

CENTRALE DI STOCCAGGIO GAS DI FIUME TRESTE (CH)

INSTALLAZIONE UNITA' ELCO-EC5

OPERE ELETTRICHE UTENTE

RELAZIONE GEOTECNICA



Stato di Validità	Numero Rev.	Data	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato	Approvato Committente
EX-DE	01	12/07/2022	Emissione per Enti	SCALERCIO (GREEN&GREEN)	MARZIALI	CARBONARI	STOGIT
EX-DE	00	30/06/2022	Emissione per Enti	SCALERCIO (GREEN&GREEN)	MARZIALI	CARBONARI	STOGIT
Logo e Denominazione Commerciale Committente			Nome del Progetto		Identificativo Committente		
 STOGIT			Installazione Unità ELCO-EC5		041105DALB34412 Commessa N. NS/20029/R-M01		
Logo e Denominazione Commerciale Progettista			Identificativo Progettista				
 SAIPEM			05-CI-E-11001 Commessa N. 023118				
Logo e Denominazione Commerciale Fornitore			Codice Fornitore		n.a.		
 green & green WE ENGINEERING			Ordine N		1365739		
Nome Infrastruttura		Ubicazione		Scala	Foglio di Fogli		
Centrale di Stoccaggio Gas di Fiume Treste		San Salvo (CH) e Cupello (CH)		n.a.	1 /127		
Titolo Documento				Sostituisce il N. Sostituito dal N.			
Relazione geotecnica				Area Impianto		Unità di Impianto	
				n.a.		05	

Software: Microsoft Word

File No. 041105DALB34412_EXDE01_127.pdf

This document is property of Stogit S.p.A who will safeguard its rights according to the civil and penal provision of the law.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 2 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1.	SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE	3
2.	RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE.....	3
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	4
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
5.	ASSETTO GEOLOGICO LOCALE	10
6.	ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI.....	16
7.	PROGETTO DISS	17
8.	MICROZONAZIONE SISMICA	19
9.	NORMATIVA SISMICA	24
9.1.	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	24
9.2.	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE	25
9.3.	STRATEGIA PROGETTUALE	26
9.4.	SPETTRI ELASTICI.....	27
10.	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	35
11.	DISCUSSIONE INDAGINI	42
12.	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DEFINITIVO	50
13.	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	51
14.	CONCLUSIONI	53

ALLEGATI:

- REPORT INDAGINI MASW
- ATLANTE FOTOGRAFICO SONDAGGI
- SCHEDE DI SONDAGGIO
- CERTIFICAZIONI PROVE GEOTECNICHE

Logo e Denominazione Commerciale Committente 	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 3 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

1. PREMESSA

Il presente documento ha come oggetto la realizzazione di una sottostazione elettrica utente 150/20 kV, richiesta per l'alimentazione di un nuovo compressore elettrico che la Società STOGIT S.p.A. ha in programma di installare nella centrale di compressione gas "Fiume Treste", situata nel comune di Cupello nella frazione di Montalfano e nel comune di San Salvo, entrambi situati nella provincia di Chieti.

Nel corpo della relazione viene descritto il comportamento geotecnico del terreno su cui saranno poste le opere e la risposta del terreno nei confronti delle accelerazioni sismiche.

In fase esecutiva, le ipotesi e le prescrizioni contenute nella presente relazione dovranno essere necessariamente verificate. Se il confronto tra i dati forniti dalla presente relazione e quelli provenienti da osservazioni dirette dovesse evidenziare differenze sostanziali, nel pieno rispetto del D.M. 17/01/2018, le indagini dovranno essere necessariamente integrate e le opere adeguate alle eventuali criticità riscontrate.

1.1. SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE

L'obiettivo del lavoro è stato quello di fornire una caratterizzazione generali del sito investigato ed un modello geologico-tecnico di dettaglio; in particolare, lo studio è stato impostato seguendo le direttive ministeriali e regionali, allo scopo di definire le caratteristiche litostratigrafiche, le sollecitazioni dinamiche cicliche attese, definire le caratteristiche geotecniche.

La caratterizzazione geotecnica è stata effettuata per mezzo di una campagna geognostica, consistita nella realizzazione di n°2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 20 m, e nella realizzazione di:

-n°2 profili verticali di velocità delle onde di taglio S. I sondaggi sono stati corredati da prove di laboratorio geotecnico, comprendenti:

-n°2 prove di taglio diretto consolidate drenate (CD) per la definizione dei parametri di taglio in condizioni drenate (tensioni totali);

-n°3 prove triassiali non-consolidate non-drenate (UU) per la definizione dei parametri di taglio in condizioni non-drenate (tensioni efficaci);

-n°1 prova di compressione edometrica.

2. RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE

La presente relazione e gli studi ad essa associati sono redatti in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica, fra cui di seguito sono elencati i principali riferimenti:

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 4 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

- ✓ Decreto Ministero dei Lavori Pubblici n. 47 (11 marzo 1988) “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- ✓ Circolare Min. LL.PP: 24 settembre 1988 n° 30483: “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- ✓ Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, Strutture di contenimento ed Aspetti geotecnici (1998);
- ✓ Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 settembre 1988 n.30483 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”. (Pres. Cons. Superiore — Servizio Tecnico Centrale);
- ✓ D.P.R 6 giugno 2001 n. 380: “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (ordinanza n. 3274 – Allegati 1, 2 e 3);
- ✓ Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al DM 14/01/2008. Circolare 02/02/2009 n° 617 C.S.LL.PP;
- ✓ DM 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni;

È necessario ricordare che le norme stesse tengono conto del fatto che la fase di progetto non è sufficiente per definire nei dettagli la reale situazione geologico-tecnica. È necessario pertanto che, in base a quanto disposto dalle norme medesime, sia da eseguirsi, in relazione alle esigenze della fase costruttiva, il controllo delle ipotesi di progetto attraverso i dati ottenuti con verifiche nel corso dei lavori, adottando il cosiddetto “Metodo Osservazionale”, volto al controllo e all'eventuale modifica di quelle variabili di progetto sensibili alle caratteristiche geologiche e geotecniche effettivamente riscontrate.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'area oggetto del presente studio ricade nei territori comunali di Cupello (CH) e San Salvo (CH); l'area è posta a quote comprese fra circa 170 m e 280 m sul livello medio del mare, in un contesto collinare.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 5 / 127
			Stato di Validità EX-DE	N. Rev. 01	

Nell'elaborazione del presente lavoro è stato necessario avvalersi di cartografia tecnica e tematica, reperita attraverso la consultazione di appositi portali, utilizzando i servizi di consultazione WMS e di scaricamento WFS-WCS:

- GeoPortale Nazionale, servizi di consultazione WMS: [Servizio WMS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](http://www.minambiente.it);
- GeoPortale Nazionale, servizi di scaricamento dati vettoriali WFS: [Servizio di scaricamento WFS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](http://www.minambiente.it);
- GeoPortale Nazionale, servizi di scaricamento dati raster WCS: [Servizio di scaricamento WCS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](http://www.minambiente.it);
- Geoportale Regione Abruzzo, servizi di scaricamento dati vettoriali WMS.

Per l'area è disponibile la cartografia Geologica CarG in scala 1:50.000 - ISPRA, foglio 372 "Vasto". In rete è inoltre disponibile il Piano Regolatore Esecutivo (PRE) del comune di Cupello (CH) e il Piano Regolatore Generale (PRG) di San Salvo (CH), con relative tavole.

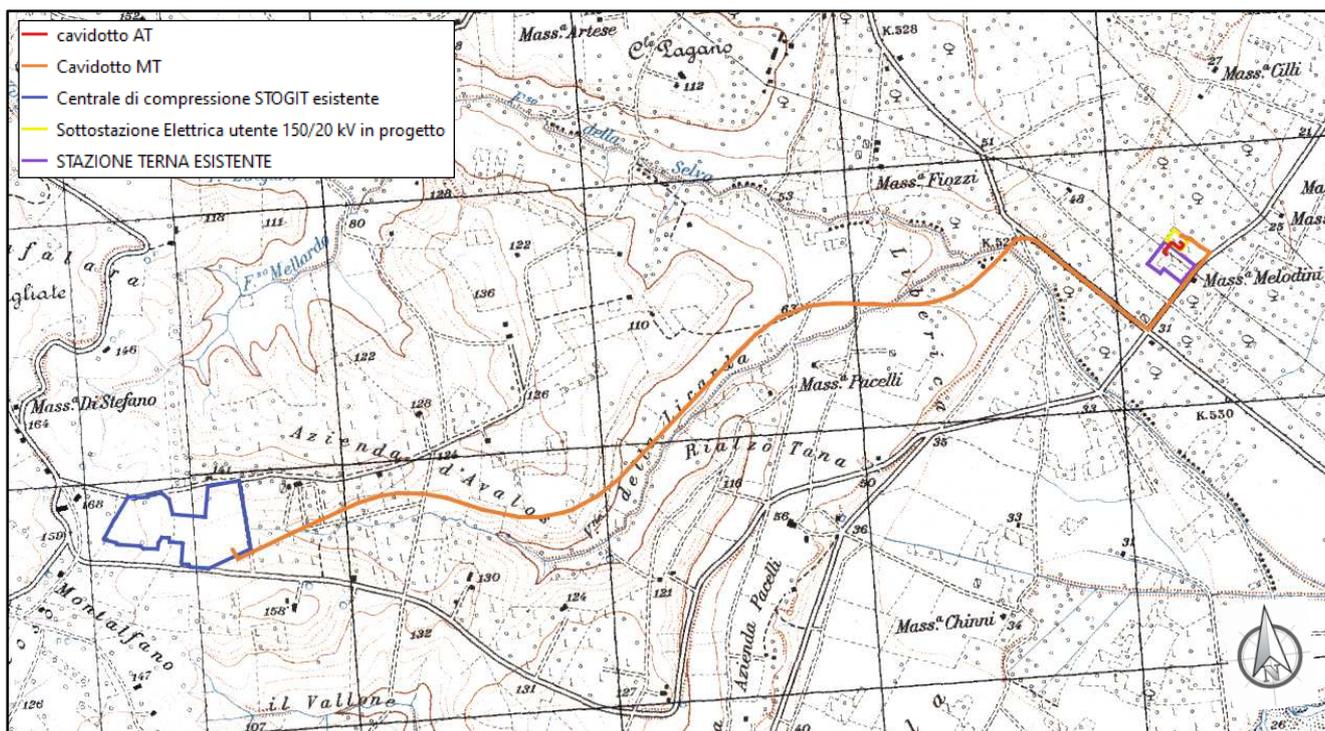


Figura 1 - Inquadramento territoriale dell'area di studio su base Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000, da livello WMS GeoPortale Nazionale

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 6 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	



Figura 2- Inquadramento territoriale dell'area di studio (fonte immagine satellitare Google Earth)

Logo e Denominazione Commerciale Committente 	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 7 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Al fine di definire l'assetto geologico generale, si farà riferimento alle note illustrative del foglio 372 – "Vasto" della cartografia geologica CarG in scala 1:50.000, situato nella porzione centrale della costa adriatica. L'area in oggetto si colloca nella porzione più esterna della catena dell'Appennino centro-meridionale passante verso est all'avampaese adriatico. Qui i fronti più esterni, sia affioranti che sepolti, coinvolgono le unità alloctone molisane poste ad oriente della zona assiale di catena dove pieghe e sovrascorrimenti coinvolgono le unità carbonatiche meso-cenozoiche laziali-abruzzesi (Figura 3). In particolare, le aree comprese nel foglio "Vasto" sono caratterizzate dalla presenza in affioramento della successione silicoclastica del Pliocene superiore - Pleistocene inferiore in concordanza al di sopra dei depositi del Pliocene medio nel settore orientale di avampaese e discordante sulle strutture della catena.

Il dettaglio delle formazioni presenti può essere dedotto dalla cartografia CarG, che rappresenta la cartografia di riferimento.

La consultazione della cartografia citata mostra che l'area è litologicamente caratterizzata da:

-Depositolioceni (olo_{b2}) *Pleistocene medio-Olocene*:

Coltre eluvio-colluviale costituiti da limi, argille, sabbie, con sparsi clasti centimetrici arenacei, selciferi e calcarei; in particolare, le facies sedimentarie quaternarie riguardano depositi eluvio-colluviali e depositi alluvionali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi;

-Sintema della Stazione di San Salvo (SZV_b) – *Pleistocene superiore*:

Conglomerati (ghiaie) clastosostenuti a clasti poligenici, ben arrotondati, da centimetrici a decimetrici, con stratificazione incrociata a basso angolo; sono presenti lenti di spessore da centimetriche a decimetriche di sabbie e più rare e sottili a carattere argilloso. La parte di tetto presenta caratteristiche di piana alluvionale, con laminazione parallela o incrociata a basso angolo e sedimentazione prevalentemente sabbiosa;

-Formazione di Mutignano (FMT_a) – *Pliocene superiore-Pleistocene inferiore*:

Argille ed argille marnose di colore grigio azzurre, con intercalati livelli sottili di sabbie gialle, sabbie limose e sabbie microconglomeratiche. La maggiore concentrazione di sabbie si ha in corrispondenza della porzione più bassa affiorante della successione, nei pressi della località Montalfano, mentre verso l'alto sono predominanti le argille, ben visibili nelle forme calanchive a sud di Cupello.

-Sintema di San Salvo (VLS) – *Pleistocene medio*:

Conglomerati clasto-sostenuti, da mediamente arrotondati a ben arrotondati, poligenici, con litotipi calcarei selciferi e arenacei, con intercalazioni sabbiose. L'orizzonte superiore è caratterizzato da un certo grado di alterazione; l'ambiente di formazione è tipicamente di piana alluvionale.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 8 / 127
			Stato di Validità EX-DE	N. Rev. 01	

Il tratto terminale del cavidotto e la centrale sono poste nel contesto di un morfotipo di conoide, che si configura come un *alluvial fan*.

Viene di seguito riportata la Carta geologica d'Italia 1:50000 – progetto CarG, foglio 372 “Vasto”

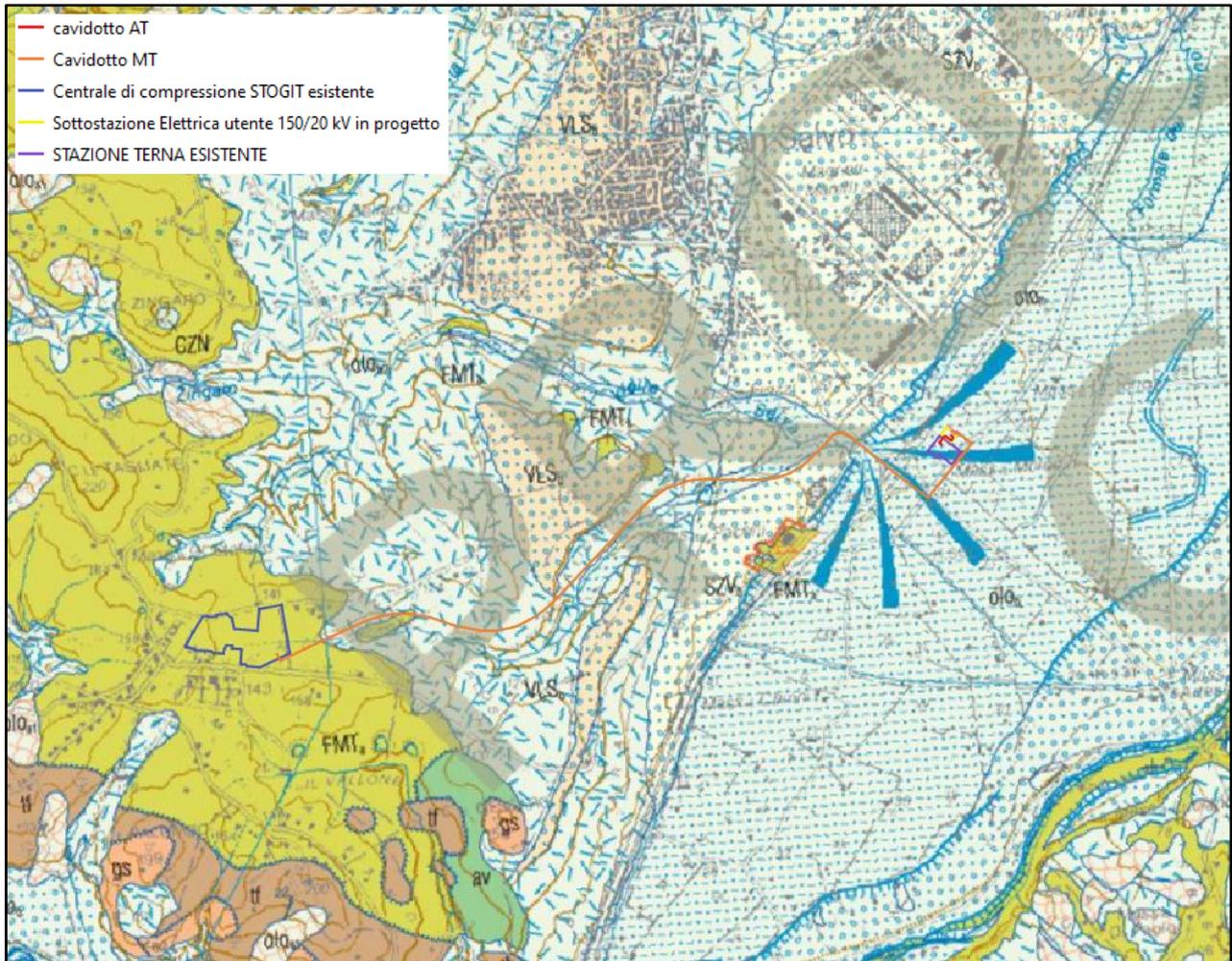


Figura 3. Carta geologica d'Italia 1:50.000 e relativa legenda - progetto CarG, foglio 372 “Vasto”. In rosso l'intervento di progetto.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 9 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

SUCCESSIONE DEL QUATERNARIO CONTINENTALE

Depositi olocenici
Depositi di frana poligenici in assetto caotico. In generale sono formati da blocchi conglomeratici, imballati in depositi sabbioso-argillosi (nelle aree di affioramento della Successione marina del Pliocene superiore - Pleistocene), o da blocchi di calcari o gessi di dimensione fino a decametrica, imballati in terreni argillosi grigi (nelle aree di affioramento dell'Unità del F. Treste) (olo₃). Sabbie e ghiaie alluvionali, con livelli e lenti di argille e torbe; i livelli ghiaiosi sono costituiti da ciastri, poligenici, di dimensioni da decimetriche a centimetriche, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi sabbiosi; nella parte alta possono divenire prevalenti livelli limoso-sabbiosi bruni e grigi con ciottoli sparsi, riferibili ad ambienti di piana esondabile. Altezze di ghiaie e sabbie a stratificazione pianoparallela o incrociata riferibili ad ambiente di conoide alluvionale. La base è costituita dal contatto erosivo con i depositi del substrato argilloso o dal contatto con i depositi continentali più antichi; il limite superiore è costituito dalla superficie del deposito localmente rimodellata dall'attività antropica (olo₃).
Coltre eluvio-colluviale costituita da limi, argille e sabbie, con sparsi ciastri centimetrici arenacei, selciferi e calcarei; sono presenti frequenti concrezioni calcaree particolarmente in corrispondenza del contatto con le unità sottostanti (olo₂).
Prodotto eluviale costituito da limi e argille brune e grigie laminate e bioturbate (olo₂).
Sabbie eoliche a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente addensate (olo₂).
Peliti e peliti sabbioso-ciottolose palustri, terreni di bonifica, torbe e sedimenti limno-palustri (olo₁).
Sabbie di spiaggia a granulometria medio-fine sciolte, ghiaie con ciottoli eterometrici di forma generalmente discoidale, da arrotondati a subarrotondati (olo₁).
Depositi antropici caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di manufatti (olo₁).
OLOCENE - ATTUALE

SISTEMA DELLA STAZIONE SAN SALVO
Conglomerati ciastrosostenuti con ciottoli poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche; presentano stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, con lenti sabbiose decimetriche o metriche e localmente lenti argillose; nella parte alta sono prevalenti livelli e lenti sabbiosi con stratificazione pianoparallela o incrociata; sono riferibili ad ambiente di piana alluvionale. La base è costituita dalla superficie erosiva del contatto sui depositi delle formazioni marine. Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale della sommità del deposito. Lo spessore massimo raggiunge i 10-15 m. Lungo il F. Trigno i depositi sono terrazzati a quote comprese tra i 30 e 45 m sul fondovalle.
PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

SISTEMA DEL TORRENTE BUONANOTTE
Sabbie, limi e ghiaie, con ciottoli ben arrotondati, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), di dimensioni centimetriche e decimetriche, immersi in una abbondante matrice sabbiosa-limosa; sono riferibili ad ambiente di conoide alluvionale. Lo spessore massimo è circa 10 m. Lungo il T. Buonanotte i depositi sono terrazzati a quote comprese tra i 40 e 50 m sul fondovalle.
PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

SISTEMA DI SAN SALVO
Conglomerati ciasto-sostenuti, con ciottoli da mediamente a ben arrotondati, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi); si intercalano lenti e livelli sabbiosi. La base non è osservabile in affioramento; il tetto è costituito da una superficie profondamente rimodellata, e frequentemente coperta da una coltre di alterazione, o dal contatto con i sistemi più recenti. Lo spessore affiorante varia da pochi metri a circa 15 m. Questi depositi sono riferibili ad ambienti di piana alluvionale e sono terrazzati a quote variabili sul fondovalle, comprese tra 80 m e 100 m lungo il F. Trigno.
PLEISTOCENE MEDIO p.p.

FORMAZIONE DI MUTIGNANO
Sabbie ed arenarie da fini a molto grossolane di colore giallastro, frequentemente bioturbate, in strati da sottili a spessi, con lenti e livelli conglomeratici, con ciastri calcarei e silicei generalmente ben arrotondati. Le sabbie presentano stratificazioni incrociate sia a basso sia ad alto angolo, con cinostratificazione prevalente verso nord. Le laminazioni sono generalmente incrociate a basso ed alto angolo, sia planari sia a truogolo e spesso bidirezionali, con ripples simmetrici tipici di ambiente di spiaggia sia emerso che sommerso e di piana intertidale. In questi casi possono localmente essere intercalate a sottili livelli silicei o argillosi, generalmente massivi o sottilmente laminati, che spesso drappeggiano le strutture sedimentarie sottostanti. Gli affioramenti sono localizzati nella porzione settentrionale del Foglio. Lo spessore massimo osservabile si aggira sui 30-40 metri nel settore a nord di Vasto. associazione sabbioso-conglomeratica (FMT₁).
Altezze di sabbie e sabbie silteose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille silteose grigiastre sottilmente laminate. Sono presenti strutture trattive e rari ciottoli arrotondati. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari ad 1. Rappresenta il termine di transizione tra la sottostante associazione pelitico-sabbiosa e la sovrastante associazione sabbioso-conglomeratica. L'ambiente deposizionale è riconducibile alla transizione tra il sistema di offshore e il sistema delizico. Gli affioramenti sono molto limitati e localizzati a Monte Gazzano, nella zona centrale del Foglio. Lo spessore della successione è molto ridotto e si aggira sui 5-10 metri. associazione sabbioso-pelitica (FMT₂).
Argille ed argille marmose di colore grigio azzurro, compatte, spesso a frattura concoide, con intercalati livelli sottili di sabbie gialle, sabbie limose e sabbie microconglomeratiche. Le intercalazioni sabbiose possono presentare laminazione pianoparallela e incrociata. Il rapporto sabbia/argilla è sempre nettamente inferiore all'unità. Localmente sono presenti livelli fossiliferi a pecten, gasteropodi e molluschi. La maggiore concentrazione di sabbie si ha in corrispondenza della porzione più bassa affiorante della successione, nei pressi della località Montalfano, mentre verso l'alto sono predominanti le argille, ben visibili nelle forme calanchive che si sviluppano a S di Cupello. Sulla base dei caratteri generali delle facies l'ambiente dovrebbe corrispondere ad un'area di offshore al largo di un sistema delizico. Caratterizza gli affioramenti delle porzioni centro-meridionali del Foglio. Lo spessore affiorante della litofacies è valutabile in almeno 170 m. associazione pelitico-sabbiosa (FMT₃).
Lo spessore complessivo della formazione è di almeno 200 m.
PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE INFERIORE p.p.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 10 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	



Soprassegna delle facies sedimentarie quaternarie



Figura 4 – Legenda della carta geologica d'Italia 1:50.000 e relativa legenda - progetto CarG, foglio 372 "Vasto". In rosso l'intervento di progetto.

5. ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

Il dettaglio delle condizioni geologiche viene desunto attraverso la consultazione della Carta Geologico-tecnica in scala 1:5.000 del PRE Comune di Cupello e del PRG Comune di San Salvo.

CARTA GEOLOGICO – TECNICA DEL COMUNE DI CUPELLO

L'area è caratterizzata da:

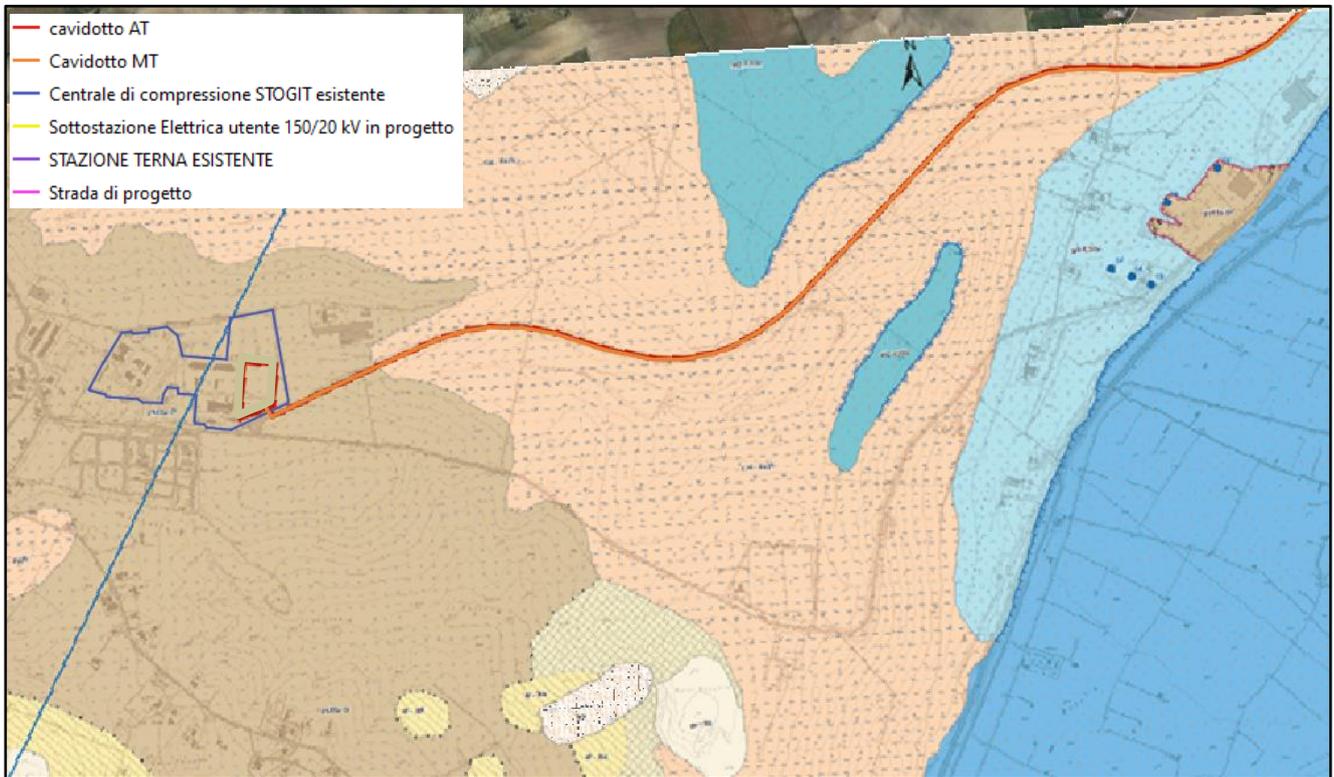
-deposito eluvio-colluviali (Col) (*Olocene*) costituiti da limi, argille e sabbie limose, con colorazioni dall'avana al bruno-rossiccio, con frequenti concrezioni calcaree biancastre;

-depositi alluvionali terrazzati (at3) (*Pleistocene superiore*): ghiaie da clasto-sostenute a matrice sostenute, con ciottoli poligenici, ben arrotondati, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, presentano stratificazione incrociata a basso angolo o piano parallela, con ciottoli spesso embriciati; il grado di cementazione è in genere modesto o nullo. All'interno dei corpi ghiaiosi sono presenti lenti sabbiose, localmente argillose, di spessore decimetrico o metrico;

-Formazione di Mutignano-Associazione pelitico-sabbiosa (FMTa) (*Pliocene superiore-Pleistocene inferiore*) caratterizzata da argille ed argille marnose, di colore grigio azzurro, compatte, spesso a

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 11 / 127
			Stato di Validità EX-DE	N. Rev. 01	

frattura concoide, con intercalati livelli sottili di sabbie gialle, sabbie limose e sabbie micro conglomeratiche.



Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 12 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Legenda

Unità Geologiche

Unità Geologiche Continentali

	Depositi eluvio-colluviali (Col) – costituiti da limi, argille e sabbie limose, con colorazioni dall'avana al bruno-rossiccio, con frequenti concrezioni calcaree biancastre. Sono caratterizzati da struttura interna generalmente massiva e costituiscono il prodotto di alterazione dei depositi pelitico-sabbiosi della successione terrigena. Il limite inferiore è costituito da sfumature di colore con la sottostante successione pelitica. In base alle indagini geognostiche presentano uno spessore variabile da 3 a 11 m, e risultano ubicati soprattutto nell'area di raccordo con il fondovalle e lungo le vallecole dei fossi. Età: Olocene (F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI-ROMA, 2011). Corrisponde a olob2 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 foglio 372 «Vasto».
	Depositi di frana (Fra) - depositi originati dal movimento del terreno a causa della gravità secondo cinematismi variabili quali scomimenti, colamento, etc. Sono costituiti da limi argillosi e sabbie limose, sono disposti in modo caotico e derivano dal disfacimento dei sovrastanti litotipi affioranti. Età: Olocene. (F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI-ROMA, 2011). Corrisponde a oloa1 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 foglio 372 «Vasto».
	Depositi alluvionali attuali (All) - depositi alluvionali attuali, di golena o di alvei abbandonati: sono costituiti in prevalenza da ghiaie sabbiose in matrice limoso-sabbiosa e da sabbie limose. Lo spessore è limitato e si aggira sui 10-15 m. Età: Olocene (F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI-ROMA, 2011). Corrisponde a olob della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 foglio 372 «Vasto».
	At1 depositi alluvionali terrazzati: Depositi costituiti da ghiaie a matrice sabbiosa con intercalazioni di livelli e lenti decimetriche di sabbie. Le ghiaie presentano evidenze di embriature in direzione E-W e sono riferibili ad ambiente fluviale o di conoide alluvionale. Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo sui litotipi argillosi delle successioni marine (FMTa), il limite superiore è costituito dalla topografia attuale che si presenta profondamente rimodellata rispetto alla morfologia originaria dei depositi. Tali sedimenti si rinvencono in piccoli lembi nell'area di Colle Zingaro, ad altezze di circa 180 m sopra il fondovalle attuale del F. Trigno. Gli affioramenti sono molto esigui e l'attribuzione è ipotizzata al Pleistocene medio p.p. sulla base dei rapporti morfo-litostatigrafici con i depositi più recenti e con le successioni marine (F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI-ROMA, 2011). Corrisponde a Unità di Colle Zingaro (CZN) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 foglio 372 «Vasto».
	At2 depositi alluvionali terrazzati: Conglomerati eterometrici d'astio sostenuti da moderatamente a poco cementati, contenenti ciottoli poligenici (arenacei, calcarei e seloferi), da mediamente a ben arrotondati, intercalati a lenti e livelli sabbiosi. Si tratta di depositi riferibili ad ambienti di conoide e di piana alluvionale, la cui base non è osservabile in affioramento, mentre il tetto è rappresentato da una superficie profondamente rimodellata e generalmente coperta da suoli e da una coltre eluvio-colluviale. Gli affioramenti, di limitata estensione, costituiscono un terrazzo osservabile con buona continuità ubicato tra 80 e 100 m rispetto al fondovalle del F. Trigno. Lo spessore varia da pochi metri a circa 15 m e l'età è riferibile al Pleistocene medio p.p. (F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI-ROMA, 2011). Corrisponde a Sintema di San Salvo (VLSb) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 foglio 372 «Vasto».
	At3 depositi alluvionali terrazzati: Ghiaie da clasto-sostenute a matrice sostenute, con ciottoli poligenici, ben arrotondati, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, presentano stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, con ciottoli spesso embriati; il grado di cementazione è in genere modesto o nullo. All'interno dei corpi ghiaiosi sono presenti lenti sabbiose, localmente argillose, di spessore decimetrico o metrico. Localmente si intercalano livelli sabbiosi, di spessore variabile da 50-60 cm a 4-5 m, in strati da medi a sottili e con laminazioni pianoparallele e incrociate. Nella parte alta sono presenti prevalentemente depositi sabbiosi, all'interno dei quali sono frequenti noduli di riprecipitazione di carbonato di calcio. Sono riferibili ad ambienti fluviali, di canale o di barra, di sistemi deposizionali braided per la parte bassa e facies di piana esondabile per la parte alta. Lo spessore è variabile da pochi metri fino a 18 m (nei sondaggi eseguiti in Località Liberica). La base è costituita dalla superficie erosiva del contatto sui depositi della formazione marina (FMTa) e l'età è riferibile al Pleistocene superiore p.p. (F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI-ROMA, 2011). Corrisponde a Sintema della Stazione di San Salvo (SZV) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 foglio 372 «Vasto».

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 13 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Unità Litotecniche

Substrato geologico rigido e non rigido

Unità litotecnica lapidea – B

Ammasso strutturalmente ordinato



B1 - Rocce stratificate, strutturalmente ordinate, caratterizzate da strati medi (10-30 cm), spessi (30-10 cm), molto spessi (100-300 cm).
Corrisponde alla categoria "LPS"- Substrato geologico lapideo stratificato degli "Standard di rappresentazione e archiviazione - Microzonazione sismica v.3.1"; DPC.



B4 - Rocce stratificate costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza). La componente lapidea è 25% < Lapidio <75%. Corrisponde alla categoria "ALS"- Substrato geologico alternanza di litotipi non stratificato degli "Standard di rappresentazione e archiviazione - Microzonazione sismica v.3.1"; DPC.

Ammasso strutturalmente disordinato



Bc - La componente pelitica è predominante ed include olistoliti che possono rientrare in A e B. Corrisponde alla categoria "AL"-Alternanza di litotipi degli "Standard di rappresentazione e archiviazione - Microzonazione sismica v.3.1"; DPC.

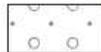
Unità litotecnica coesiva sovraconsolidata – D



D - Argille e limi.
Corrisponde alla categoria «NR» Substrato geologico non rigido degli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica v 3.1"-DPC

Terreni di copertura

Unità litotecniche granulari non cementate o poco cementate – E



E3 - Ghiaia Sabbiosa.
Corrisponde alla categoria «GM» Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo degli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica v 3.1"-DPC

Unità litotecniche coesive – F



F4 - Argilla - limosa.
Corrisponde alla categoria «CL» Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre degli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica v 3.1"-DPC"

Unità Geologiche del Pleistocene di transizione dal marino al continentale

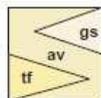


Argille e Conglomerati di Ripa Teatina (RPT): Si tratta di ciottolame poligenico, di dimensioni variabili, con lenti di sabbie giallastre e di argille grigio-verdognole, sciolto o debolmente cementato fino a puddinga, grossolanamente stratificato, generalmente ferritizzato e più o meno elaborato da azioni eluviali. La facies è variabile da fluvio-deltizia a litorale. Questi sedimenti clastici grossolani mostrano una facies di ambiente marino, anche se litorale, che va progressivamente assumendo un aspetto sempre più marcatamente continentale. Tali depositi rappresentano la chiusura del ciclo di sedimentazione calabrianica. Nella parte basale sono presenti puddinghe più o meno cementate con lenti di sabbie e di argille sabbiose. Gli elementi clastici, generalmente ben arrotondati sono costituiti principalmente da calcari, brecciole, arenarie silicee, selce e, in misura subordinata, da rocce cristalline. Il grado di cementazione va man mano diminuendo e si passa a ciottolame più appiattito, debolmente cementato o addirittura sciolto. Nelle lenti argilloso-sabbiose, presenti nella parte basale, si rinvenivano rari e poco significativi elementi microfaunistici. La stratificazione è, generalmente, indistinta e lo spessore varia tra 5 e 10 m. Questa facies affiora solo nella zona sommitale della collina che ospita l'abitato di Cupello e l'età è riferibile al Pleistocene medio p.p. (F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI-ROMA, 2011). Corrisponde a Argille e conglomerati di Ripa Teatina (RPT) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 foglio 372 «Vasto».

Unità Geologiche marine



Formazione di Mutignano - Associazione pelitico-sabbiosa (FMTa) – Rappresenta il termine stratigrafico più basso della Formazione di Mutignano e caratterizza il vasto territorio meridionale di Cupello. Ad esclusione delle forme calanchive presenti lungo il Vallone Strampanato e lungo le maggiori incisioni fluviali, la formazione mostra scarsi affioramenti e risulta ricoperta da depositi eluvio-colluviali. Dal punto di vista litologico, si tratta di argille ed argille marmose, di colore grigio-azzurro, compatte, spesso a frattura concoidale, con intercalati livelli sottili di sabbie gialle, sabbie limose e sabbie micropelagiche. Le intercalazioni sabbiose possono presentare laminazione piano-parallela e incrociata. Il rapporto sabbia/argilla è sempre nettamente inferiore all'unità. Localmente sono presenti livelli fossiliferi a pecten, gasteropodi e molluschi. La maggior concentrazione di sabbie si ha in corrispondenza della base della successione, nei pressi della località Montalfano, mentre verso l'alto sono predominanti le argille, ben visibili nelle forme calanchive che si sviluppano lungo il Vallone Strampanato, a sud di Cupello. Lo spessore affiorante della litofacies è valutabile in almeno 200 m. L'associazione pelitico-sabbiosa (FMTa) è di età riferibile al Pliocene superiore-Pleistocene inferiore (F. CALAMITA, T. PIACENTINI, A. PIZZI, G. RUSCIADELLI, F. TRINCARDI-ROMA, 2011). Corrisponde a Associazione pelitico-sabbiosa (FMTa) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 foglio 372 «Vasto».



Unità del F. Treste. Tali unità costituiscono olistoliti e/o olistostromi e sono rappresentate, dai termini più antichi a quelli più giovani, da lembi di Argille Variegata (av), della Formazione di Tuffillo (tf) e dell'Associazione Gessosa (gs).

Argille Variegata (av). Rappresentano i termini più antichi in affioramento e sono costituite da argille più o meno marmose, di colore dal rosso al violaceo e al brunastro, dal grigio al verde oliva. Al loro interno si rinvenivano in modo diffuso brandelli di litologie diverse, generalmente di piccole dimensioni. Generalmente mascherano i limiti delle altre unità e si rinvenivano sull'Associazione Gessosa e sulla Formazione di Tuffillo. A Colle Gessaro, sono ricoperte, attraverso un contatto discordante, dalla Formazione di Mutignano. Lo spessore osservabile in affioramento si aggira sui 100 m. L'età è Cretaceo superiore-Miocene inferiore.

Formazione di Tuffillo (tf). Sono costituite da alternanze di marne e marne calcaree, calcari marnosi e marne argillose grigio-verdoline e bianche, strati medi di torbiditi calcarenitiche, biocalcarenitiche, calcari compatti avana con sottili intercalazioni di marne chiare e selce marrone. Lo spessore è valutabile in 25-50 m. L'età è Serravalliano inferiore-Tortoniano.

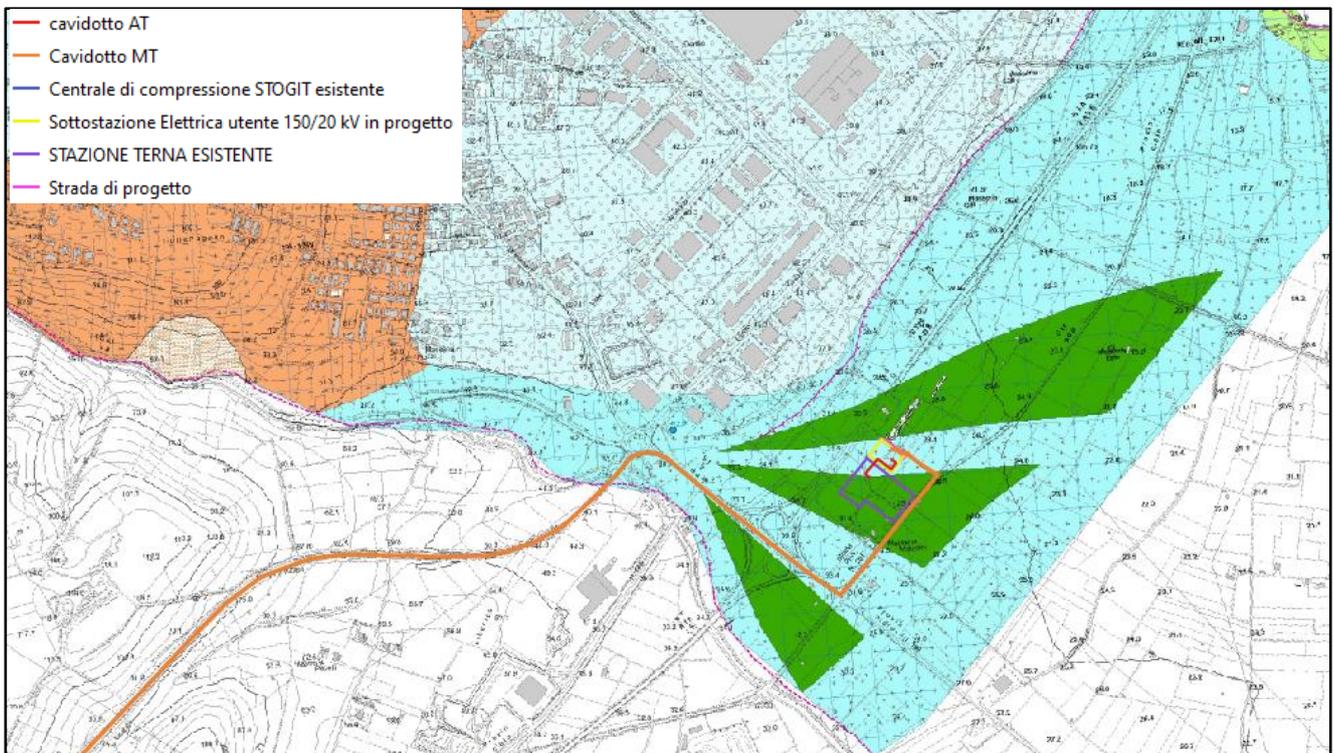
Associazione Gessosa (gs). E' costituita da gessi selenitici con strutture a "coda di rondine" e gessi microcristallini bianchi e grigi, localmente ricristallizzati, in grossi banchi e strati. Le dimensioni dei cristalli variano con lo spessore degli strati. Nei blocchi di dimensioni maggiori (come nella Località Colle Palumbo) è possibile ricostruire una stratigrafia locale costituita alla base da livelli di diatomiti e marne Inoplaee. Seguono gessi primari microcristallini passanti verso l'alto a gessi laminati con strutture piano parallele e ondulato, costituite da gessoruditi, gessareniti e gessosiliti (balatino), variamente alternati, ma in generale con gradazione granulometrica normale. I lembi di questa formazione si ritrovano all'interno delle Argille Variegata o al tetto della Formazione di Tuffillo. Lo spessore della successione affiorante si aggira sui 70 m. L'età è Messiniano. Corrisponde a (UTS) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 foglio 372 «Vasto».

Figura 5- Carta geologico-tecnica del PRE del Comune di Cupello (CH)

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 14 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

CARTA GEOLOGICO-TECNICA DEL COMUNE DI SAN SALVO

L'area dell'impianto che ricade nel Comune di San Salvo (CH) è caratterizzata essenzialmente da depositi alluvionali (all) recenti costituiti da sabbie e ghiaie alluvionali, con livelli e lenti di argille; i livelli ghiaiosi sono costituiti da clasti poligenici di dimensioni da decimetriche a centimetriche da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi sabbiosi. Si evince dalla Figura 9, la presenza di prodotti depositati da una conoide alluvionale. I prodotti della conoide per come definiti nella cartografia ricadono nell'Unità Litotecnica E7, Limo sabbioso, e configurano la conoide come un *alluvial fan sheetflood dominated* (*sensu* Blair & MacPherson, 1992).



Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 15 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

LEGENDA

Unità Geologiche (U.G.)

Unità Geologiche Continentali (U.G.C.)

(Fonte CARG 372 Vasto)

Olocene

Depositi di frana (fra)

Depositi caratterizzati da litologie differenti a seconda delle unità coinvolte. Si tratta generalmente di depositi pelitici e pelitico sabbiosi.

Depositi antropici (ant)

Depositi antropici caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di laterizi. Le perimetrazioni possono contenere localmente alcuni metri di materiale colluviale alla base. Spessore: 3-8 m.

Depositi di spiaggia (spi)

Affioranti su gran parte della piana costiera, sono costituiti prevalentemente da sabbie a granulometria medio-fine, sciolte, e in prossimità della foce del torrente Buonanotte, da ghiaie con ciottoli eterometrici. Spessori variabili da 3 a circa 11 m.

Depositi di duna eolica (de)

I depositi colici sono costituiti da sabbie a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente addensate.

Le dune incipienti sono sempre di dimensioni molto ridotte, con una ampiezza massima di qualche metro, ma spesso inferiore a un metro, e altezza di qualche decimetro. In molti casi la porzione di litorale interessata dalle dune costiere è stata intensamente antropizzata con la rimozione, il rimaneggiamento e il rimodellamento dei depositi e la distruzione delle forme originarie.

Depositi alluvionali (all)

Depositi alluvionali recenti costituiti da sabbie e ghiaie alluvionali, con livelli e lenti di argille; i livelli ghiaiosi sono costituiti da elasti, poligenici, di dimensioni da decimetriche a centimetriche, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi sabbiosi; nella parte alta possono divenire prevalenti livelli limoso-sabbiosi bruni e grigi con ciottoli sparsi, riferibili ad ambienti di piana esondabile. Alternanze di ghiaie e sabbie a stratificazione pianoparallela o incrociata riferibili ad ambiente di conoide alluvionale. La base è costituita dal contatto erosivo con i depositi del substrato argilloso o dal contatto con i depositi continentali più antichi; il limite superiore è costituito dalla superficie del deposito localmente rimodellata dall'attività antropica. Spessori variabili da 3 a circa 7 m.

Depositi palustri (lac)

Sono costituiti da peliti e peliti sabbioso-ciottolose palustri, terreni di bonifica, e sedimenti limno-palustri. Sono riferibili ad ambienti generalmente palustri, nella maggior parte dei casi oggetto di interventi di bonifica, in diversi momenti durante il secolo scorso. Spessore estremamente variabile da 3 m a 5 m.

Coltre eluvio colluviale (col)

Materiale detritico a sedimentazione gravitativa e/o da ruscellamento diffuso e/o concentrato. Si riscontrano lungo le linee di impluvio o alla base dei versanti interessati. La litologia è estremamente variabile in base alla tipologia del substrato che ha generato il detrito. Essa può spaziare da limi argillosi e sabbiosi a sabbie limose, di colore da avana a bruno, che a luoghi possono inglobare ghiaie e ciottolotti centimetrici calcarei ed arenacei o limi e argille brune e grigie laminate e bioturbate.

