.4788	1.20	0.2230	3.20	0.0167	7.60	0.0028
0.20	1.0384	0.52	0.4534	1.25	0.2058	3.30	0.0153	7.80	0.0027
0.21	1.0697	0.53	0.4285	1.30	0.1874	3.40	0.0141	8.00	0.0026
0.22	1.0743	0.54	0.4070	1.35	0.1764	3.50	0.0130	8.50	0.0023
0.23	1.0592	0.55	0.3913	1.40	0.1633	3.60	0.0121	9.00	0.0021
0.24	1.0301	0.56	0.3808	1.45	0.1506	3.70	0.0113	9.50	0.0020
0.25	1.0149	0.57	0.3714	1.50	0.1363	3.80	0.0106	10.00	0.0019
0.26	1.0032	0.58	0.3657	1.55	0.1243	3.90	0.0100		
0.27	1.0001	0.60	0.3510	1.60	0.1136	4.00	0.0095		
0.28	0.9871	0.62	0.3378	1.65	0.1074	4.10	0.0090		
0.29	0.9766	0.64	0.3295	1.70	0.1013	4.20	0.0086		
0.30	0.9818	0.66	0.3197	1.75	0.0947	4.30	0.0082		
0.31	0.9896	0.68	0.3119	1.80	0.0895	4.40	0.0078		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.256	0.32	0.9639	0.70	0.4743	1.85	0.1795	4.50	0.0738