Spessore estremamente variabile da 3 m a 10 m.

Pleistocene Sup.

Depositi alluvionali terrazzati (at n)

Depositi alluvionali recenti, costituiti da ghiaie, ghiaie sabbiose, a matrice sostenute, con ciottoli poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), ben arrotondati, di dimensioni da centimetriche a decimetriche; presentano stratificazione incrociata a basso angolo (fino a 30°) o pianoparallela, con ciottoli spesso embriicati; il grado di cementazione è in genere modesto o nullo. All'interno dei corpi ghiaiosi sono presenti lenti sabbiose, localmente argillose, di spessore decimetrico o metrico. Lo spessore affiorante varia da pochi metri a circa 15 m. La numerazione indicata al posto della lettera "n" definisce l'ordine di terrazzamento.

Unità Geologiche Marine (U.G.M.)

(Fonte CARG 372 Vasto)

Associazione pelitico-sabbiosa (FMTa) [non affiorante]

Non affiora nel territorio in studio, tuttavia ne rappresenta il substrato geologico, al di sotto dei spessi e differenti terreni di copertura. La litofacies è caratterizzata da argille ed argille marmose di colore grigio, con intercalazioni, sempre più frequenti verso l'alto, di sottili livelli sabbioso-limosi e sabbiosi, talora fossiliferi (bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodemi), a granulometria fine e media. Il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Lo spessore minimo è di circa 50 m fino a valori superiori a 100-200 m (da letteratura). L'età è riferibile alla parte alta del Pliocene superiore (biozona a G. inflata). Pleistocene inferiore p.p.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 16 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Unità Litotecniche (U.L.)

Unità di Copertura

UNITÀ LITOTECNICHE GRANULARI



E2 - Ghiaia



E3 - Ghiaia sabbiosa



E4 - Sabbie



E7 - Limo sabbioso

ADDENSAMENTO

II Moderatamente addensato

III Poco addensato

IV Sciolto

UNITÀ LITOTECNICHE COESIVE



F3 - Limo-argilloso



F4 - Argilla limosa

CONSISTENZA

IV Moderatamente consistente



G - Terreni di origine antropica (riporti) con diverso grado di addensamento.

Col

Unità geologica di appartenenza

E5

Suddivisione granulometrica

III

Stato di addensamento/consistenza

Elementi geomorfologici:

Forme di superficie areali: Instabilità di Versante



Corpo di frana di scorrimento rotazionale attivo



Corpo di frana complessa quiescente



Corpo di frana, cartografato nel PAI (foglio - 372-O)

Altri elementi areali



Conoide alluvionale

Forme sepolte areali



Area con cavità sepolte

Forme di superficie lineari

H < 10m

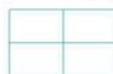
10m < H < 20m

Orlo di scarpata morfologica

Elementi idrogeologici e di sottosuolo

● n Profondità in m del substrato rigido raggiunto dal sondaggio

● n Profondità in m del sondaggio che non ha raggiunto il substrato rigido



Area con falda a profondità dal p.c < 15m

Figura 6- Carta geologico-tecnica del PRG del Comune di San Salvo (CH)

6. ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI

Il catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults) colleziona le informazioni disponibili sulle faglie capaci, cioè le faglie che potenzialmente possono creare deformazione tettonica permanente in superficie, che interessano il territorio italiano.

Lo stralcio che di seguito si riporta conferma l'assenza di segmenti di faglia capace nell'intorno dell'area di realizzazione dell'impianto.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 17 / 127
			Stato di Validità EX-DE	N. Rev. 01	

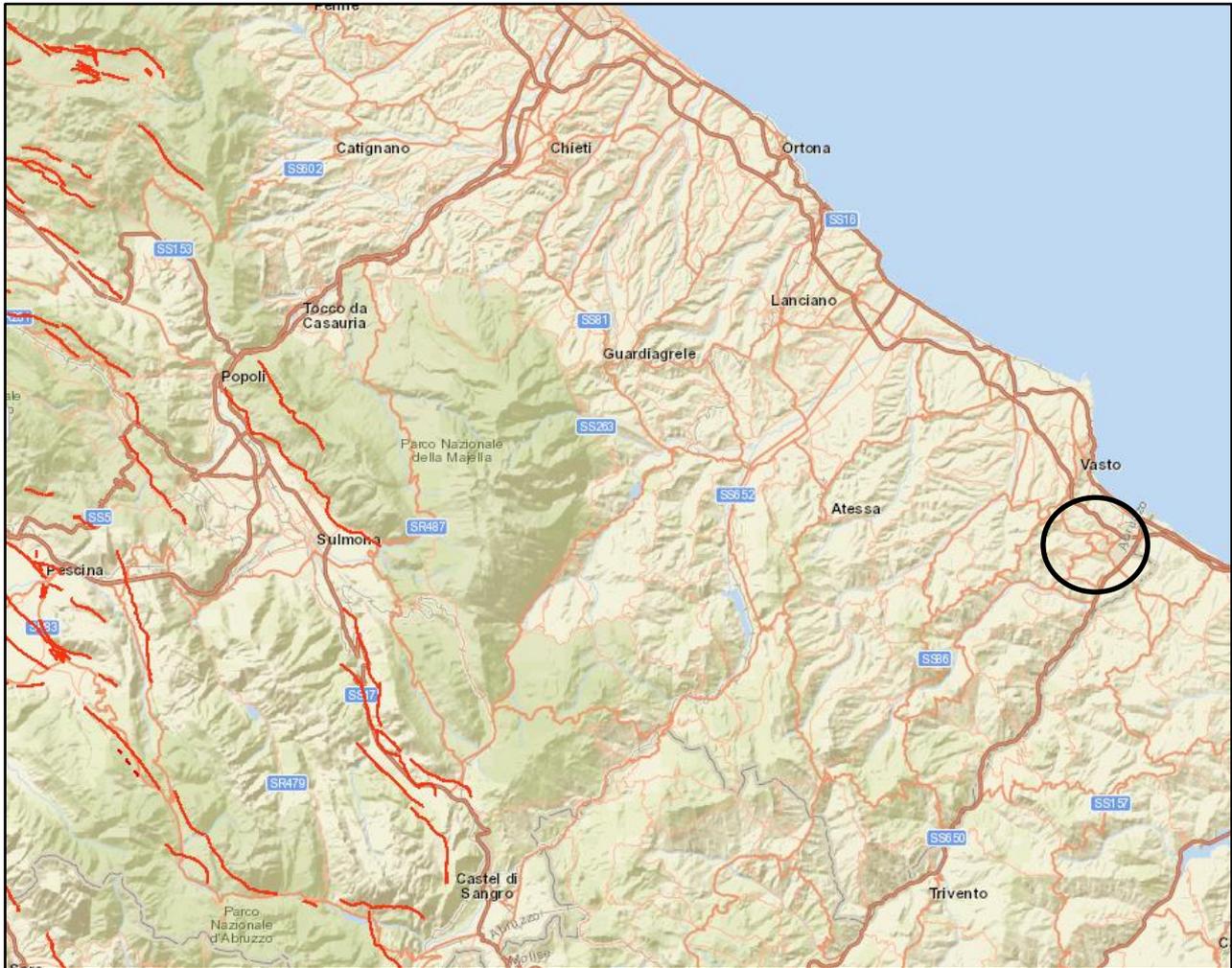


Figura 7- Le faglie capaci presenti all'intorno dell'area di studio, contenute nel database ITHACA (GeoMapView, ISPRA - <http://sqi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>). L'ellisse nero indica l'area di progetto.

Dalla consultazione del database ITHACA, si evince che non sono presenti faglie attive e capaci nell'area di studio. Le faglie attive e capaci più prossime all'area di progetto sono poste ad una distanza tale da poter escludere fenomeni di rottura superficiale legati a questi lineamenti.

7. PROGETTO DISS

Per il presente studio si fa riferimento al DISS 3.3.0 (*Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy*) che individua per l'area oggetto del presente studio le sorgenti sismogenetiche.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 18 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

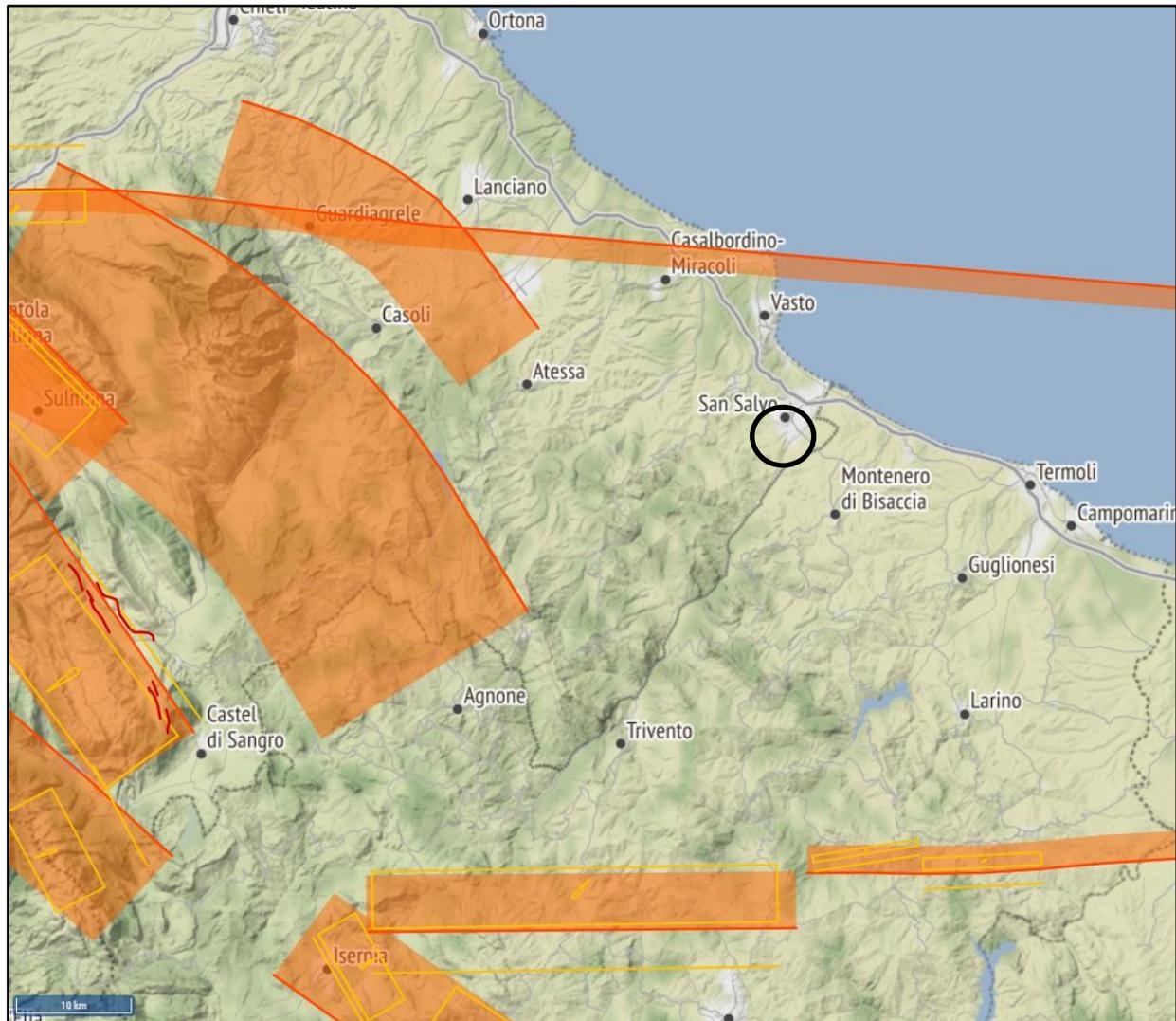


Figura 8- Le Sorgenti Sismogenetiche della Regione Abruzzo, contenute nella nuova versione del “*Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy*”; per l’ubicazione dell’area in esame ([DISS - Mapper \(ingv.it\)](http://DISS- Mapper (ingv.it))).

La più prossima fra le aree sismogenetiche è denominata “Tocco Casauria-Tremiti”, con magnitudo massima 7.5 Mw e 11 km di profondità minima.

Risultano, inoltre, prossima all’area di studio la sorgente “*Shallow Abruzzo Citeriore Basal Thrust*”, con magnitudo massima di 6,6 MW e 3 km di profondità minima e la “*Deep Abruzzo Citeriore Basal Thrust*”, con magnitudo massima di 7,5 MW e 8 km di profondità minima.

Esistono numerose altre sorgenti sismogeniche, che risultano di minore importanza a causa della maggiore lontananza dall’area di studio.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 19 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

8. MICROZONAZIONE SISMICA

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E DELLE FREQUENZE DI RISONANZA – PRE DI CUPELLO

Nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica del Comune di Cupello, sono state distinte diverse aree all'interno delle quali si ritiene omogeneo il comportamento in termini di risposta sismica, alla luce delle caratteristiche geologico-geomorfologiche di superficie e della geologia del sottosuolo. Dalla consultazione della stessa si evince che l'impianto ricade in zona 2 e zona 3 per quanto riguarda le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali; non interessa, invece, zone di attenzione per instabilità, come è possibile osservare in Figura 26.

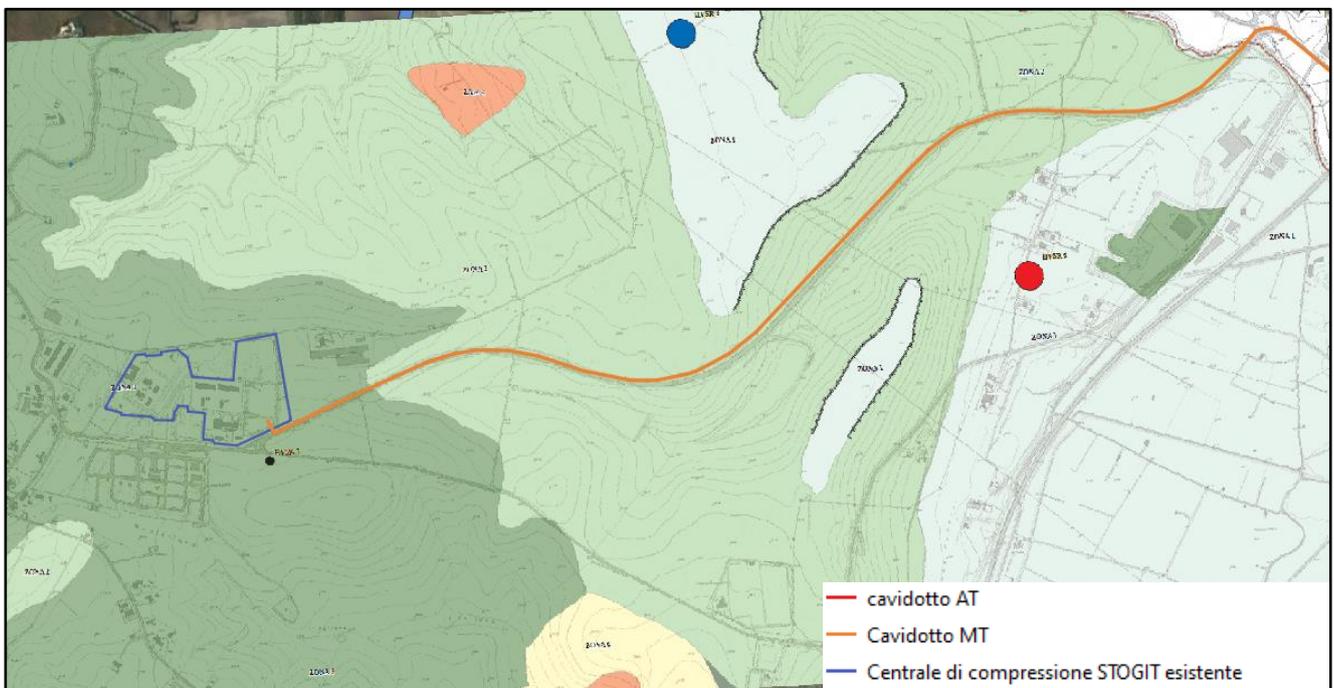
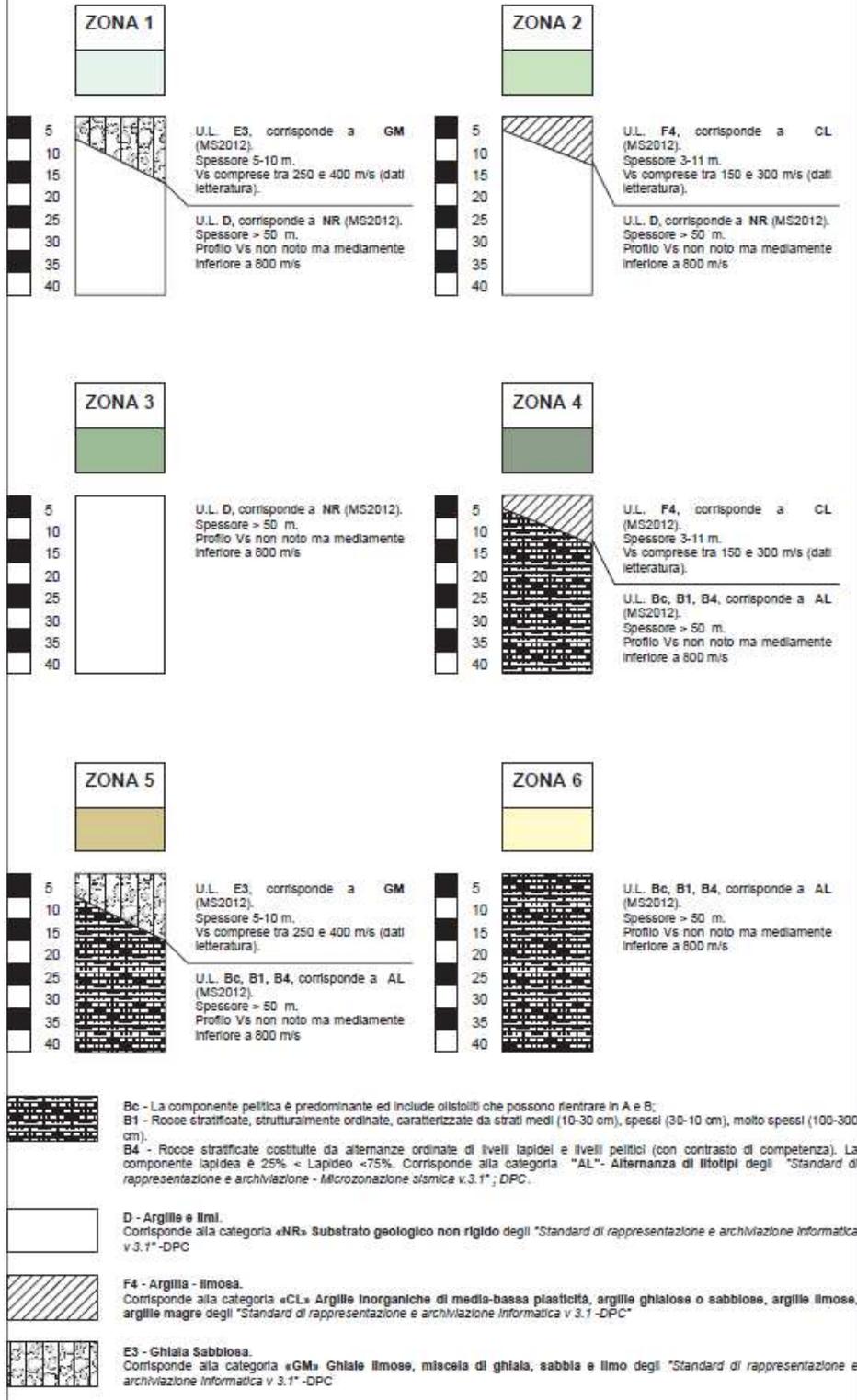


Figura 9- Sovrapposizione del layout di impianto alla Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica e delle frequenze di risonanza del PRE di Cupello. Il cavidotto ricade in zona 2 (verde chiaro) e in zona 3 (verde scuro)

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 20 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 21 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Zone di attenzione per instabilità



Forme di superficie



Altri elementi



Figura 10: Legenda Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica e delle frequenze di risonanza del PRE di Cupello. Il caviodotto ricade in zona 2 (verde chiaro) e in zona 3 (verde scuro)

Per quanto riguarda le misure H/V, viene riportata la legenda delle frequenze di risonanza e le curve H/V relative alla misura *HVSR7*, prossima all'area di impianto. Dalle figure riportate si evince che non è presente alcun picco di amplificazione significativo a frequenze di interesse progettuale.

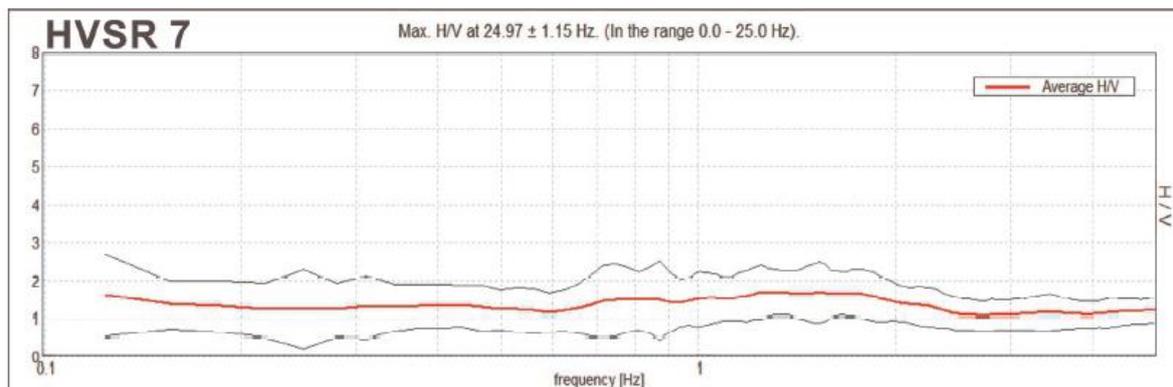


Figura 11- Curva H/V su frequenza (Hz)

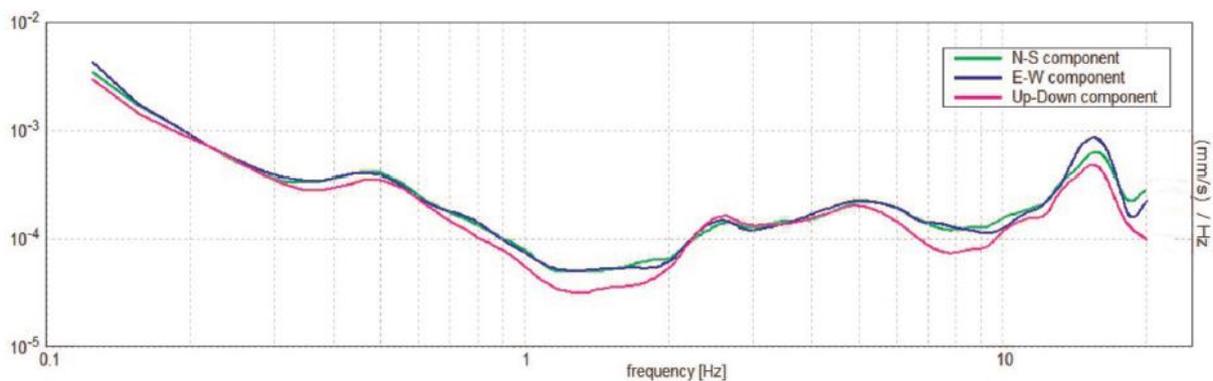


Figura 12- Andamenti degli spettri di ampiezza delle 3 componenti (N-S, E-W e V)

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 22 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E DELLE FREQUENZE DI RISONANZA – PRG DI SAN SALVO

Nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) del Comune di San Salvo, sono state distinte diverse aree all'interno delle quali si ritiene omogeneo il comportamento in termini di risposta sismica, alla luce delle caratteristiche geologico-geomorfologiche di superficie, della geologia del sottosuolo ricostruita dalle sezioni geologiche e dai dati sia geofisici sia stratigrafici a disposizione, oltre che dei risultati emersi dalle misurazioni strumentali di nuova acquisizione (HVSr).