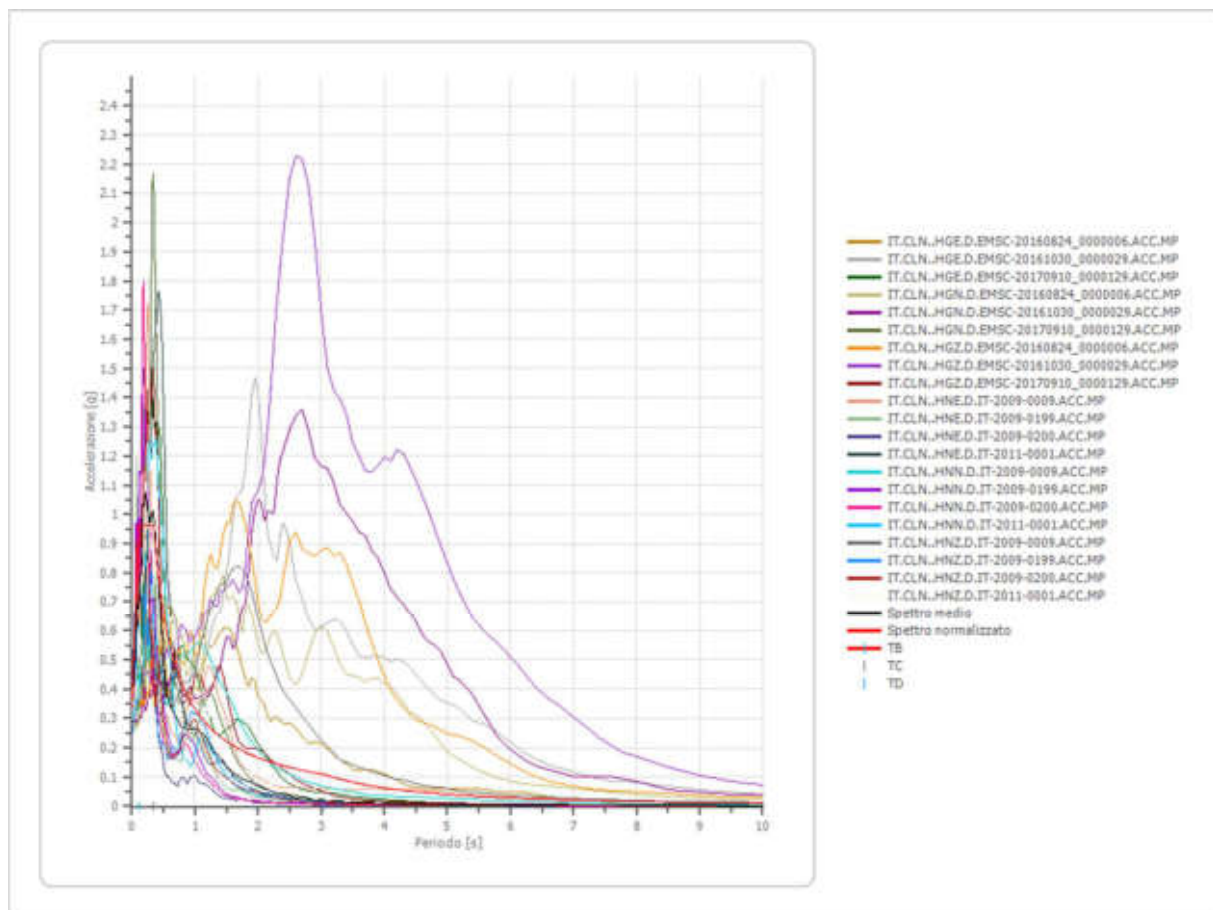
0.01	0.4119	0.33	0.9639	0.72	0.4611	1.90	0.1747	4.60	0.0722
0.02	0.4645	0.34	0.9639	0.74	0.4486	1.95	0.1703	4.70	0.0706
0.03	0.5172	0.35	0.9485	0.76	0.4368	2.00	0.1660	4.80	0.0692
0.04	0.5699	0.36	0.9222	0.78	0.4256	2.05	0.1619	4.90	0.0678
0.05	0.6225	0.37	0.8973	0.80	0.4150	2.10	0.1581	5.00	0.0664
0.06	0.6752	0.38	0.8737	0.82	0.4049	2.15	0.1544	5.10	0.0651
0.07	0.7279	0.39	0.8513	0.84	0.3952	2.20	0.1509	5.20	0.0638
0.08	0.7805	0.40	0.8300	0.86	0.3860	2.25	0.1476	5.40	0.0615
0.09	0.8332	0.41	0.8097	0.88	0.3773	2.30	0.1443	5.60	0.0593
0.10	0.8859	0.42	0.7904	0.90	0.3689	2.35	0.1413	5.80	0.0572
0.11	0.9385	0.43	0.7721	0.92	0.3609	2.40	0.1383	6.00	0.0553
0.12	0.9639	0.44	0.7545	0.94	0.3532	2.50	0.1328	6.20	0.0535
0.13	0.9639	0.45	0.7378	0.96	0.3458	2.60	0.1277	6.40	0.0519
0.14	0.9639	0.46	0.7217	0.98	0.3388	2.70	0.1230	6.60	0.0503
0.15	0.9639	0.47	0.7064	1.00	0.3320	2.80	0.1186	6.80	0.0488
0.16	0.9639	0.48	0.6916	1.05	0.3162	2.90	0.1145	7.00	0.0474
0.17	0.9639	0.49	0.6775	1.10	0.3018	3.00	0.1107	7.20	0.0461
0.18	0.9639	0.50	0.6640	1.15	0.2887	3.10	0.1071	7.40	0.0449
0.19	0.9639	0.51	0.6510	1.20	0.2767	3.20	0.1037	7.60	0.0437
0.20	0.9639	0.52	0.6384	1.25	0.2656	3.30	0.1006	7.80	0.0426
0.21	0.9639	0.53	0.6264	1.30	0.2554	3.40	0.0976	8.00	0.0415
0.22	0.9639	0.54	0.6148	1.35	0.2459	3.50	0.0949	8.50	0.0391
0.23	0.9639	0.55	0.6036	1.40	0.2371	3.60	0.0922	9.00	0.0369
0.24	0.9639	0.56	0.5928	1.45	0.2290	3.70	0.0897	9.50	0.0349
0.25	0.9639	0.57	0.5824	1.50	0.2213	3.80	0.0874	10.00	0.0332
0.26	0.9639	0.58	0.5724	1.55	0.2142	3.90	0.0851		
0.27	0.9639	0.60	0.5533	1.60	0.2075	4.00	0.0830		
0.28	0.9639	0.62	0.5355	1.65	0.2012	4.10	0.0810		
0.29	0.9639	0.64	0.5187	1.70	0.1953	4.20	0.0790		
0.30	0.9639	0.66	0.5030	1.75	0.1897	4.30	0.0772		
0.31	0.9639	0.68	0.4882	1.80	0.1844	4.40	0.0755		



Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.2560	2.683285	--	0.115	0.344	3.037	0.359	0.964	1.403

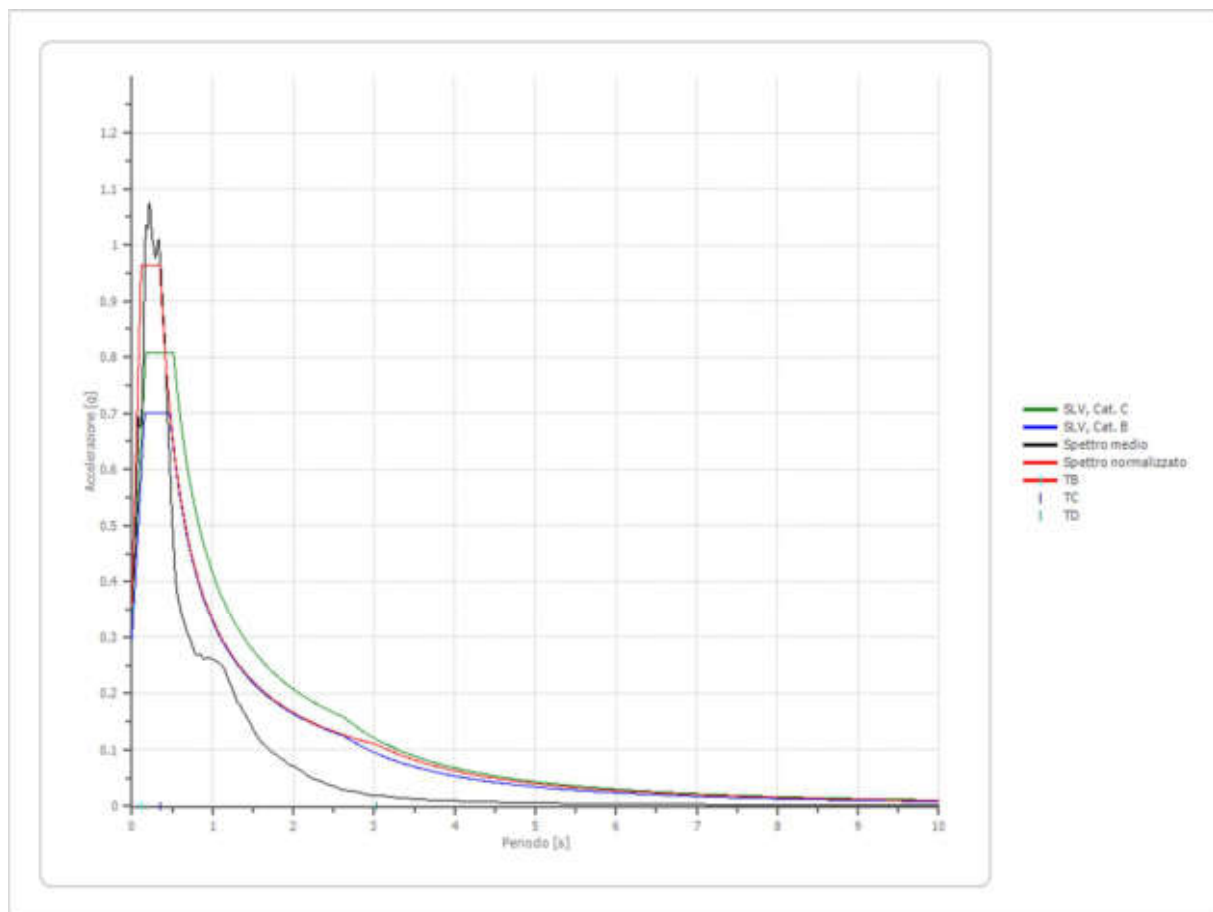
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività à SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguardia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C	Operatività à SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguardia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B
Tr [anni]	30	50	475	975	30	50	475	975
ag [g]	0.077	0.102	0.256	0.329	0.077	0.102	0.256	0.329
Fo	2.396	2.334	2.363	2.403	2.396	2.334	2.363	2.403
Tc* [s]	0.272	0.281	0.344	0.362	0.272	0.281	0.344	0.362
Ss	1.50	1.50	1.34	1.23	1.20	1.20	1.16	1.08
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.61	1.60	1.49	1.47	1.43	1.42	1.36	1.35
TB [s]	0.146	0.150	0.171	0.177	0.129	0.133	0.156	0.163
TC [s]	0.439	0.449	0.514	0.532	0.388	0.398	0.468	0.488
TD [s]	1.908	2.008	2.624	2.916	1.908	2.008	2.624	2.916
Se(0) [g]	0.115	0.153	0.342	0.403	0.092	0.122	0.296	0.357
Se(TB) [g]	0.277	0.357	0.809	0.969	0.221	0.286	0.700	0.857