Sono state quindi distinte all'interno del territorio comunale di San Salvo le seguenti zone:

- zone stabili suscettibili di amplificazione locale;
- zone di attenzione per le instabilità;

Non sono state individuate “zone stabili”, in considerazione del fatto che il substrato geologico locale (f.ne Mutignano) non è mai affiorante, in quanto sono presenti spessori anche notevoli dei terreni di copertura.

L'area di impianto ricade in zona 4, per quanto riguarda le zone stabili suscettibili di amplificazione.

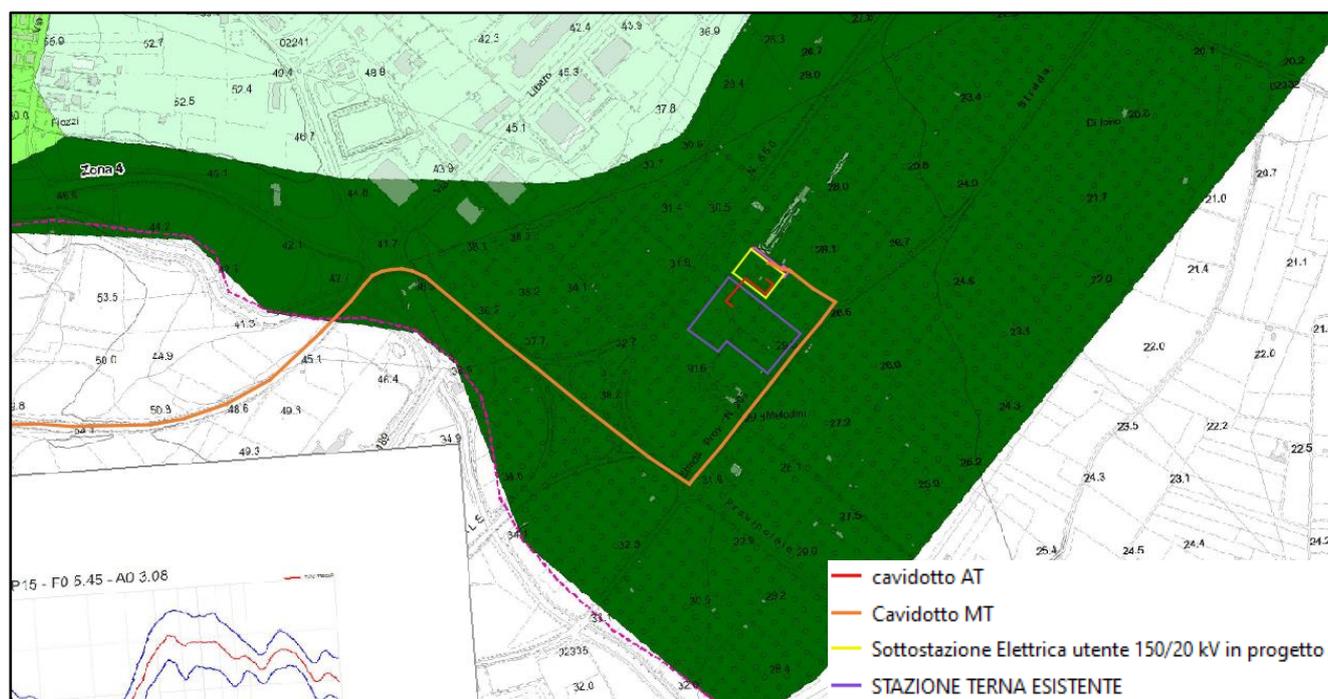


Figura 13- Sovrapposizione del layout di impianto alla Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica e delle frequenze di risonanza del PRG di San Salvo. L'area di progetto rientra in zona 4 (ghiaie e ghiaie sabbiose su substrato argilloso); spessore delle formazioni al di sopra delle argille 3-7 m.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 23 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

LEGENDA

Zone stabili suscettibili di amplificazioni



-  Substrato geologico coesivo, con $V_s < 800$ m/s, sovracconsolidato, costituito prevalentemente da argilla e argilla marnosa.
-  Ghiaie e ghiaie sabbiose, in genere moderatamente addensate.
-  Limi argillosi, generalmente moderatamente addensati.
-  Limi sabbiosi, poco addensati.
-  Sabbie, con limitate intercalazioni sabbioso-ghiaiose, da moderatamente addensate a sciolte.
-  Argilla limosa
-  Riporto antropico, costituito da materiali estremamente eterogenei (rilevati stradali, accumuli di terre di scavo, cocci di laterizi, ecc.).

Zone di attenzione per le instabilità

Liquefazione

 ZA_LQ_1 Zona di attenzione per Liquefazione tipo 1

Instabilità di versante

-  ZA_FR_A Zona di attenzione per instabilità di versante Attiva
-  ZA_FR_Q Zona di attenzione per instabilità di versante Quiescente

Forme di superficie e sepolte

-  Area con cavità sepolte
-  Conoide alluvionale

Orlo di scarpata morfologica

 10m < H < 20m

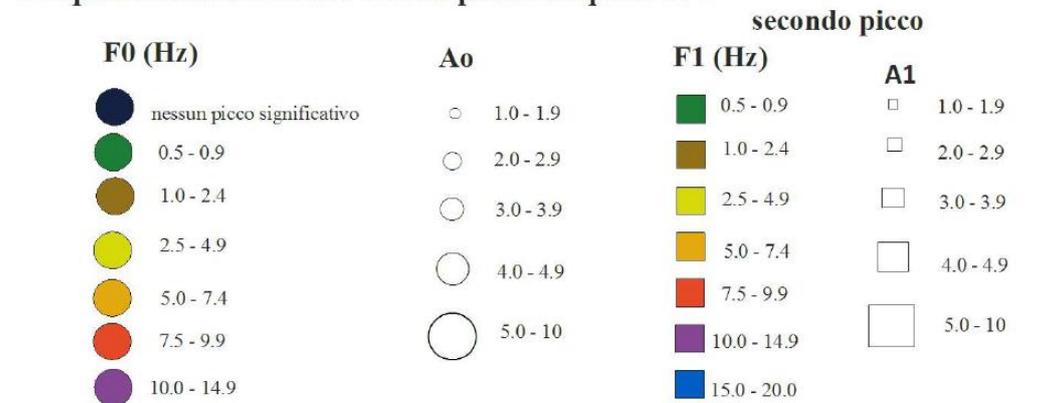
Altra simbologia

 Traccia sezione geologico-tecnica

 Limite territorio comunale di San Salvo
[fonte: shp Comuni 2011 (ISTAT)]

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 24 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Frequenza fondamentale F0 ed ampiezza del picco H/V



9. NORMATIVA SISMICA

9.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

L'OPCM 3519 del 28/04/2006 propone una zonizzazione con suddivisione del territorio in intervalli di accelerazione dettagliati, pari a 0,025 g. La figura successiva è tratta dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/sec; cat. A). Tale classificazione viene incorporata all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.

Il sito in studio ricade nell'ambito comunale di Cupello e di San Salvo che nella classificazione sismica dei comuni italiani (rev. Dicembre 2020) risultano entrambi in categoria 3, con accelerazioni massime attese su bedrock pari a $0,05 < a_g < 0,15$ g.

I valori di accelerazione attesa al suolo risultano modesti; i comuni in cui ricade l'impianto ricadono, dunque, in una zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

Tabella 1- Livello di pericolosità delle zone sismiche suddivise in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06 e ss.mm.ii.).

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 25 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

9.2. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella seguente, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio "VS". I valori di VS lungo il profilo verticale sono stati ottenuti mediante apposite indagini geofisiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio VSeq (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

- **hi** spessore dell'i-esimo strato;
- **VS,i** velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- **N** numero di strati;
- **H** profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella tabella seguente.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 26 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Categoria	Descrizione
	proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC vigenti (2018)

Nel caso specifico, la categoria di sottosuolo di fondazione è risultata la categoria C, poiché le MASW hanno fornito valori di V_{seq} pari 351 e 354 m/s (vedi maggiori approfondimenti nei paragrafi successivi).

9.3. STRATEGIA PROGETTUALE

Gli spettri di risposta elastici vengono calcolati a seguire in funzione della collocazione geografica (coordinate ED50), della strategia progettuale scelta, della Categoria di Suolo di fondazione e della Categoria topografica. La categoria topografica viene attribuita sulla base della collocazione rispetto agli elementi morfologici principali e alla pendenza dei versanti, secondo la seguente tabella, tratta dalle NTC 2018. L'area in esame ricade in categoria topografica 1, poiché caratterizzata da pendenze estremamente contenute.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le coordinate di riferimento del punto centrale interno al perimetro della SSE per il calcolo delle accelerazioni di base attese su substrato di riferimento, nel sistema di riferimento ED50, sono le seguenti: Lat. 42,033768; Long. 14,749340 (nel sistema WGS84 sono le seguenti: Lat. 42.032799, Long. 14.748463).

Categoria Topografica	T1
Categoria di suolo di fondazione	C
Vita Nominale	100 anni
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso C_u	2
Vita di Riferimento V_r	200 anni

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 27 / 127
			Stato di Validità EX-DE	N. Rev. 01	

9.4. SPETTRI ELASTICI

In considerazione dei parametri di input possono essere calcolati gli spettri elastici in funzione degli Stati Limite previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni; per il calcolo è stato utilizzato il software Spettri 1.03 rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

SLC

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC

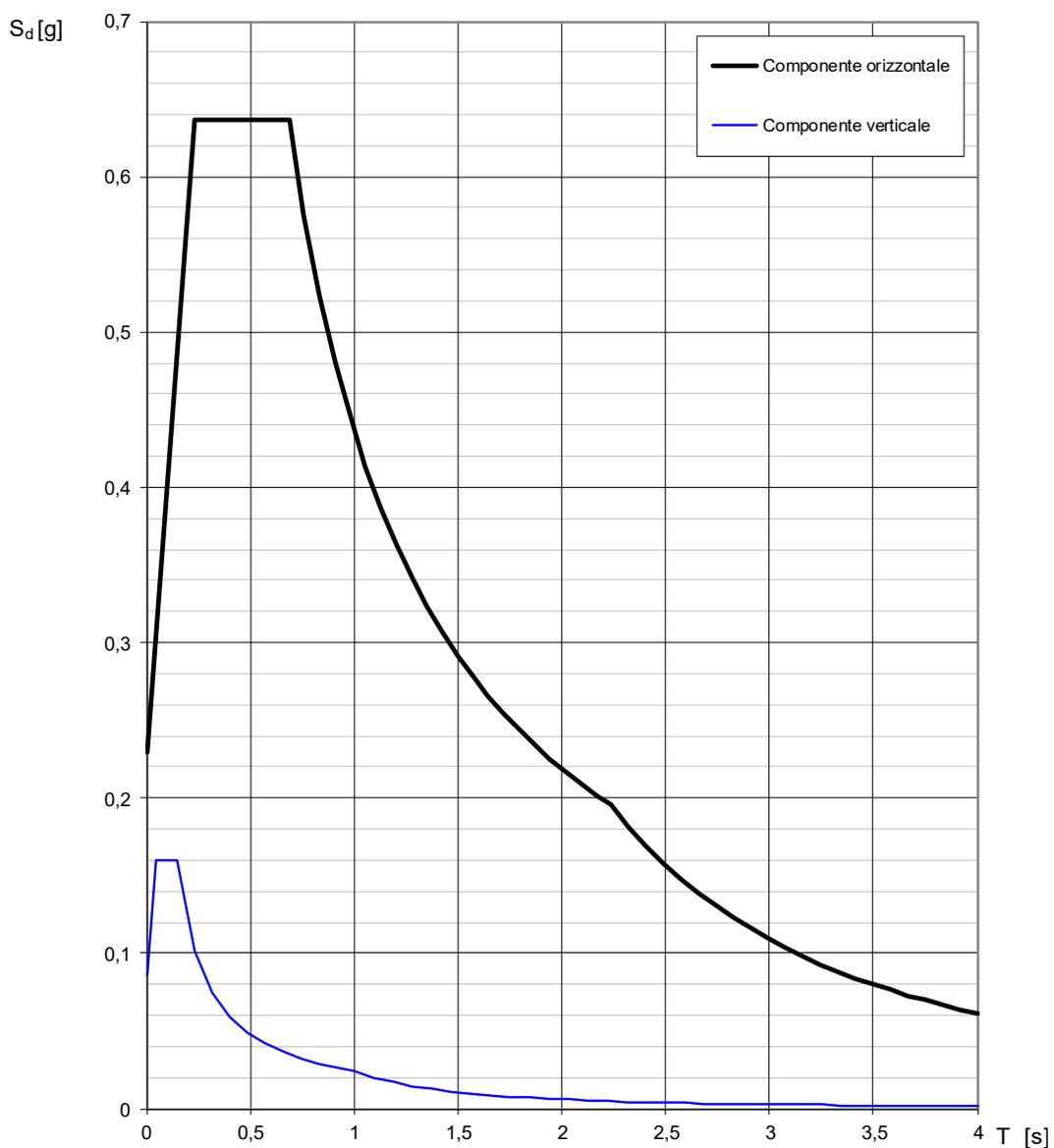


Figura 14: Spettro di risposta elastico in accelerazione per lo stato limite SLC. Si tratta dello scenario più severo, con accelerazioni che toccano 0,6 g.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 28 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0,160 g
F_o	2,779
T_C^*	0,531 s
S_S	1,434
C_C	1,294
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,434
η	1,000
T_B	0,229 s
T_C	0,687 s
T_D	2,239 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,229
T_B	0,229	0,636
T_C	0,687	0,636
	0,761	0,575
	0,835	0,524
	0,909	0,481
	0,983	0,445
	1,056	0,414
	1,130	0,387
	1,204	0,363
	1,278	0,342
	1,352	0,323
	1,426	0,307
	1,500	0,291
	1,574	0,278
	1,648	0,265
	1,722	0,254
	1,795	0,243
	1,869	0,234
	1,943	0,225
	2,017	0,217
	2,091	0,209
	2,165	0,202
T_D	2,239	0,195
	2,323	0,181
	2,407	0,169
	2,490	0,158
	2,574	0,148
	2,658	0,139
	2,742	0,130
	2,826	0,123
	2,910	0,116
	2,994	0,109
	3,078	0,103
	3,161	0,098
	3,245	0,093
	3,329	0,088
	3,413	0,084
	3,497	0,080
	3,581	0,076
	3,665	0,073
	3,748	0,070
	3,832	0,067
	3,916	0,064
	4,000	0,061

Figura 15: Punti dello spettro di risposta elastico in accelerazione per lo stato limite SLC.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 29 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

SLV

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

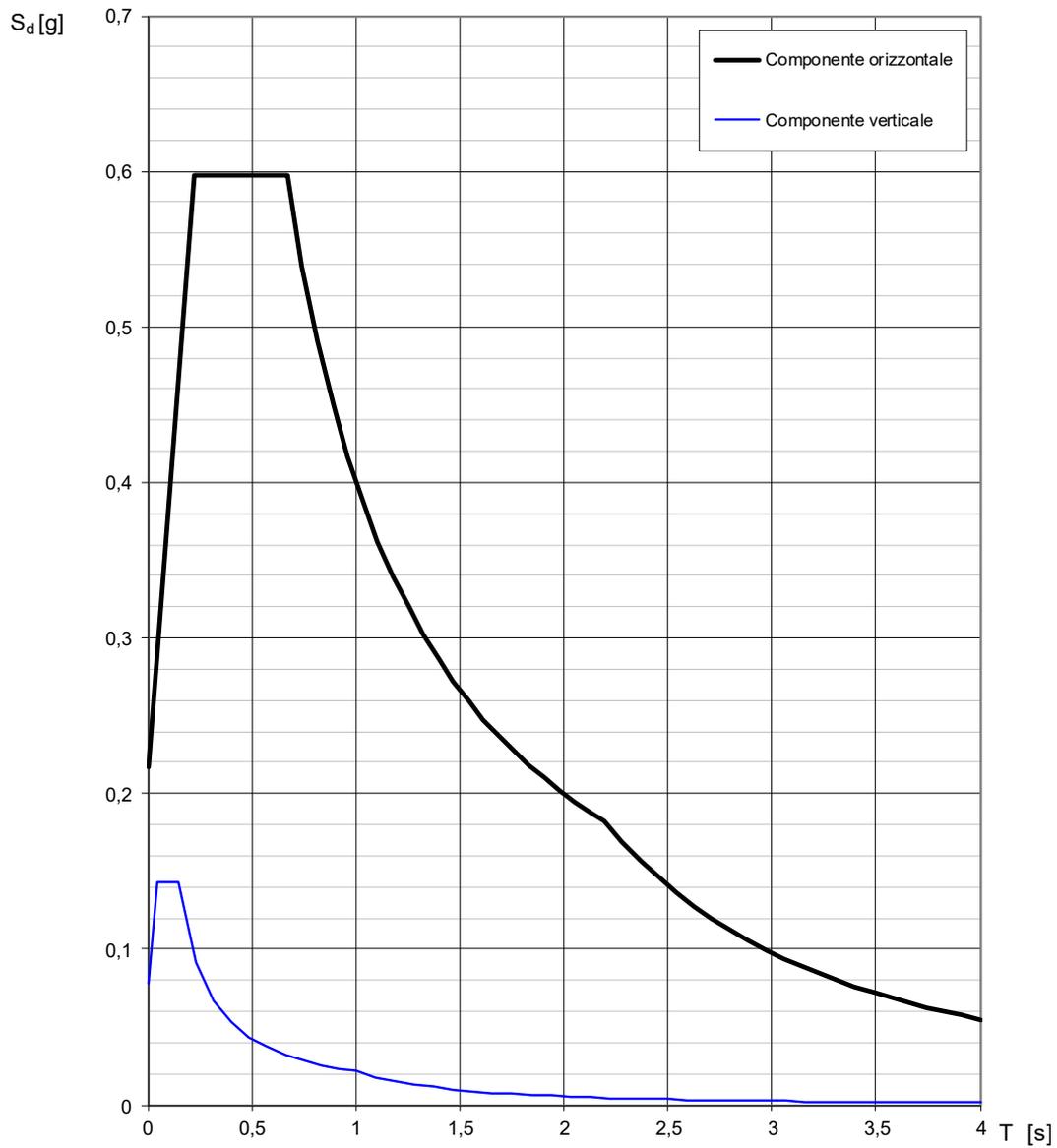


Figura 16: Spettro di risposta elastico in accelerazione per lo stato limite SLC. Tale scenario presenta accelerazioni che oltrepassano 0,5 g.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 30 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,149 g
F_o	2,755
T_C	0,512 s
S_S	1,454
C_C	1,310
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,454
η	1,000
T_B	0,223 s
T_C	0,670 s
T_D	2,196 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,217
T_B	0,223	0,597
T_C	0,670	0,597
	0,743	0,539
	0,816	0,491
	0,888	0,451
	0,961	0,416
	1,034	0,387
	1,106	0,362
	1,179	0,339
	1,252	0,320
	1,324	0,302
	1,397	0,286
	1,470	0,272
	1,542	0,259
	1,615	0,248
	1,688	0,237
	1,760	0,227
	1,833	0,218
	1,906	0,210
	1,978	0,202
	2,051	0,195
	2,124	0,188
T_D	2,196	0,182
	2,282	0,169
	2,368	0,157
	2,454	0,146
	2,540	0,136
	2,626	0,127
	2,712	0,120
	2,798	0,112
	2,883	0,106
	2,969	0,100
	3,055	0,094
	3,141	0,089
	3,227	0,084
	3,313	0,080
	3,399	0,076
	3,485	0,072
	3,571	0,069
	3,656	0,066
	3,742	0,063
	3,828	0,060
	3,914	0,057
	4,000	0,055

Figura 17: Punti dello spettro di risposta elastico in accelerazione per lo stato limite SLV.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 31 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

SLD

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD

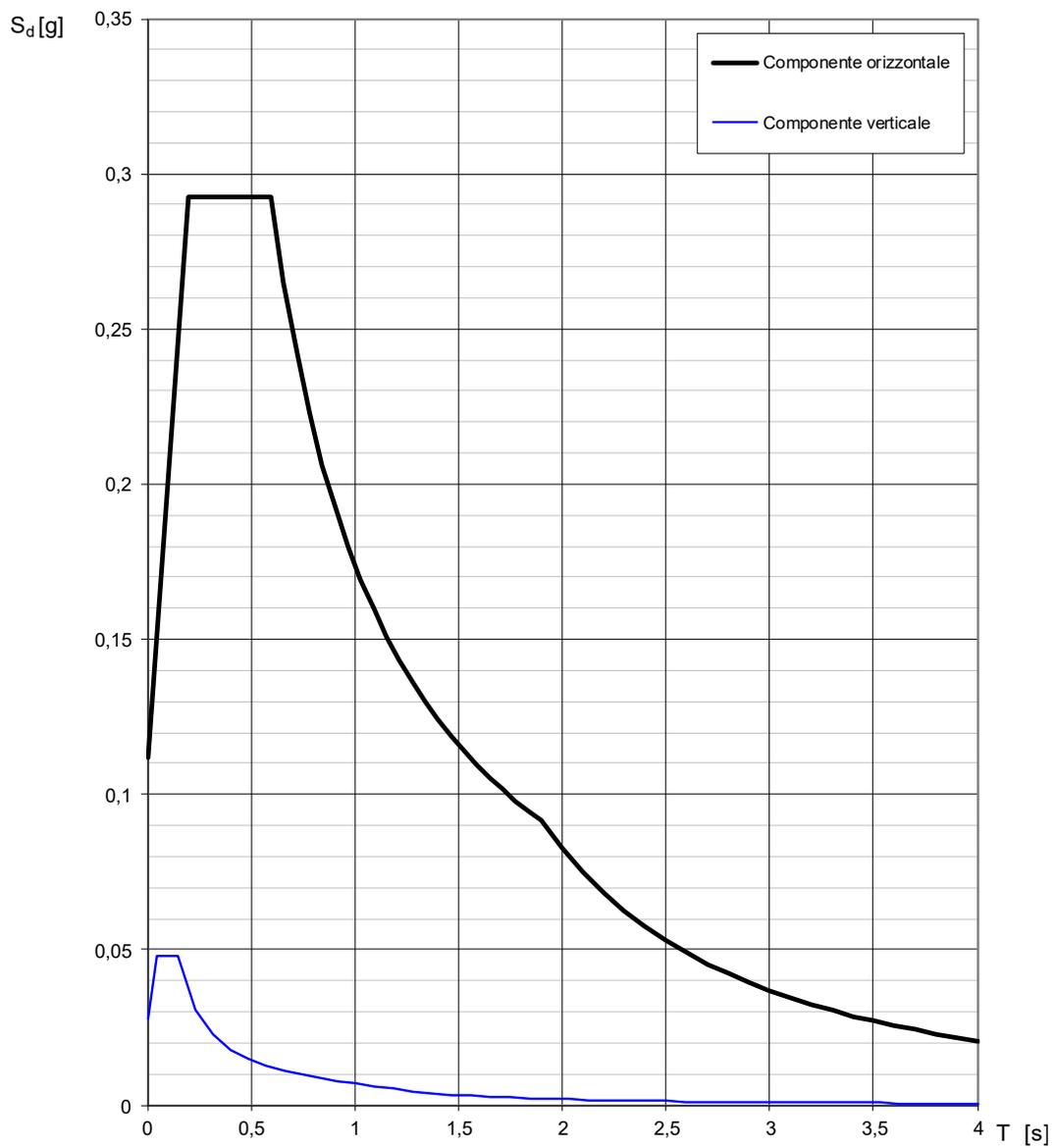


Figura 18: Spettro di risposta elastico in accelerazione per lo stato limite SLD.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 32 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,075 g
F_o	2,611
T_C	0,429 s
S_S	1,500
C_C	1,389
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,198 s
T_C	0,595 s
T_D	1,899 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,112
T_B	0,198	0,292
T_C	0,595	0,292
	0,657	0,265
	0,719	0,242
	0,781	0,223
	0,843	0,206
	0,906	0,192
	0,968	0,180
	1,030	0,169
	1,092	0,159
	1,154	0,151
	1,216	0,143
	1,278	0,136
	1,340	0,130
	1,402	0,124
	1,464	0,119
	1,526	0,114
	1,588	0,110
	1,650	0,105
	1,712	0,102
	1,774	0,098
	1,837	0,095
T_D	1,899	0,092
	1,999	0,083
	2,099	0,075
	2,199	0,068
	2,299	0,063
	2,399	0,057
	2,499	0,053
	2,599	0,049
	2,699	0,045
	2,799	0,042
	2,899	0,039
	2,999	0,037
	3,099	0,034
	3,199	0,032
	3,300	0,030
	3,400	0,029
	3,500	0,027
	3,600	0,025
	3,700	0,024
	3,800	0,023
	3,900	0,022
	4,000	0,021