Profilo a max

	0.0 [m]	3.0 [m]	7.0 [m]	15.0 [m]	22.0 [m]	33.0 [m]	51.0 [m]	82.0 [m]	96.0 [m]
IT.CLN.. HGE.D. EMSC- 2016082 4_00000 06.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGE.D. EMSC- 2016103 0_00000 29.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGE.D. EMSC- 2017091 0_00001 29.ACC. MP [g]	0.408	0.388	0.370	0.282	0.218	0.188	0.283	0.233	0.329

IT.CLN.. HGN.D. EMSC- 2016082 4_00000 06.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGN.D. EMSC- 2016103 0_00000 29.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGN.D. EMSC- 2017091 0_00001 29.ACC. MP [g]	0.429	0.410	0.389	0.218	0.168	0.162	0.274	0.219	0.329
IT.CLN.. HGZ.D. EMSC- 2016082 4_00000 06.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGZ.D. EMSC- 2016103 0_00000 29.ACC. MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HGZ.D. EMSC- 2017091 0_00001 29.ACC. MP [g]	0.454	0.436	0.406	0.197	0.172	0.189	0.266	0.198	0.329
IT.CLN.. HNE.D.I T-2009- 0009.AC C.MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HNE.D.I T-2009-	0.479	0.388	0.292	0.180	0.214	0.178	0.202	0.237	0.329

0199.AC C.MP [g]									
IT.CLN.. HNE.D.I T-2009- 0200.AC C.MP [g]	0.494	0.288	0.237	0.196	0.225	0.246	0.203	0.244	0.329
IT.CLN.. HNE.D.I T-2011- 0001.AC C.MP [g]	0.441	0.415	0.394	0.286	0.240	0.154	0.265	0.314	0.329
IT.CLN.. HNN.D. IT-2009- 0009.AC C.MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HNN.D. IT-2009- 0199.AC C.MP [g]	0.465	0.416	0.367	0.219	0.229	0.196	0.218	0.303	0.329
IT.CLN.. HNN.D. IT-2009- 0200.AC C.MP [g]	0.433	0.386	0.350	0.159	0.222	0.257	0.194	0.253	0.329
IT.CLN.. HNN.D. IT-2011- 0001.AC C.MP [g]	0.428	0.389	0.346	0.255	0.214	0.130	0.204	0.237	0.329
IT.CLN.. HNZ.D.I T-2009- 0009.AC C.MP [g]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
IT.CLN.. HNZ.D.I T-2009- 0199.AC C.MP [g]	0.252	0.218	0.205	0.147	0.124	0.163	0.183	0.176	0.329

IT.CLN.. HNZ.D.I T-2009- 0200.AC C.MP [g]	0.330	0.252	0.230	0.166	0.168	0.201	0.185	0.248	0.329
IT.CLN.. HNZ.D.I T-2011- 0001.AC C.MP [g]	0.327	0.280	0.266	0.155	0.153	0.163	0.215	0.225	0.329
media [g]	0.412	0.356	0.321	0.205	0.196	0.186	0.224	0.241	0.329
Dev. St. [g]	0.072	0.074	0.071	0.048	0.037	0.037	0.037	0.039	0.000