Figura 19: Punti dello spettro di risposta elastico in accelerazione per lo stato limite SLD.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 33 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

SLO

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO

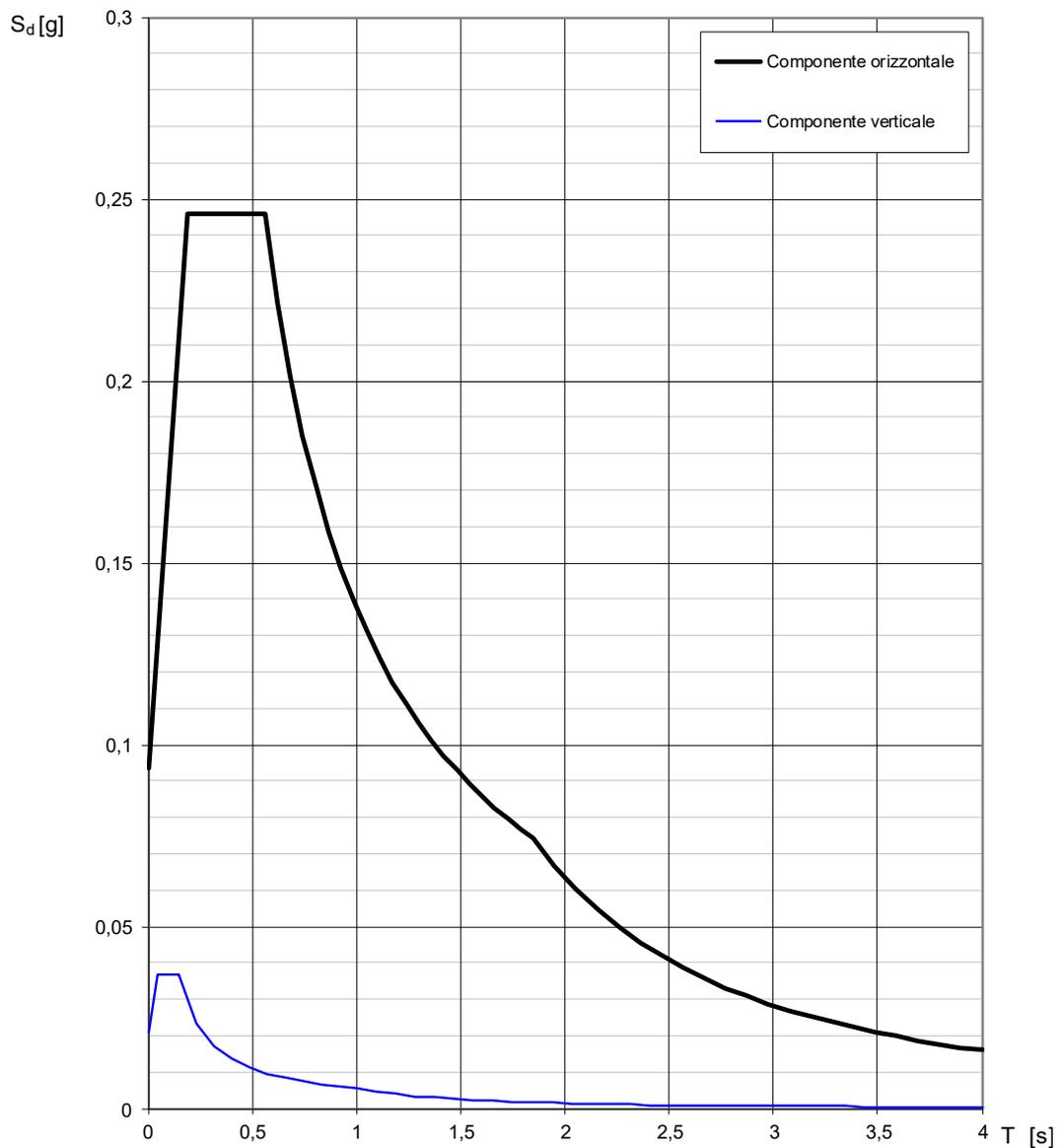


Figura 20: Spettro di risposta elastico in accelerazione per lo stato limite SLO. Tale scenario è quello meno severo, e le accelerazioni sono inferiori a 0,2 g.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 34 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,062 g
F_o	2,622
T_C^*	0,391 s
S_S	1,500
C_C	1,432
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,186 s
T_C	0,559 s
T_D	1,850 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,094
$T_B \leftarrow$	0,186	0,246
$T_C \leftarrow$	0,559	0,246
	0,621	0,221
	0,682	0,201
	0,744	0,185
	0,805	0,171
	0,867	0,159
	0,928	0,148
	0,989	0,139
	1,051	0,131
	1,112	0,124
	1,174	0,117
	1,235	0,111
	1,297	0,106
	1,358	0,101
	1,420	0,097
	1,481	0,093
	1,543	0,089
	1,604	0,086
	1,666	0,083
	1,727	0,080
	1,788	0,077
$T_D \leftarrow$	1,850	0,074
	1,952	0,067
	2,055	0,060
	2,157	0,055
	2,259	0,050
	2,362	0,046
	2,464	0,042
	2,567	0,039
	2,669	0,036
	2,771	0,033
	2,874	0,031
	2,976	0,029
	3,079	0,027
	3,181	0,025
	3,283	0,024
	3,386	0,022
	3,488	0,021
	3,590	0,020
	3,693	0,019
	3,795	0,018
	3,898	0,017
	4,000	0,016

Figura 21: Punti dello spettro di risposta elastico in accelerazione per lo stato limite SLO.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 35 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

10. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la definizione locale e puntuale delle caratteristiche geologiche, geotecniche e sismostratigrafiche, e sulla scorta di quanto disponibile in letteratura per la caratterizzazione preliminare, è stata quindi programmata ed eseguita una campagna di indagini in ambito geotecnico comprendente:

- n°2 sondaggi a carotaggio continuo (geotecnici) spinti fino a 20 m dal piano campagna
- n°4 sondaggi a carotaggio continuo (ambientali) spinti fino a 3 m dal piano campagna
- n°6 prelievi di campioni rimaneggiati
- n°2 prove di Taglio Diretto CD
- n°3 prove Triassiali UU
- n°1 prova di compressione edometrica
- n°2 profili geofisici tipo MASW

Pur non essendo il campionamento ambientale di stretto interesse, si riportano le corrispondenti schede stratigrafiche, utili alla definizione di dettaglio degli orizzonti superficiali.

Sondaggi a carotaggio continuo

Sono stati eseguiti n°2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 20 m. I sondaggi sono denominati S1 e S2.

I sondaggi hanno consentito di definire i terreni in sito come prevalentemente a grana fine, con dominante limo-argillosa in larghi tratti, in contrasto con quanto riportato nelle cartografie tematiche, che riportavano terreni ghiaioso-sabbiosi.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 36 / 127
			Stato di Validità EX-DE	N. Rev. 01	



Figura 22: Ubicazione dei sondaggi geotecnici e ambientali

Nella tabella riportata a seguire vengono esplicitate le coordinate geografiche nel sistema UTM WGS'84 dei punti di indagine.

Denominazione punto	N	E	Z (m s.l.m.)
S1	479169.16	4653456.09	29.1
S2	479189.15	4653439.42	28.8
SA1	479145.52	4653453.22	29.3
SA2	479184.25	4653418.04	28.8
SA3	479208.15	4653444.72	28.4
SA4	479169.38	4653479.53	29.2

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 37 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

A seguire si riportano le colonne litostratigrafiche dei sondaggi geognostici, riportate affiancate per facilitare il riconoscimento delle analogie e delle differenze. Il dato saliente è la presenza di una formazione superficiale a dominanza fine, tipicamente coesiva, con limi argillosi e argille limose, talvolta in rapporto eteropico, fino alla profondità di circa 17 m; sono presenti livelletti decimetrici sabbiosi e talora rari clasti di ghiaie inglobati. Da circa 17 m si assiste a un cambio di sedimentazione, con un orizzonte a dominanza sabbiosa di spessore circa 1 m, che fa da passaggio ad una formazione ancora più grossolana, con dominanza ghiaiosa, presente fino alla massima profondità indagata.

Da m 0.00	A m 20.00	Profondità Finale m 20.00	PAG. 1	DI 2	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROFONDITÀ m da p.c.
					Limo argilloso nocciola con apparati radicali al tetto.	0.90
					Argilla limosa/debolmente limosa nocciola.	1.80
					Limo argilloso nocciola.	3.00
					C.I. 1 A:limo argilloso nocciola. B:limo argilloso nocciola.	3.60
					Argilla limosa marron nocciola passante ad argilla debolmente limosa marrone consistente. Alternato livello di limo argilloso nocciola tra 4.70 e 5.50m. Rari clasti di ghiaia arrotondata millimetrici.	6.00
					C.I. 2 A:argilla limosa nocciola. B:argilla limosa ghiaiosa nocciola.	6.60
					Argilla limosa ghiaiosa nocciola fino a 6.80m.	
					Argilla limosa/debolmente limosa marron nocciola con rari clasti di ghiaia arrotondata millimetrici.	8.40
					Limo argilloso nocciola debolmente sabbioso. Sabbia fine/finissima.	9.00
					C.I. 3 A:limo argilloso nocciola. B:argilla limosa nocciola.	9.60
					Argilla da limosa a debolmente limosa nocciola. Rari clasti di ghiaia millimetrici.	11.50
					Limo argilloso grigio nocciola con sfumature ocracee. Debolmente ghiaioso tra 11.90 e 12.10m. Alternati livelli debolmente sabbiosi centimetrici.	13.40
					Argilla limosa grigia con fiamme ocracee.	
					Da 15.00 m con alternati livelli decimetrici di sabbia fine/finissima con limo nocciola.	
					Da 15.90m color marron nocciola.	
					Sabbia media limosa/con limo deb. ghiaiosa nocciola ocracea.	18.30
					Ghiaia poligenica eterometrica perlopiù sub-arrotondata in matrice limosa sabbiosa debolmente argillosa nocciola. Clasti Ømax 4cm.	20.00

Da m 0.00	A m 20.00	Profondità Finale m 20.00	PAG. 1	DI 2	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROFONDITÀ m da p.c.
					Limo argilloso marron nocciola con apparati radicali al tetto.	0.50
					Argilla debolmente limosa, a tratti limosa da marron nocciola a nocciola.	2.20
					Limo argilloso nocciola, debolmente sabbioso fino a 2.60m.	3.00
					C.I. 1 A:limo argilloso nocciola. B:limo argilloso nocciola.	3.60
					Limo argilloso nocciola.	4.00
					Limo argilloso da sabbioso a debolmente sabbioso nocciola. Alternato livello di sabbia fine con limo tra 4.40 e 4.60m.	4.70
					Argilla debolmente limosa marron nocciola con sfumature grigie da 5.30m.	6.00
					C.I. 2 A:argilla limosa nocciola. B: argilla limosa nocciola.	6.60
					Argilla limosa nocciola. Rari clasti millimetrici di ghiaia arrotondata da 7.70m.	9.00
					C.I. 3 A:argilla limosa nocciola. B:argilla limosa nocciola.	9.60
					Argilla limosa nocciola.	11.00
					Argilla da debolmente limosa marron nocciola a limosa nocciola. Rari clasti di ghiaia arrotondata millimetrici da 12.50m.	
					Da 13.70m grigia nocciola con fiamme ocracee.	
					Alternato livello con sabbia media/fine a 16.10m e 16.70m.	16.80
					Sabbia media limosa/con limo nocciola ocracea.	18.10
					Ghiaia poligenica eterometrica da sub-spigolosa a sub-arrotondata in matrice limosa sabbiosa deb. argillosa nocciola. Clasti Ømax 5cm.	20.00

Figura 23: Colonne litostratigrafiche dei sondaggi geognostici; S1 a sinistra e S2 a destra.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 38 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Le colonne litostratigrafiche dei sondaggi ambientali sono riportate a seguire e confermano la granulometria fine degli orizzonti superficiali, con dominanza limo-argillosa, confermando quindi che tali terreni costituiranno il sedime delle fondazioni.

Sondaggio ambientale SA1

0,00-0,40 m Limo argilloso nocciola con apparati radicali al tetto

0,40-3,00 m Argilla limosa, a tratti debolmente limosa, nocciola

Sondaggio ambientale SA2

0,00-1,70 m Limo argilloso da marrone nocciola a nocciola, con apparati radicali al tetto

1,70-3,00 m Argilla da debolmente limosa a limosa, marrone nocciola

Sondaggio ambientale SA3

0,00-1,70 m Limo argilloso marrone nocciola con apparati radicali al tetto

1,70-2,30 m Argilla limosa, a tratti debolmente limosa, nocciola

2,30-3,00 m Limo argilloso nocciola a tratti debolmente sabbioso

Sondaggio ambientale SA4

0,00-1,10 m Limo argilloso nocciola con apparati radicali al tetto

1,10-2,00 m Argilla limosa nocciola

2,00-3,00 m Limo argilloso nocciola

Campionamento geotecnico

Il campionamento geotecnico è stato effettuato per mezzo di fustella a pareti sottili tipo Shelby infisso a pressione. Tale metodologia di campionamento è usualmente adottata in terreni a grana media e fine in terreni a medio-basso grado di addensamento.

In totale sono stati prelevati i seguenti campioni di tipo geotecnico.

Sondaggio	Sigla campione	Profondità prelievo (m)	Definizione AGI	Prova di taglio Diretto CD	Prova Triassiale UU
S1	S1C11	3,00 3,60	Limo argilloso debolmente sabbioso	$\phi = 28,2^\circ$ $c' = 9 \text{ kPa}$	

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 39 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

S1	S1CI2	6,00 6,60	Limo sabbioso e argilloso		$c_u = 97,2$ kPa
S1	S1CI3	9,00 9,60	Limo argilloso debolmente sabbioso		$c_u = 73,6$ kPa
S2	S2CI1	3,00 3,60	Limo con argilla		$c_u = 214,9$ kPa
S2	S2CI2	6,00 6,60	Limo argilloso e sabbioso	$\phi = 28,0^\circ$ $c' = 15$ kPa	
S2	S2CI3	9,00 9,60	Limo argilloso e sabbioso		

Tabella 2: Tabella riassuntiva dei campioni geotecnici prelevati

Da una valutazione speditiva appare evidente la dominante limosa dei terreni superficiali, con una frazione secondaria argillosa e in maniera nettamente subordinata, sabbiosa.

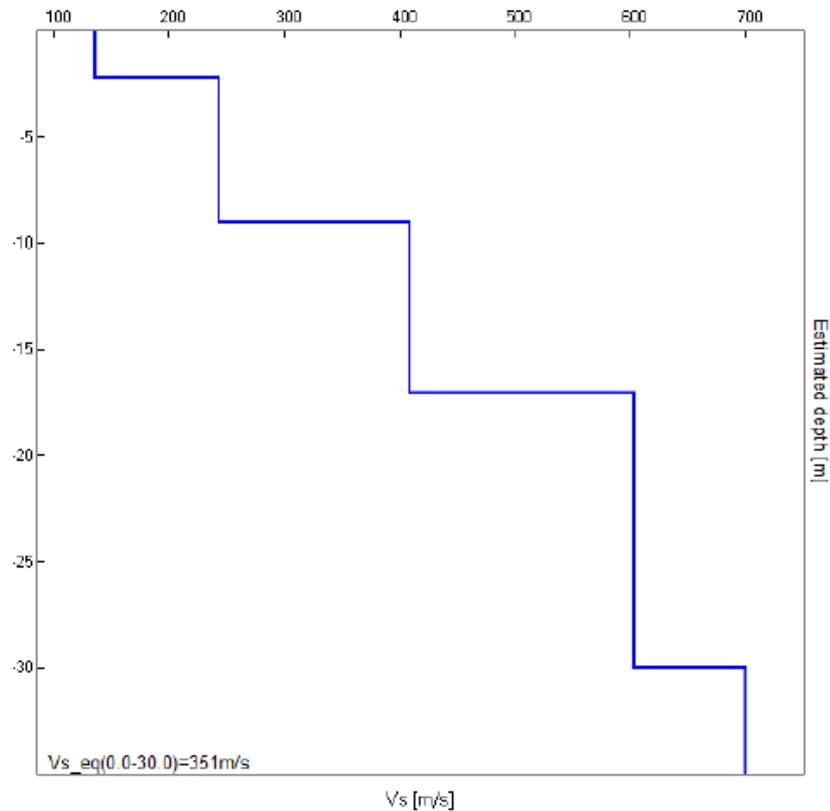
Stendimenti MASW

In totale sono stati eseguiti n°2 profili MASW (entrambi dello sviluppo di circa 25 m), che hanno consentito di ricostruire il profilo di velocità delle di taglio S, da cui si è ricavato il parametro $V_{s_{eq}}$ (le velocità registrate nel profilo verticale delle onde S non raggiungono il valore di 800 m/s fissato per il bedrock dalla normativa vigente, in questo caso la V_{seq} corrisponde alla V_{s30}), nonché il profilo sismostratigrafico.

I risultati salienti sono riportati di seguito:

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 40 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

MASW 1



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.20	2.20	136	0.42
9.00	6.80	243	0.42
17.10	8.10	409	0.43
30.00	12.90	603	0.43
inf.	inf.	700	0.44

Figura 24: Profilo delle onde S per la MASW A e dati interpretativi

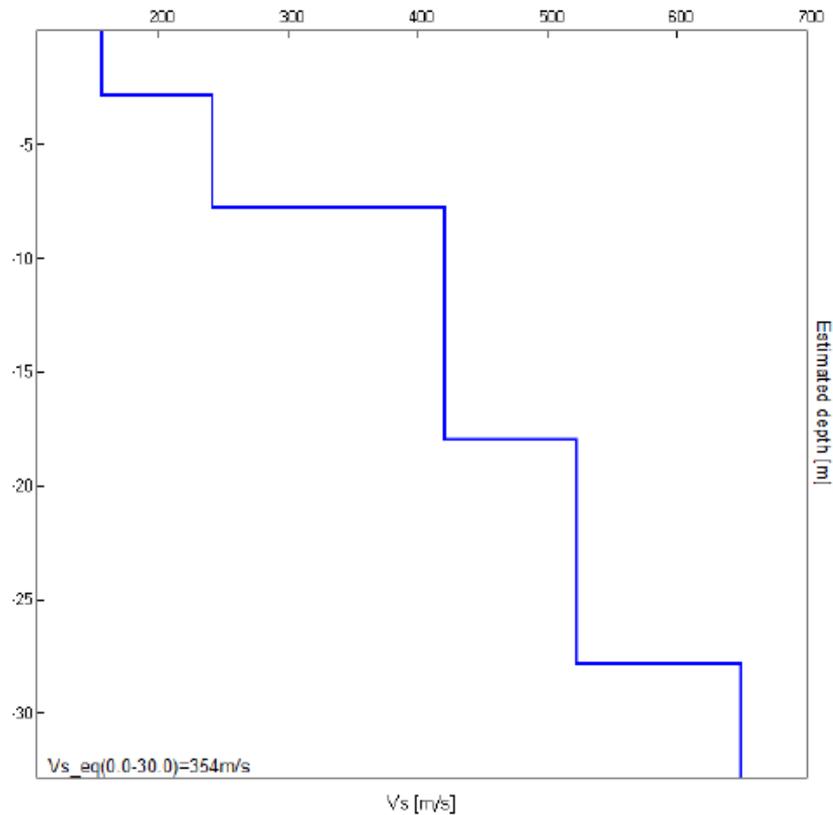
VSeq = 351 m/s

Le velocità registrate nel profilo verticale delle onde S non raggiungono il valore di 800 m/s fissato per il bedrock dalla normativa vigente. In questo caso la V_{seq} corrisponde alla V_{s30} .

La categoria di sottosuolo di fondazione è la **categoria C**, essendo il parametro V_{seq} compreso fra 180 e 360 m/s.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 41 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

MASW 2



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.80	2.80	157	0.42
7.80	5.00	242	0.42
18.00	10.20	422	0.43
27.80	9.80	523	0.43
inf.	inf.	650	0.44

Figura 25: Profilo delle onde S per la MASW B e dati interpretativi

$$V_{Seq} = 354 \text{ m/s}$$

Le velocità registrate nel profilo verticale delle onde S non raggiungono il valore di 800 m/s fissato per il bedrock dalla normativa vigente. In questo caso la V_{Seq} corrisponde alla V_{s30} .

La categoria di sottosuolo di fondazione è la **categoria C**, essendo il parametro V_{Seq} compreso fra 180 e 360 m/s.

Logo e Denominazione Commerciale Committente 	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 42 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

11. DISCUSSIONE INDAGINI

Lo studio ha consentito di inquadrare le principali caratteristiche di natura geologico-tecnica del territorio interessato dalle opere in progetto, al fine di fornire un panorama delle conoscenze dell'area ed effettuare una valutazione, opportunamente ponderata, delle caratteristiche geologiche, sismostratigrafiche e geotecniche del sito.

La campagna di indagini è stata piuttosto consistente e ha permesso di ottenere un quadro esaustivo, in particolare nei riguardi delle caratteristiche granulometriche.

Da un punto di vista di modellazione geologica è possibile raggruppare la colonna litostratigrafica in n°4 orizzonti significativi, sia in termini di genesi e processo sedimentario, sia in termini granulometrici. Il primo orizzonte è rappresentato dai prodotti a grana fine più superficiali, interessati sia da pedogenesi più o meno sviluppata, sia dal rimaneggiamento antropico dovuto alle lavorazioni agrarie.

Il secondo orizzonte è quello più significativo per la progettazione, nonché quello meglio conosciuto, poiché in questo orizzonte sono state effettuate tutte le indagini di laboratorio. Si tratta di un orizzonte con dominante granulometrica nettamente limosa, con una frazione secondaria argillosa; decisamente minoritarie sono la frazione sabbiosa (fine) e ghiaiosa (quasi completamente assente). L'orizzonte è dotato di una certa eteropia delle lithofacies, con orizzonti in cui talora predomina la frazione argillosa e localmente livelletti sabbiosi decimetrici; lo spessore è rilevante e il letto di tale lithofacies si spinge fino a circa 17 m.

Il terzo orizzonte è piuttosto sottile (1 m circa di spessore) e rappresenta un orizzonte di passaggio a quello sottostante: si tratta di un orizzonte a dominante argillosa, ma con significative frazioni limo-argillose.

Il quarto e ultimo orizzonte significativo è costituito da prevalenti ghiaie, ma con una matrice sabbiosa-limosa argillosa piuttosto abbondante, presente fino alle massime profondità di indagine.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 43 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Modellazione geologica													
Interpretazione geologica	Unità litologica	Descrizione	S1	S2	SA1	SA2	SA3	SA4	Prof. Minima	Prof. Massima	Prof. Media	Mediana	
Unità alluvionale pedogenizzata e/o rimaneggiata	1	Limo argilloso nocciola con aparati radicali al tetto	0,9	0,5	0,4	1,7	1,2	1,1	0,4	1,7	0,97	1	
Unità alluvionale fine limosa argillosa	2	Limo argilloso di colore nocciola e subordinatamente argilla limosa	17,3	16,5					16,5	17,3	16,9	16,9	
Unità alluvionale sabbiosa	3	Sabbia media limosa/con limo nocciola ocracea	18,3	18,1					18,1	18,3	18,2	18,2	
Unità alluvionale ghiaiosa sabbiosa	4	Ghiaia poligenica sabbiosa limosa debolmente argillosa nocciola	20	20									

Tabella 3: Riepilogo assetto geolitologico Area SE TERNA

Da un punto di vista granulometrico le verticali sono state caratterizzate in maniera più che adeguata, avendo effettuato un buon numero di analisi granulometriche. I dati vengono riassunti come di seguito, dapprima in forma tabellare e quindi in un grafico a settori circolari. Appare molto evidente che le frazioni di sabbia e ghiaie sono assolutamente minoritarie o assenti, mentre le frazioni fini sono molto nettamente dominanti, in particolare per la parte limosa.

Campione	Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia	Ciottoli
S1CI1	20,77	73,73	5,11	0,38	0
S1CI2	11,51	69,38	19,05	0,06	0
S1CI3	21,17	72	5,94	0,9	0
S2CI1	35,21	63,02	1,64	0,13	0
S2CI2	20,87	62,48	16,4	0,25	0
S2CI3	22,6	65,5	10,9	1,0	0

Tabella 4: tabella riepilogativa delle analisi granulometriche di laboratorio

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 44 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

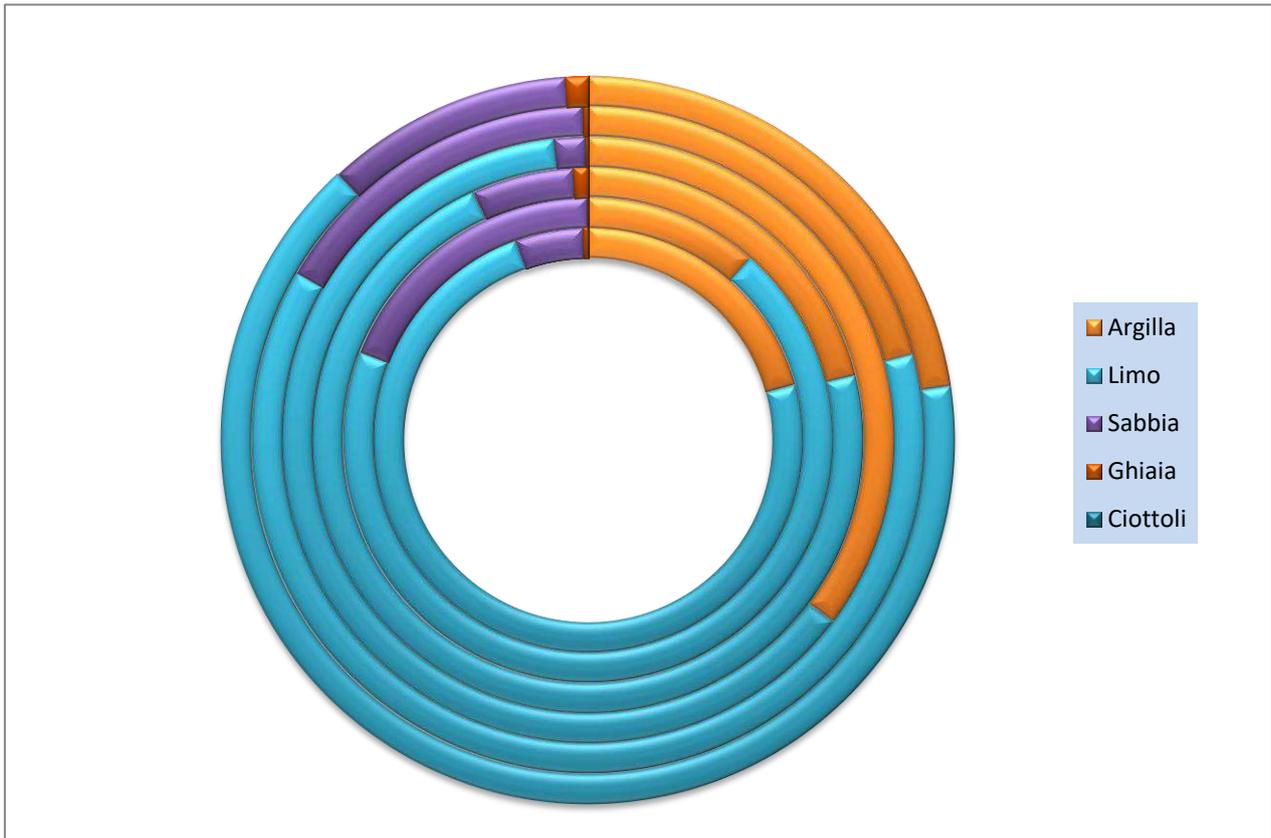


Figura 26: Rappresentazione grafica delle componenti granulometriche di tutti i campioni analizzati

Il peso dell'unità di volume ha manifestato un andamento medio sostanzialmente costante e solo il campione S2CI2 ha mostrato un valore decisamente inferiore.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 45 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

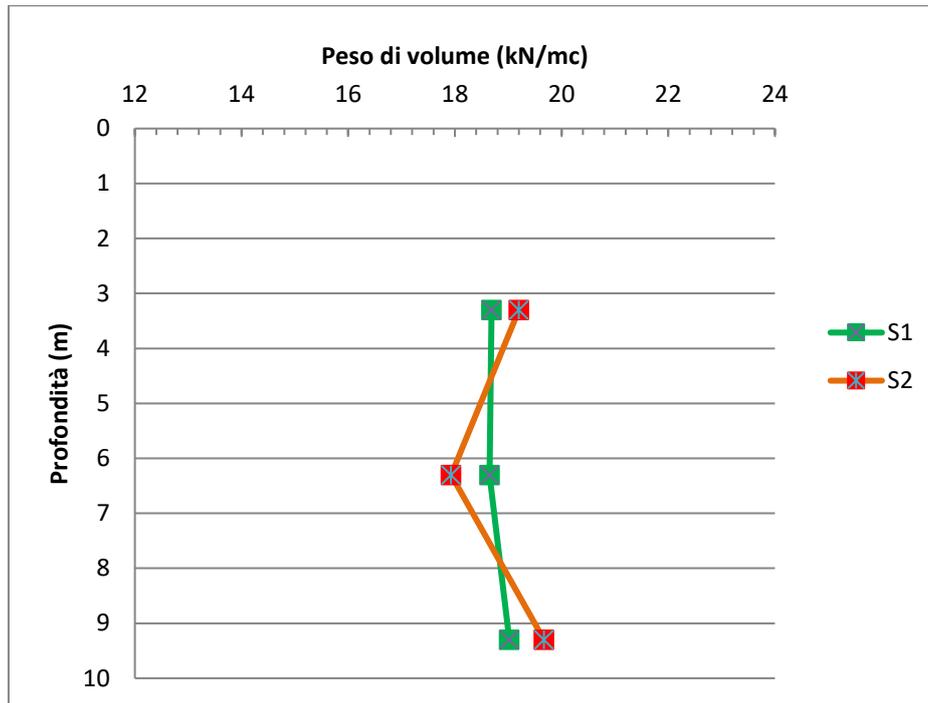


Figura 27: Andamento del peso dell'unità di volume γ con la profondità per tutti i campioni esaminati in laboratorio
Sono disponibili n°2 valori della resistenza al taglio di picco in condizioni drenate, molto simili fra loro; i dati hanno bassa numerosità poiché si è preferito, in considerazione delle caratteristiche spiccatamente coesive dei terreni, effettuare delle prove Triassiali in condizioni Non-Consolidate Non-Drenate.

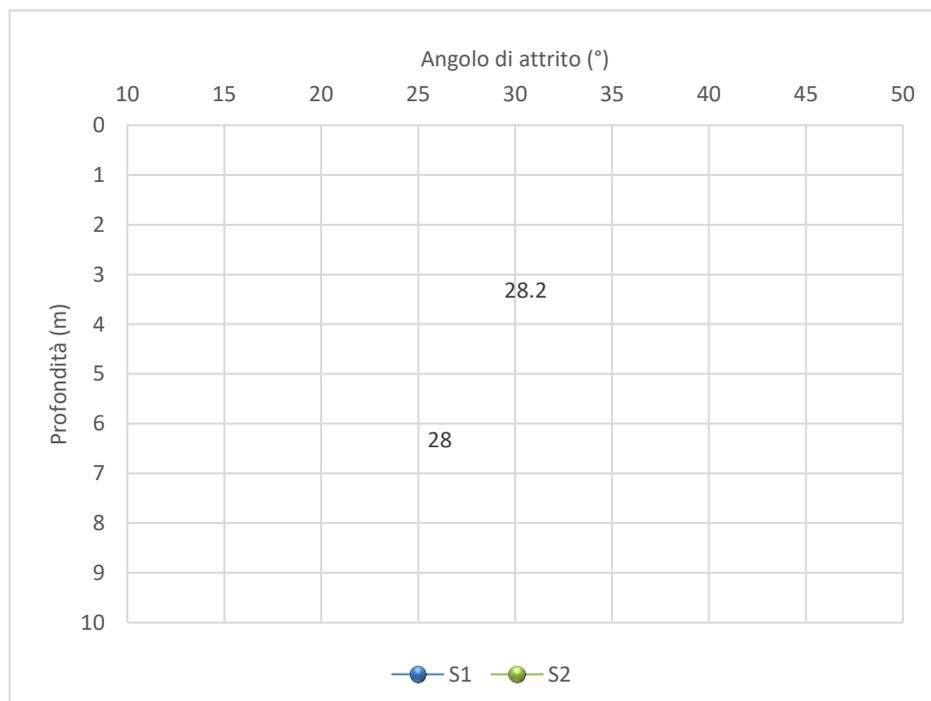


Figura 28: Dati di resistenza (angolo di attrito di picco), in condizioni drenate.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 46 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

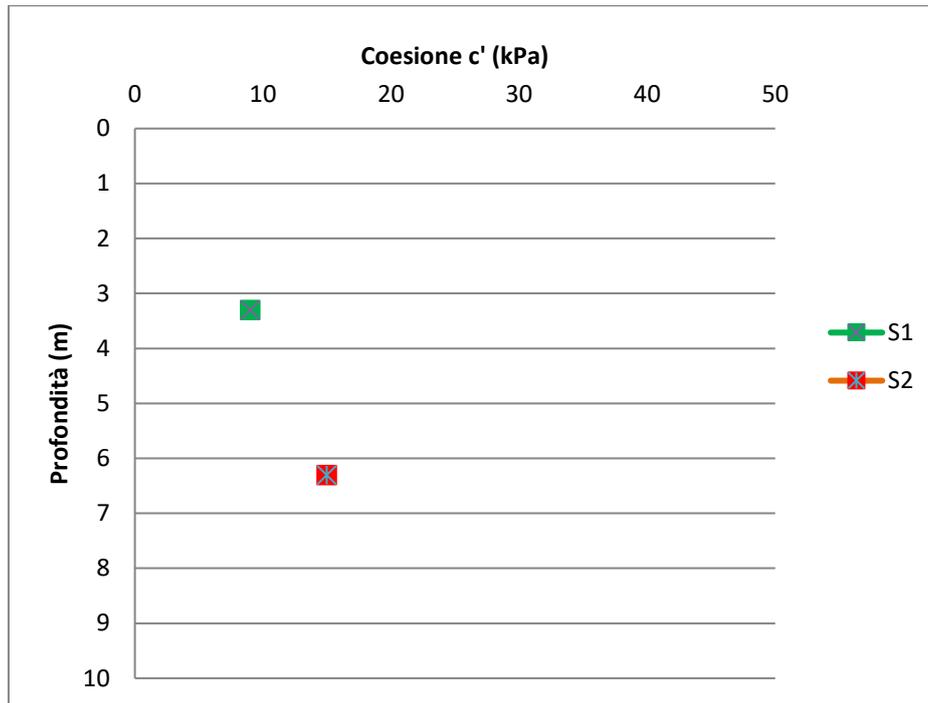


Figura 29: Dati di resistenza (coesione c'), in condizioni drenate.

Il parametro di resistenza in condizioni non-drenate, ovvero la coesione non-drenata c_u , è stato determinato per n°3 campioni, con valori piuttosto alti (valore minimo 73,6 kPa).

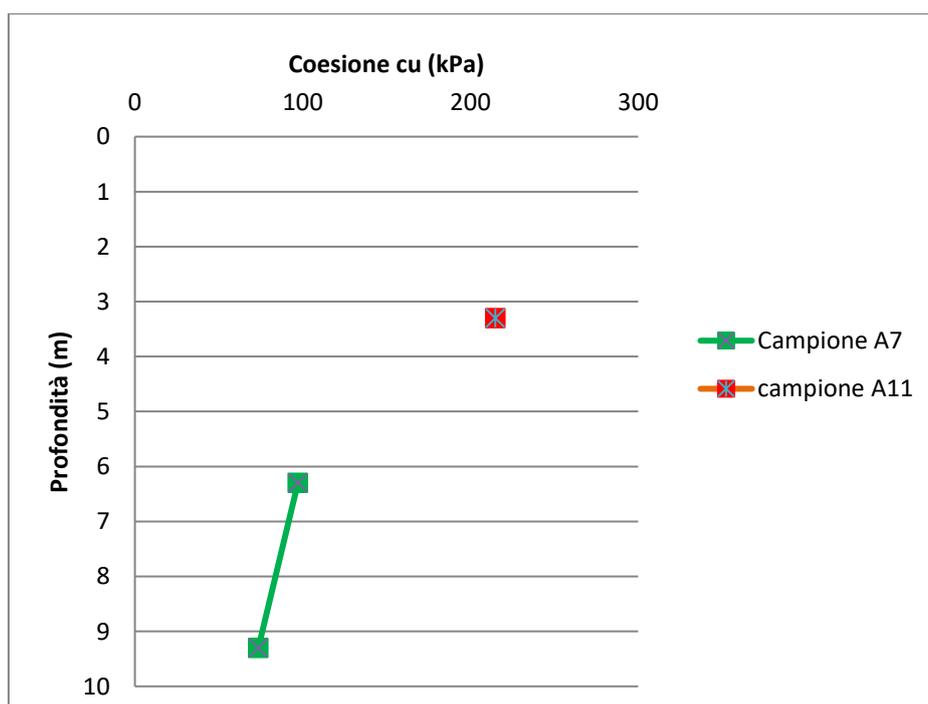


Figura 30: Dati di resistenza (coesione c_u) in condizioni non-drenate.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 47 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

I campioni, essendo tipicamente coesivi, hanno consentito la determinazione dei limiti di Atterberg, da cui è possibile ottenere i parametri di plasticità/consistenza, significativi per la determinazione del comportamento del terreno in termini di plasticità. I dati possono essere plottati all'interno della Carta di Plasticità Casagrande, che si riporta a seguire.

- 1 Limi inorganici di bassa compressibilità
- 2 Limi inorganici di media compressibilità; Limi organici
- 3 Limi inorganici di alta compressibilità-Argille organiche
- 4 Argille inorganiche di bassa plasticità
- 5 Argilla inorganiche di media plasticità
- 6 Argille inorganiche di alta plasticità

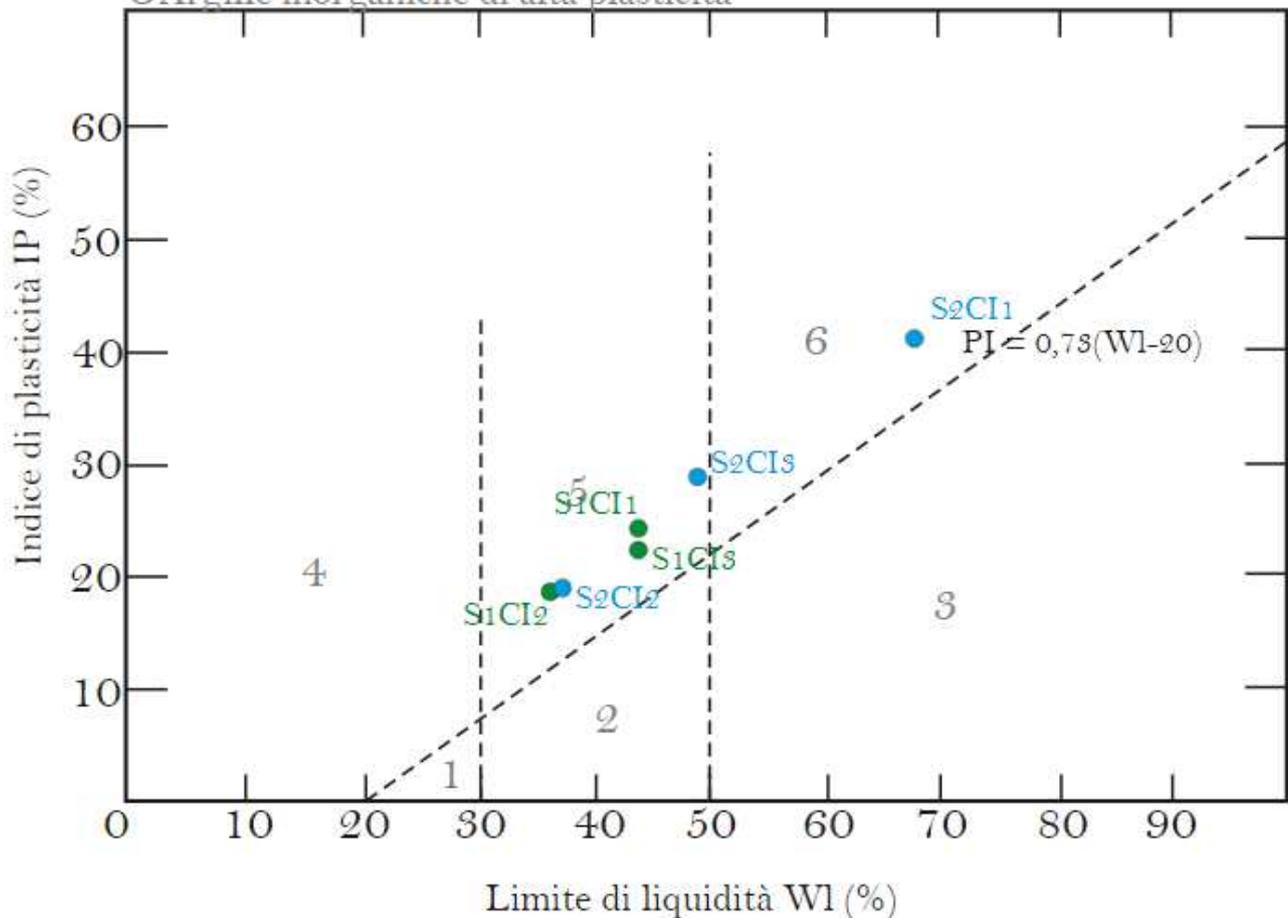


Figura 31: Carta di plasticità di Casagrande; tutti i campioni ricadono nel campo 5, ovvero “Argille inorganiche di media plasticità”, eccettuato il campione S2CI1, che ricade nel campo “Argille inorganiche di alta plasticità”.

L'Indice di Plasticità indica il comportamento meccanico del terreno in termini di plasticità, secondo la seguente tabella.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 48 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Grado di plasticità	IP
Non plastico	0-5
Poco plastico	5-15
Plastico	15-40
Molto plastico	>40

Tabella 5: Indice di Plasticità e comportamento del terreno

I risultati interpretativi sono riportati nella seguente tabella, da cui si evince che tutti i campioni mostrano comportamento plastico, mentre il campione più superficiale di S2 mostra comportamento molto plastico.

Campione	Profondità (m)	IP	Comportamento
S1CI1	3,00-3,60	24	Plastico
S1CI2	6,00-6,60	18	Plastico
S1CI3	9,00-9,60	23	Plastico
S2CI1	3,00-3,60	41	Molto plastico
S2CI2	6,00-6,60	19	Plastico
S2CI3	9,00-9,60	29	Plastico

Tabella 6: Indice plastico dei campioni esaminati

Una volta determinati i parametri indice dei Limiti di Atterberg è possibile determinare l'Indice di Consistenza (IC) dei terreni, parametro che descrive il comportamento fisico in termini di consistenza (da fluida a solida), secondo la tabella riportata di seguito.

Consistenza	IC
Fluida	<0
Fluido-plastica	0,00-0,25

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 49 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Molle-plastica	0,25-0,50
Plastica	0,50-0,75
Solido-plastica	0,75-1,00
Semisolida	>1 e $W_n > W_s$
Solida	>1 e $W_n < W_s$

Tabella 7: Indice di Consistenza e comportamento fisico dei terreni

Determinazione Indice di Consistenza IC						
Campione	S1CI1	S1CI2	S1CI3	S2CI1	S2CI2	S2CI3
Contenuto naturale d'acqua W	21,1	21,2	26,4	26,3	19,5	22,9
Limite liquido Wl	44	36	44	68	37	49
Indice di Plasticità IP	24	18	23	41	19	29
Indice di consistenza IC	0,95	0,82	0,77	1,02	0,92	0,90
Grado di consistenza	Solido-plastica	Solido-plastica	Solido-plastica	Semi-solida	Solido-plastica	Solido-plastica

Tabella 8: Tabella riepilogativa dei Limiti di Atterberg e loro grado di consistenza

Dall'analisi dei dati appare evidente ancora una volta la natura sostanzialmente plastica dei terreni, che manifestano un comportamento solido-plastico e solo in un caso semi-solido.

In definitiva i limiti di Atterberg delineano un quadro di terreni caratterizzati sì da buone caratteristiche geotecniche in termini di coesione non-drenata, ma anche da un comportamento piuttosto plastico.

La prova edometrica ha permesso di verificare la deformazione del provino in relazione all'applicazione dei carichi verticali. In corrispondenza del carico massimo applicato (1600 kPa) la deformazione è stata pari a 11,07%, con indice dei vuoti passante da 0,756 a 0,562.

Indagini geofisiche MASW

I risultati dei profili MASW sono discretamente correlati fra loro, con un salto di rigidità sismica molto evidente riscontrato alla profondità di circa 8-9 m, che potrebbe corrispondere ad un livello prevalentemente argilloso con granuli della taglia delle ghiaie, ma che nelle stratigrafie non mostra evidenza significative di aumento del grado di compattezza generale. Un ulteriore contrasto di rigidità è riscontrabile alla profondità di circa 17-18 m e corrisponde, con un buon grado di approssimazione, al passaggio esistente fra gli orizzonti limoso-argillosi e gli orizzonti ghiaioso-sabbiosi, certamente più rigidi. Un ulteriore salto di rigidità, a profondità poco inferiori a circa 30 m, potrebbe essere correlato sia a un aumento di velocità intraformazionale derivante dall'aumento della tensione litostatica efficace, sia alla presenza del substrato argilloso pliocenico sottostante gli orizzonti alluvionali. Le velocità registrate nel profilo verticale delle onde S non raggiungono il valore di 800 m/s fissato per il bedrock

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 50 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

dalla normativa vigente. In questo caso la V_{seq} corrisponde alla V_{s30} . In entrambi i profili il valore di V_{seq} è inferiore a 360 m/s, per cui la categoria di sottosuolo di fondazione è la categoria C.

Si sottolinea che le indagini MASW non hanno individuato inversioni di velocità nel profilo delle onde di taglio, che manifestano invece un aumento sostanzialmente costante.

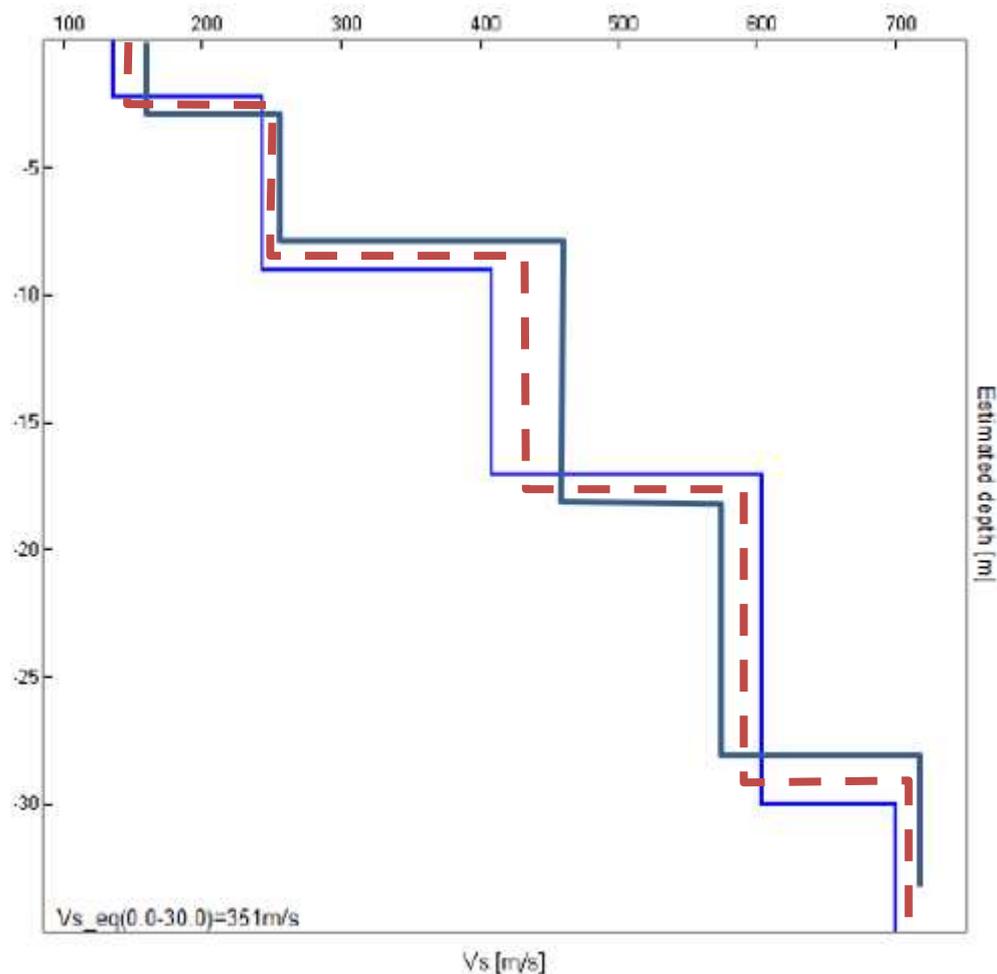


Figura 32: Confronto fra tutti i profili MASW eseguiti (in blu chiaro la MASW 1, in tono scuro la MASW 2); si nota una discreta corrispondenza dei due profili. In tratteggio rosso il profilo interpolato medio di riferimento.

12. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DEFINITIVO

Nel presente paragrafo viene proposto il modello geologico di riferimento, unitamente al relativo modello geotecnico. I dati che compongono i modelli sono il compendio ragionato dell'insieme delle prove eseguite. Il modello geotecnico, data la relativamente bassa numerosità della popolazione, è basato principalmente sui valori inferiori dei parametri geotecnici. L'ultimo orizzonte ghiaioso è ipotizzato fino a 30 m poiché non sono state riscontrate variazioni significative nel profilo delle MASW.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 51 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

Unità Litologica	Descrizione Litologica	Profondità (tetto-letto in m)	Peso dell'unità di Volume γ (kN/m ³)	Angolo di attrito ϕ (°)	Coesione drenata c (kPa)	Coesione non drenata c_u (kPa)
1	Coperture agrarie e colluviali prevalentemente fini	0,0-1,0	17,5	22	10	25
2	Argilla e limo	1,0-17,0	17,9	27,5	28	73,6
3	Sabbie limose ghiaiose argillose	17,0-18,2	18,5	28,5	4	12
4	Sabbie e ghiaie	18,2-30,0	20,0	34,0	0	0

Figura 33: modello geotecnico di riferimento

Il profilo sismostratigrafico di riferimento è riportato di seguito.

Sismostrato	Profondità (m)	VS (m/s)
1	0,0-2,5	150
2	2,5-8,5	250
3	8,5-17,0	430
4	17,0-30,0	600
5	30,0-35,0	700

Tabella 9: Profilo delle onde S di riferimento.

13. POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Valutazioni circa la possibilità o meno di sviluppo di fenomeni di liquefazione durante eventuali attività sismiche vanno svolte in presenza di terreni granulari saturi, con fuso granulometrico a dominanza sabbiosa in condizioni sature. La liquefazione è una diminuzione di resistenza a taglio e/o rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo, durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

L'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018) indica che le verifiche alla

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 52 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

liquefazione per le opere possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero inferiori a 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e per strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1) $60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 56, lato sinistro nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Figura 56, lato destro nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

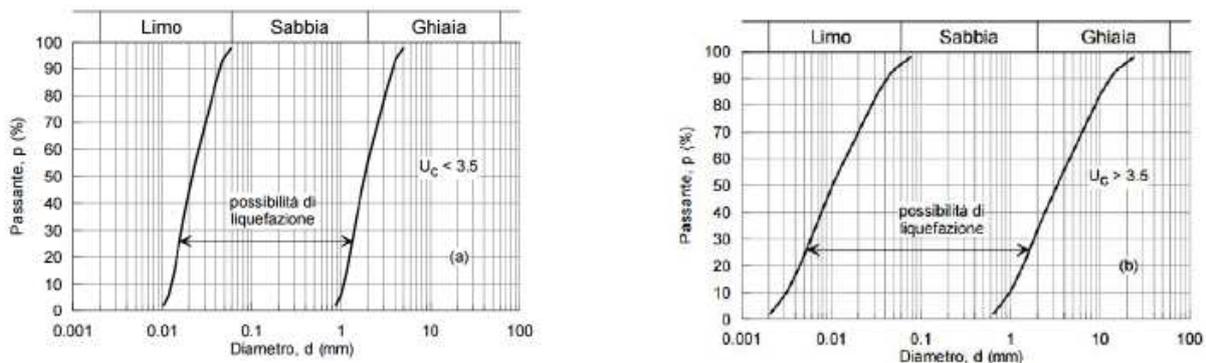


Figura 34: Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ai sensi delle NTC

La valutazione del potenziale di liquefazione viene usualmente effettuata in due fasi: una fase di verifica preliminare di suscettibilità in cui si valutano le caratteristiche geologiche generali che possano eventualmente escludere delle verifiche analitiche del potenziale di valutazione. Se il primo criterio esclude la possibilità di liquefazione dei sottofondi la verifica si arresta, mentre nel caso in cui non è

Se da un punto di vista teorico la liquefazione è possibile sulla base dell'età dei depositi, alla verifica delle caratteristiche granulometriche è risultato che i terreni possiedono delle spiccate caratteristiche attritive a causa della dominante limosa e argillosa che contraddistingue gli orizzonti fino a circa 17 m. Tali terreni escludono che possano verificarsi fenomeni di liquefazione dei sottofondi. Si sottolinea che il limite di profondità alla quale è possibile assistere a fenomeni di liquefazione è di 15 m. Si aggiunge inoltre che durante le indagini geognostiche non è stata individuata la falda, da considerarsi quindi a profondità maggiore di 20 m, dato che esclude ulteriormente la possibilità di liquefazione dei sottofondi.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 53 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

14. CONCLUSIONI

La presente relazione ha come finalità la caratterizzazione geologico-tecnica preliminare del sito relativo al progetto di realizzazione della sottostazione elettrica utente 150/20 kV, richiesta per l'alimentazione di un nuovo compressore elettrico che la Società STOGIT S.p.A. ha in programma di installare nella centrale di compressione gas di Fiume Treste situata nel comune di Cupello (CH), nella frazione di Montalfano; la sottostazione sarà invece realizzata nel comune di San Salvo, sempre in provincia di Chieti.

L'area in esame si caratterizza per la presenza di terreni argillosi ed argillosi marnosi, con intercalati livelli sottili di sabbie gialle, sabbie limose e sabbie micro conglomeratiche e coltri eluvio-colluviali costituiti da limi, argille, sabbie, con sparsi clasti centimetrici arenacei, selciferi e calcarei (formazione del Fiume Treste, presente prevalentemente a monte dell'area di progetto); le facies sedimentarie quaternarie riguardano prevalentemente depositi eluvio-colluviali e depositi alluvionali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, in parte da attribuire a conoidi del tipo *alluvial fan*.

La campagna di indagini geognostiche ha permesso di dettagliare la colonna litostratigrafica locale, caratterizzata da una formazione di origine continentale, caratterizzata da terreni limosi e argillosi, con rare intercalazioni sottili limoso-sabbiose, fino alla profondità di 17 m circa; l'orizzonte superficiale è caratterizzato dalla presenza di apparati radicali, da un certo grado di pedogenizzazione e dal rimaneggiamento agrario. Al di sotto dei 17 m è presente un orizzonte, di spessore poco oltre il metro, a dominanza sabbiosa, che fa da termine di passaggio con la sottostante formazione ghiaioso-sabbiosa, marcando una successione sedimentaria tipicamente *fining-upward*, che segnala la diminuzione progressiva dell'energia di sedimentazione. Le indagini in situ non hanno individuato la superficie di falda.

Da un punto di vista topografico l'area ricade nella categoria T1, ovvero aree di pianura o di versante, con pendenza inferiore a 15°, mentre la categoria di suolo di fondazione è la categoria C.

I comuni di Cupello (CH) e di San Salvo (CH) nella classificazione sismica dei comuni italiani risultano entrambi in categoria 3, con accelerazioni massime attese su *bedrock* pari a $0,05 < a_0 < 0,15$ g; si tratta, dunque, di una zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 54 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

ALLEGATO I – REPORT MASW

REPORT INDAGINI MASW – FIUME TRESTE

PREMESSA

La campagna di indagini geofisiche nell'area sedime del nuovo intervento ha compreso l'esecuzione di:

- N° 2 misure di sismica superficiale con metodologia attiva MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*).

L'ubicazione in campo dei punti di indagine è stata condivisa con i progettisti incaricati, con riferimento alle planimetrie di progetto.



Ubicazione stendimenti MASW

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 55 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

METODO

La tecnica utilizzata viene definita comunemente di tipo “attivo”, in quanto la sua esecuzione è possibile solo a seguito di un’energizzazione effettuata manualmente da un qualsiasi punto definito “sorgente” del piano campagna.

L’indagine nel suo insieme, in accordo con le linee guida fornite dal D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni, ha permesso di ricostruire il profilo delle velocità delle onde di taglio (V_s) per il sito d’indagine e inquadrare i terreni interessati dalle opere in progetto secondo la normativa nazionale, vale a dire in funzione delle $V_{s_{eq}}$ valutate nei primi 30 metri di profondità a partire dal piano d’imposta delle fondazioni.

La formula di seguito riportata permette, mediante l’utilizzo di una media armonica, di valutare il parametro di $V_{s_{eq}}$ necessario all’attribuzione della categoria sismica per il suolo indagato:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Con il termine MASW si indica uno studio della propagazione delle onde di superficie mediante una energizzazione del terreno. Tale pratica viene comunemente svolta mediante l’impiego di una mazza battente.

Tale analisi viene condotta analizzando la componente delle onde di Rayleigh (R) o in alternativa le onde di Love (L), la cui generazione avviene nel primo caso mediante un’energizzazione verticale del sito (ZVF), mentre nel secondo caso è necessario generare una sorgente di taglio trasversale allo stendimento (THF).

Le onde di Rayleigh e di Love sono definite onde di superficie, in quanto la loro ampiezza decresce con la profondità di propagazione; pertanto, il loro sviluppo interessa quasi esclusivamente le porzioni più superficiali di terreno.

Le due tipologie di onde si differenziano a seconda di come si propagano nel mezzo attraversato: le onde di Rayleigh hanno un moto radiale di tipo retrogrado, mentre quelle di Love si muovono esclusivamente sul piano orizzontale con una oscillazione che si presenta perpendicolare alla direzione di propagazione.

A prescindere dalla loro tipologia, un’onda sismica è costituita dalla sommatoria di diverse componenti (frequenza e lunghezza d’onda) con differenti valori di ampiezza e di fase che, una volta sommate, danno luogo all’onda di propagazione.

Logo e Denominazione Commerciale Committente 	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 56 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

Dove:

λ = lunghezza d'onda

V = velocità di propagazione

f = frequenza.

In particolare, la velocità di propagazione di una specifica componente (frequenza) dipende dalle caratteristiche del mezzo attraversato, e interessa indicativamente una profondità pari a circa $\lambda/2$ o $\lambda/3$, secondo una approssimazione che viene spesso definita "Steady state approximation".

Analizzando così la velocità di propagazione di ciascuna componente, si è in grado di quantificare le caratteristiche del mezzo attraversato in funzione della profondità di osservazione. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Tale proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate "rumore", per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

L'intero processo avviene seguendo tre passi fondamentali:

- Acquisizione delle onde superficiali (Ground Roll);
- Costruzione della curva di dispersione (Velocità di fase - Frequenza);
- Inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Al fine di ottenere un profilo di velocità (Vs), è obbligatorio generare un treno d'onde superficiali a banda larga, cercando per quanto possibile di ridurre al minimo la registrazione del cosiddetto "rumore ambientale". A tal fine sono presenti molteplici tecniche attuabili nella fase d'acquisizione che variano principalmente in funzione della strumentazione utilizzata, della geologia del sito, dalla possibilità o meno di effettuare una stesa sismica sufficientemente sviluppata e del livello di disturbo antropico "rumori accidentali".

Nel caso si voglia effettuare un'analisi del rapporto spettrale delle onde di Rayleigh, sarà buona norma energizzare il terreno mediante un colpo verticale, in modo da massimizzare la risposta radiale nel terreno. Al contrario se si vuole eseguire un'analisi del rapporto spettrale delle onde di Love, la migliore energizzazione sarà quella fornita da un colpo di taglio, ortogonale rispetto alla direzione dello stendimento.

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 57 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

L'interpretazione della curva di dispersione ottenuta dalla combinazione dei dati di campagna viene svolta mediante un procedimento iterativo, finalizzato all'interpretazione dello spettro delle velocità di fase, tramite confronto con un modello teorico del sito formulato dall'operatore sulla base delle proprie conoscenze stratigrafiche e geologiche.

Questo approccio è talvolta preferito alla classica procedura di picking, in quanto evita l'insorgere di errori dovuti alla presenza di modi superiori che potrebbero concentrarsi all'interno dello stesso dataset. Questa metodologia risulta quindi molto efficace, sia in condizioni "ordinarie" sia in condizioni geologiche relativamente complesse (spettri di risposta particolarmente difficili o disturbati).

Di conseguenza, partendo da una stratigrafia desunta da eventuali indagini geotecniche svolte in sito, è possibile attribuire dei valori di velocità e relativi spessori ai singoli strati seguendo un processo iterativo che riguarda sia il modo fondamentale che quelli superiori fino al raggiungimento del "fitting" ottimale con la curva di dispersione.

MODALITA'

Per l'esecuzione delle indagini MASW è stata utilizzata la seguente strumentazione e software di elaborazione: cordella metrica e strumenti per la pulizia e preparazione della superficie del terreno; sistema di energizzazione di tipo impulsivo, costituito da una mazza di massa di 10 kg, in relazione alla lunghezza degli stendimenti, un sismografo multicanale del tipo TROMINO ENGY 3G avente le seguenti caratteristiche:

TROMINO ENGY 3G

Registratore digitale tutto in uno (1Gb memoria)

- 3 canali velocimetrici per microtremore sismico ambientale (saturazione ± 1.2 mm/s in banda)
- 3 canali velocimetrici per vibrazioni forti (saturazione ± 47 mm/s in banda)
- 3 canali accelerometrici
- 1 canale analogico (es. trigger esterno)
- frequenze di campionamento 128, 256, 512, 1024 Hz su tutti i canali; 32768 Hz su 2 canali
- moduli GPS e radio interni
- cavo trigger e software per la sismica attiva (ns. rif. **SW ARRAY**)
- valigetta rigida e cavo USB per trasferimento dati al PC

software *grita* per

- scaricamento dati, e funzioni di database,
- analisi dei dati spettrale, direzionale, di 'sito di riferimento' e H/V e secondo le linee guida europee
- modulo per la stima del parametro Vs30 tramite fit vincolato della curva H/V
- modulo per l'analisi di vibrazioni su strutture secondo le principali normative europee
- sismica a rifrazione (picking primi arrivi e dromocrone per la determinazione di profili Vp e Vs)
- SASW / MASW (modellazione diretta di curve di dispersione della velocità di fase di onde di Rayleigh e Love anche nei modi superiori per la determinazione di profili di Vs)

La procedura di prova prevede la disposizione dei ricevitori (in questo caso del Tromino Engy 3G) lungo un allineamento sulla superficie della verticale da investigare. La prova si esegue trasmettendo da una sorgente al terreno una forza di tipo impulsivo, attraverso il sistema di energizzazione a massa

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 58 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

battente. La sorgente sarà ubicata alternativamente su entrambi gli estremi dell'allineamento. Ciò consente di ottenere una compensazione di eventuali distorsioni di fase interne dei geofoni e una parziale riduzione degli effetti dovuti a discontinuità locali o a stratificazioni leggermente inclinate del deposito.

La superficie di appoggio su cui è stato realizzato l'allineamento è stata preventivamente regolarizzata. Il campionamento temporale è stato tarato in modo da garantire che tutto il treno d'onda relativo alla propagazione delle onde superficiali sia registrato, quindi la durata dell'acquisizione è maggiore o uguale al tempo necessario per l'armonica più lenta a raggiungere il sensore più lontano. L'intervallo di campionamento dovrà garantire la stima delle armoniche di interesse in base alle regole del campionamento (frequenza di campionamento almeno doppia - meglio se pari a cinque volte - della frequenza più alta da registrare).

Una volta completata la caratterizzazione in sito della verticale di indagine e definita la curva di dispersione sperimentale tra velocità di fase e lunghezze d'onda, si esegue il processo di inversione per giungere alla definizione di un modello numerico e della corrispondente curva di dispersione numerica. Il processo di inversione è stato realizzato col software Grilla dedicato, attraverso una procedura iterativa: andrà ipotizzato un profilo stratigrafico verticale di prima ipotesi caratterizzato da determinati spessori di terreno e dati valori del coefficiente di Poisson e della densità. Il processo di iterazione verrà ripetuto variando opportunamente i parametri di input e sarà concluso una volta giunti ad un modello che presenti una curva di dispersione numerica assimilabile con buona approssimazione a quella sperimentale. Il profilo di velocità delle onde di taglio V_s così ottenuto, sarà quindi utilizzato per stimare la variazione del modulo di taglio G_0 in funzione della profondità.

RISULTATI

Nelle pagine che seguono vengono riportati i risultati delle prove MASW in onde di Rayleigh.

$$V_{seq} = \frac{h}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nella seguente tabella si riassumono i valori della velocità delle onde di taglio V_s fino ad oltre 30m di profondità. La V_{seq} è stata determinata dalla formula:

ID PROVA	V_{seq} (m/s)
MASW 1	351
MASW 2	354

V_s determinate

Logo e Denominazione Commerciale Committente  STOGIT	Identificativo documento Committente 041105DALB34412	Identificativo documento Progettista 05-CI-E-11001	Indice Rev.		Foglio di Fogli 59 / 127
			Stato di Validità	N. Rev.	
			EX-DE	01	

In conclusione, come stabilito nel D.M. 17 gennaio 2018, il sito in esame risulta classificabile nella seguente categoria di sottosuolo:

Categoria C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Stendimento MASW 1



Stendimento MASW 2

		<h2>ATLANTE FOTOGRAFICO</h2>			COMM. cm041/22 PAG: 1 DI 3
Rev.	DATA	CERTIFICATO			
1	03/04/2014	cerft001 cm04122			

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

PROGETTO: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste - San Savo (CH) e Cupello (CH)

SONDAGGIO n°: S1 **DATA** 28/03/2022 **INSTALLAZIONE** **PROFONDITA' DA m** 0,00 **A m** 20.00



Rev.	DATA	CERTIFICATO		
1	03/04/2014	cerft001cm04122		

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

PROGETTO: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste - San Savo (CH) e Cupello (CH)

SONDAGGIO n°: S1 DATA 28/03/2022 CASSA n° 1 PROFONDITA' DA m 0,00 A m 5,00



SONDAGGIO n°: S1 DATA 28/03/2022 CASSA n° 2 PROFONDITA' DA m 5,00 A m 10,00



Rev.	DATA	CERTIFICATO		
1	03/04/2014	cerft001 cm04122		

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

PROGETTO: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste - San Savo (CH) e Cupello (CH)

SONDAGGIO n°: S1 DATA 29/03/2022 CASSA n° 3 PROFONDITA' DA m 10.00 A m 15.00



SONDAGGIO n°: S1 DATA 29/03/2022 CASSA n° 4 PROFONDITA' DA m 15.00 A m 20.00

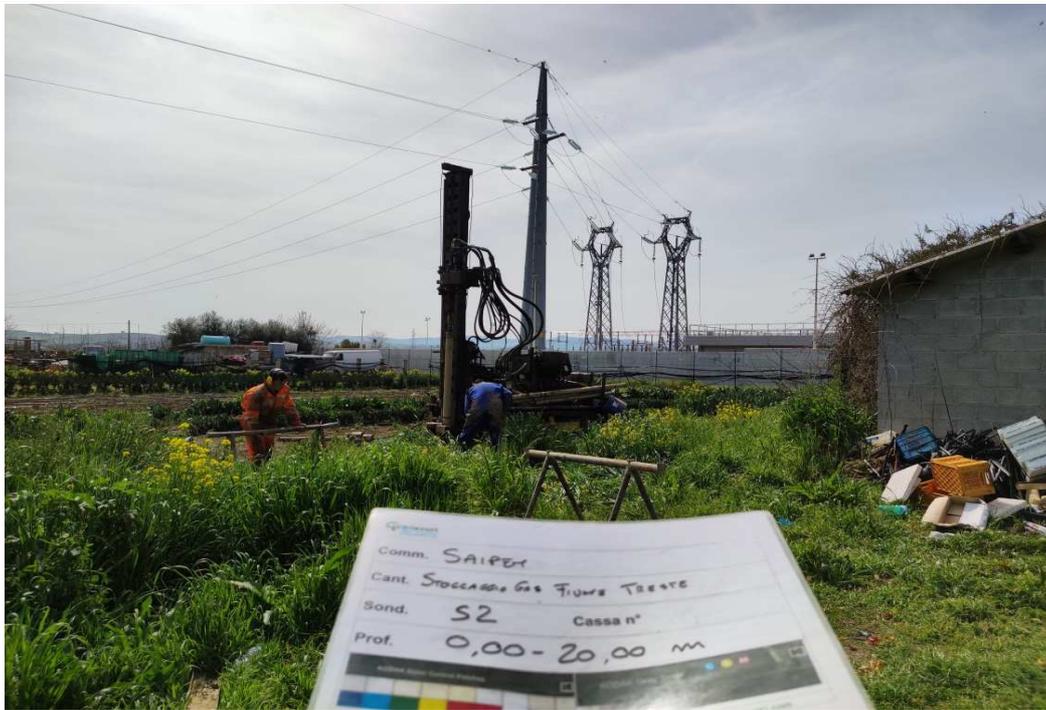


Rev.	DATA	CERTIFICATO		
1	03/04/2014	cerft002cm04122		

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

PROGETTO: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste - San Savo (CH) e Cupello (CH)

SONDAGGIO n°: S2 DATA 29/03/2022 INSTALLAZIONE PROFONDITA' DA m 0,00 A m 20.00



Rev.	DATA	CERTIFICATO		
1	03/04/2014	cerft002cm04122		

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

PROGETTO: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste - San Savo (CH) e Cupello (CH)

SONDAGGIO n°: S2 DATA 29/03/2022 CASSA n° 1 PROFONDITA' DA m 0,00 A m 5.00



SONDAGGIO n°: S2 DATA 29/03/2022 CASSA n° 2 PROFONDITA' DA m 5.00 A m 10.00



Rev.	DATA	CERTIFICATO		
1	03/04/2014	cerft002cm04122		

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

PROGETTO: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste - San Savo (CH) e Cupello (CH)

SONDAGGIO n°: S2 DATA 29/03/2022 CASSA n° 3 PROFONDITA' DA m 10.00 A m 15.00



SONDAGGIO n°: S2 DATA 29/03/2022 CASSA n° 4 PROFONDITA' DA m 15.00 A m 20.00



Rev.	DATA	CERTIFICATO		
1	03/04/2014	cerft003cm04122		

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

PROGETTO: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste - San Savo (CH) e Cupello (CH)

SONDAGGIO n°: SA1 DATA 28/03/2022 INSTALLAZIONE PROFONDITA' DA m 0,00 A m 3.00



SONDAGGIO n°: SA1 DATA 28/03/2022 CASSA n° 1 PROFONDITA' DA m 0,00 A m 3.00



Rev.	DATA	CERTIFICATO		
1	03/04/2014	cerft004cm04122		

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

PROGETTO: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste - San Savo (CH) e Cupello (CH)

SONDAGGIO n°: SA2 DATA 29/03/2022 INSTALLAZIONE PROFONDITA' DA m 0,00 A m 3.00



SONDAGGIO n°: SA2 DATA 29/03/2022 CASSA n° 1 PROFONDITA' DA m 0,00 A m 3.00



Rev.	DATA	CERTIFICATO		
1	03/04/2014	cerft005cm04122		

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

PROGETTO: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste - San Savo (CH) e Cupello (CH)

SONDAGGIO n°: SA3 DATA 29/03/2022 INSTALLAZIONE PROFONDITA' DA m 0,00 A m 3,00



SONDAGGIO n°: SA3 DATA 29/03/2022 CASSA n° 1 PROFONDITA' DA m 0,00 A m 3,00



Rev.	DATA	CERTIFICATO		
1	03/04/2014	cerft006cm04122		

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

PROGETTO: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste - San Savo (CH) e Cupello (CH)

SONDAGGIO n°: SA4 DATA 28/03/2022 INSTALLAZIONE PROFONDITA' DA m 0,00 A m 3,00



SONDAGGIO n°: SA4 DATA 28/03/2022 CASSA n° 1 PROFONDITA' DA m 0,00 A m 3,00





PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.

Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
Tel. 049 8705575 - Fax 049 7628815 - C.F. / P.I. 01370550285
E-mail: info@geodatapadova.it - www.geodatapadova.com



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001



COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

COMMESSA n. **09322**

del **30/03/2022**

RIASSUNTO DELLE PROVE ESEGUITE

Tipo di prova	sondaggio	S1			S2		
	indisturbato	CI1	CI2	CI3	CI1	CI2	CI3
	rimaneggiato						
	profondità	3,00-3,60	6,00-6,60	9,00-9,60	3,00-3,60	6,00-6,60	9,00-9,60
Classificazione geotecnica		limo argilloso debolmente sabbioso marrone	limo sabbioso e argilloso marrone	limo argilloso debolmente sabbioso marrone	limo con argilla marrone	limo argilloso e sabbioso grigio	limo argilloso e sabbioso marrone
Pocket Penetrometer	P.P. kPa	118-246	196-246	147-196	294-353	196-324	98-314
Torvane	Torv. kPa	29-51	39-52	37-39	78-86	57-75	29-83
Contenuto naturale d'acqua	(w %)	21,1	21,2	26,4	26,3	19,5	22,9
Peso dell'unità di volume	(γ kN/m ³)	18,69	18,65	19,02	19,20	17,93	19,67
Peso specifico dei grani	(γ_s kN/m ³)	---	---	---	26,93	---	---
Limiti di Atterberg	WL %	44	36	44	68	37	49
	WP %	20	18	21	27	18	20
	IP %	24	18	23	41	19	29
Analisi granulometrica con vagliatura	ciottoli %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ghiaia %	0,38	0,06	0,90	0,13	0,25	1,01
	sabbia %	5,11	19,05	5,94	1,64	16,40	10,92
	limo %	73,73	69,38	72,00	63,02	62,48	65,46
	argilla %	20,77	11,51	21,17	35,21	20,87	22,61
Classificazione UNI 11531-1	classe	A7-6	A6	A7-6	A7-6	A6	A7-6
	lg	11	8	10	20	8	14
Prova triassiale UU	cu kPa	---	97,2	73,6	214,9	---	---
Prova taglio diretto C.D.	ϕ' °	28,2	---	---	---	28,0	---
	c' kPa	9	---	---	---	15	---
Prova di compressione edometrica	σ kPa	---	---	---	200	---	---
	c_v m ² /sec	---	---	---	3,48E-08	---	---
	k_{ED} m/sec	---	---	---	3,62E-11	---	---

CERTIFICATO N°

128061

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

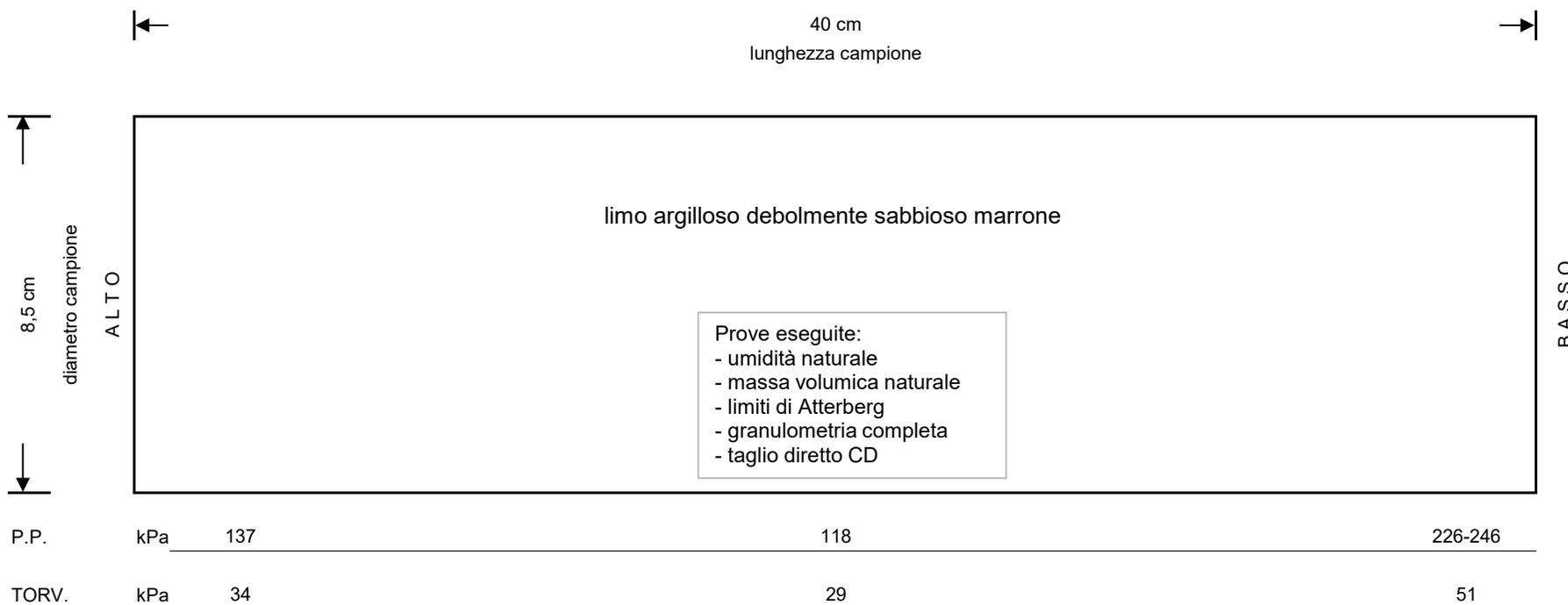
data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

Sond./Prel.: **S1**Prof.: **3,00-3,60**

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Campione: **CI1****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA VISIVA CAMPIONE INDISTURBATO**

note:

QUALITA' CAMPIONE:

X

buona
sufficiente
scadente

Sperimentatore
Dott. L. Stimamiglio

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

GEODATA
PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICCOLÒ (PD)
Tel: 049 8705575 - Fax 049 7628815 - C.F. / P.I. 01370550285
R.E.A. 206643 - Capitale sociale i.v. € 15.000,00
Info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.com



Cert. n° Q-0794-09

CERTIFICATO N° **128062**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Campione: **C11**Prof.: **3,00-3,60****CONTENUTO D'ACQUA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

	prov. 1	prov. 2
id.tara	124	118
massa umida lorda	g 112,21	g 119,83
massa secca lorda	g 99,49	g 106,05
tara	g 39,80	g 40,14
W%	21,310	W% 20,907

media

W % **21,1**

note:

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128063**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Camp.: **CI1**Prof.: **3,00-3,60****MASSA VOLUMICA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

	prov. 1	prov. 2
diámetro	mm 60,3	mm 60,3
altezza	mm 29,4	mm 29,4
massa lorda	g 329,32	g 328,82
tara	g 169,04	g 169,04
massa netta	g 160,28	g 159,78
ρ Mg/m ³	1,909	1,903
ρ kN/m ³	18,72	18,66

media

 ρ Mg/m³ **1,910**
 ρ kN/m³ **18,69**

note:

eseguito con il metodo della fustella tarata su campione indisturbato

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128064**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 06/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Campione: **CI1**Prof.: **3,00-3,60****LIMITI DI ATTERBERG**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

Provino: terreno naturale passante al vaglio 0,4 mm con 'metodo a umido'

Metodo di prova WL: Cucchiaino di Casagrande

LIMITE DI LIQUIDITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	23	68	1
massa umida lorda	g 26,796	31,445	27,318
massa secca lorda	g 21,883	25,701	23,048
tara	g 11,048	12,279	12,718
numero colpi	19	28	35
WL%	45,34	42,80	41,34

WL % **44**

LIMITE DI PLASTICITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	60	54	45
massa umida lorda	g 15,107	15,220	15,527
massa secca lorda	g 14,722	14,810	15,091
tara	g 12,803	12,763	12,940
WP%	20,06	20,03	20,27

WP % **20**

INDICE DI PLASTICITA'

IP **24**

w%

21,1Indice di consistenza (I_c)**0,95**

cucchiaino Casagrande Controls n° 87121946

note:

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128065**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 19/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: S1

Campione: CI1

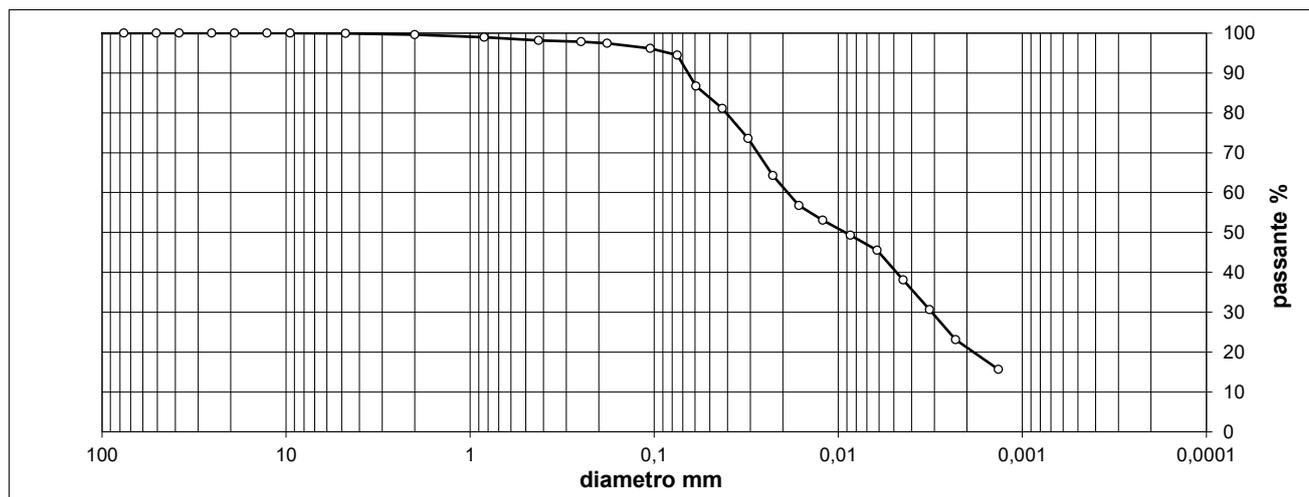
Prof.: 3,00-3,60

ANALISI GRANULOMETRICA

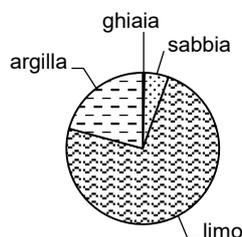
(norma: ASTM D 422)

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,600	0,00	100,00
3"	76,200	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	100,00
1" 1/2	38,100	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	100,00
No. 4	4,760	0,08	99,92
No.10	2,000	0,30	99,70
No.20	0,840	0,63	99,37
No. 40	0,425	0,82	99,18
No. 60	0,250	0,35	99,65
No. 80	0,180	0,40	99,60

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 140	0,105	1,28	98,72
No. 200	0,075	1,63	98,37
	0,0594		86,70
	0,0427		81,09
	0,0309		73,61
	0,0226		64,27
	0,0163		56,79
	0,0121		53,05
	0,0086		49,31
	0,0062		45,57
	0,0044		38,10
	0,0032		30,62
	0,0023		23,14
	0,0014		15,66



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0.6 mm	0.6 - 0.2 mm	0.2 - 0.075 mm	0.075 - 0.002 mm	< 0.002 mm
0,00	0,00	0,06	0,32	1,11	0,98	3,03	73,73	20,77



Classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

UNI 11531-1 **A7-6**

Ig **11**

USCS **---**

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128066**

pag. 1/2

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 07/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Campione: **CI1**Prof.: **3,00-3,60****PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Tipo di prova: C.D. Consolidata Drenata con cella circolare di Casagrande

Classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

Provini: provini ricavati da campione indisturbato

σ_v kPa	γ_i kN/m ³	wi %	hc mm	γ_f kN/m ³
100	18,83	21,1	28,95	19,13
200	18,66	21,1	27,85	19,70
300	18,72	21,1	26,83	20,51

dimensioni del provino:

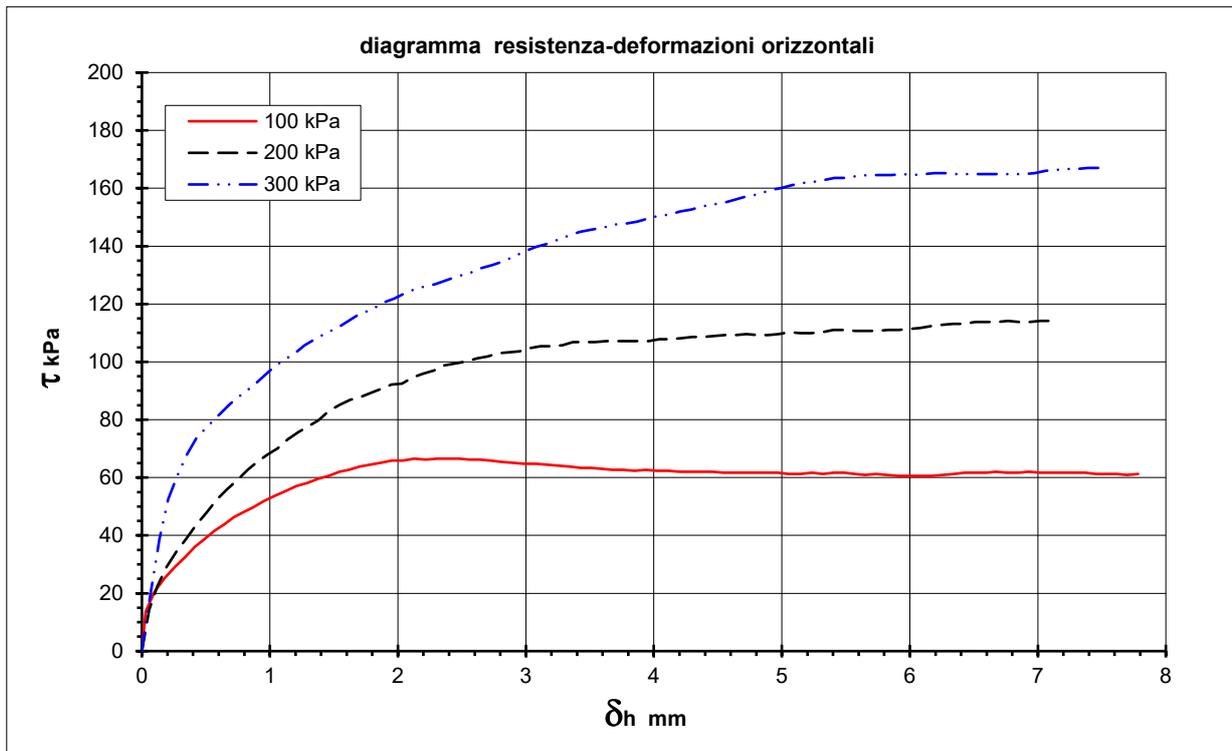
 ϕ : 60.0 mm

h: 29,4 mm

area: 2856 mm²

velocità di prova:

0,008 mm/min



Strumentazione

DS1 n° B33932; DS2 n° B01000; DS3 n° 110283

Sperimentatore

Dott. L. Stimamiglio

Direttore Laboratorio:

Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.



CERTIFICATO N° **128066**

pag. 2/2

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 07/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**

Campione: **CI1**

Prof.: **3,00-3,60**

Provino 1		100 kPa	
mm	kPa	mm	kPa
0,00	0,00	3,94	62,68
0,03	13,66	4,02	62,33
0,10	20,66	4,11	62,33
0,18	25,21	4,20	61,98
0,26	29,06	4,29	61,98
0,34	32,57	4,38	61,98
0,41	36,07	4,46	61,98
0,49	38,87	4,54	61,63
0,57	41,67	4,63	61,63
0,64	43,77	4,71	61,63
0,72	46,22	4,79	61,63
0,79	47,97	4,88	61,63
0,87	49,72	4,97	61,63
0,95	51,82	5,06	61,28
1,04	53,58	5,15	61,28
1,12	55,33	5,23	61,63
1,21	57,08	5,32	61,28
1,29	58,13	5,41	61,63
1,38	59,53	5,49	61,63
1,46	60,58	5,57	61,28
1,54	61,98	5,65	60,93
1,62	62,68	5,73	61,28
1,70	63,73	5,82	60,93
1,78	64,43	5,91	60,58
1,87	65,13	5,99	60,58
1,95	65,83	6,08	60,58
2,04	65,83	6,17	60,58
2,13	66,53	6,26	60,93
2,22	66,18	6,35	61,28
2,31	66,53	6,43	61,63
2,39	66,53	6,51	61,63
2,48	66,53	6,59	61,63
2,56	66,18	6,67	61,98
2,64	66,18	6,76	61,63
2,72	65,83	6,85	61,63
2,81	65,48	6,93	61,98
2,90	65,13	7,02	61,63
2,99	64,78	7,11	61,63
3,08	64,78	7,20	61,63
3,17	64,43	7,28	61,63
3,26	64,08	7,37	61,63
3,35	63,73	7,45	61,28
3,43	63,38	7,53	61,28
3,52	63,38	7,61	61,28
3,60	63,03	7,70	60,93
3,68	62,68	7,78	61,28
3,76	62,68		
3,85	62,33		

Provino 2		200 kPa	
mm	kPa	mm	kPa
0,00	0,00	3,88	107,15
0,06	14,36	3,96	107,15
0,12	22,41	4,04	107,85
0,19	29,06	4,13	107,85
0,27	34,32	4,21	108,20
0,35	38,87	4,30	108,55
0,43	43,77	4,38	108,55
0,51	47,97	4,47	108,90
0,59	52,53	4,56	109,25
0,67	56,03	4,64	109,25
0,75	59,18	4,72	109,60
0,83	62,68	4,81	109,25
0,90	65,48	4,89	109,25
0,98	67,93	4,98	109,60
1,06	70,03	5,06	110,30
1,14	73,18	5,14	109,95
1,22	75,64	5,23	109,95
1,30	77,74	5,32	110,30
1,38	79,84	5,40	111,00
1,46	82,99	5,49	111,00
1,54	85,09	5,57	110,65
1,63	86,84	5,66	110,65
1,71	87,89	5,74	110,65
1,79	89,29	5,83	111,00
1,87	90,69	5,91	111,00
1,95	92,09	6,00	111,35
2,03	92,44	6,08	111,70
2,11	94,55	6,17	112,40
2,20	95,95	6,25	112,75
2,28	97,00	6,34	113,10
2,36	98,75	6,42	113,10
2,45	99,45	6,51	113,80
2,53	100,15	6,60	113,80
2,62	101,20	6,68	113,80
2,70	101,90	6,77	114,15
2,78	102,95	6,85	113,80
2,87	103,30	6,94	113,80
2,95	103,65	7,02	114,15
3,03	104,70	7,11	114,15
3,11	105,40		
3,20	105,40		
3,28	105,75		
3,37	106,80		
3,45	106,80		
3,54	106,80		
3,63	107,15		
3,71	107,15		
3,79	107,15		

Provino 3		300 kPa	
mm	kPa	mm	kPa
0,00	0,00	3,96	149,52
0,03	9,45	4,04	150,57
0,08	23,11	4,12	150,92
0,14	38,87	4,21	151,97
0,21	52,53	4,29	152,67
0,27	60,23	4,38	153,72
0,35	67,58	4,47	154,42
0,43	73,54	4,55	155,12
0,51	77,74	4,64	156,17
0,60	81,59	4,73	157,23
0,69	85,44	4,82	157,93
0,78	88,59	4,91	159,33
0,87	91,74	4,99	160,03
0,96	95,25	5,08	161,08
1,04	98,40	5,16	161,78
1,12	100,85	5,24	162,13
1,20	102,95	5,33	162,83
1,27	105,75	5,41	163,53
1,35	107,85	5,50	163,53
1,44	109,95	5,59	164,23
1,52	111,70	5,68	164,58
1,61	114,15	5,77	164,58
1,70	116,61	5,86	164,58
1,80	118,01	5,94	164,93
1,88	120,46	6,03	164,58
1,97	121,86	6,11	164,93
2,05	123,61	6,19	165,28
2,13	125,01	6,28	165,28
2,21	126,06	6,36	164,93
2,29	126,76	6,45	164,93
2,38	128,16	6,54	164,93
2,47	129,56	6,62	164,93
2,56	130,61	6,71	164,93
2,65	132,36	6,80	164,93
2,74	133,41	6,89	164,93
2,83	134,81	6,98	165,28
2,91	136,57	7,06	165,98
3,00	138,32	7,14	166,33
3,08	139,72	7,22	166,68
3,16	140,77	7,31	166,68
3,25	142,17	7,39	167,03
3,33	143,57	7,48	167,03
3,42	144,97		
3,51	145,67		
3,60	146,37		
3,69	147,42		
3,78	147,77		
3,87	148,47		

Sperimentatore: Dott. L. Stimamiglio

Direttore Laboratorio: Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Camp.: **CI1**Prof.: **3,00-3,60****PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Tipo di prova: C.D. Consolidata Drenata con cella circolare di Casagrande

natura del terreno: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

tipo di campione: provini ricavati da campione indisturbato

dimensioni del provino: ϕ : 60.0 mm h: 29,4 mm area: 2856 mm²

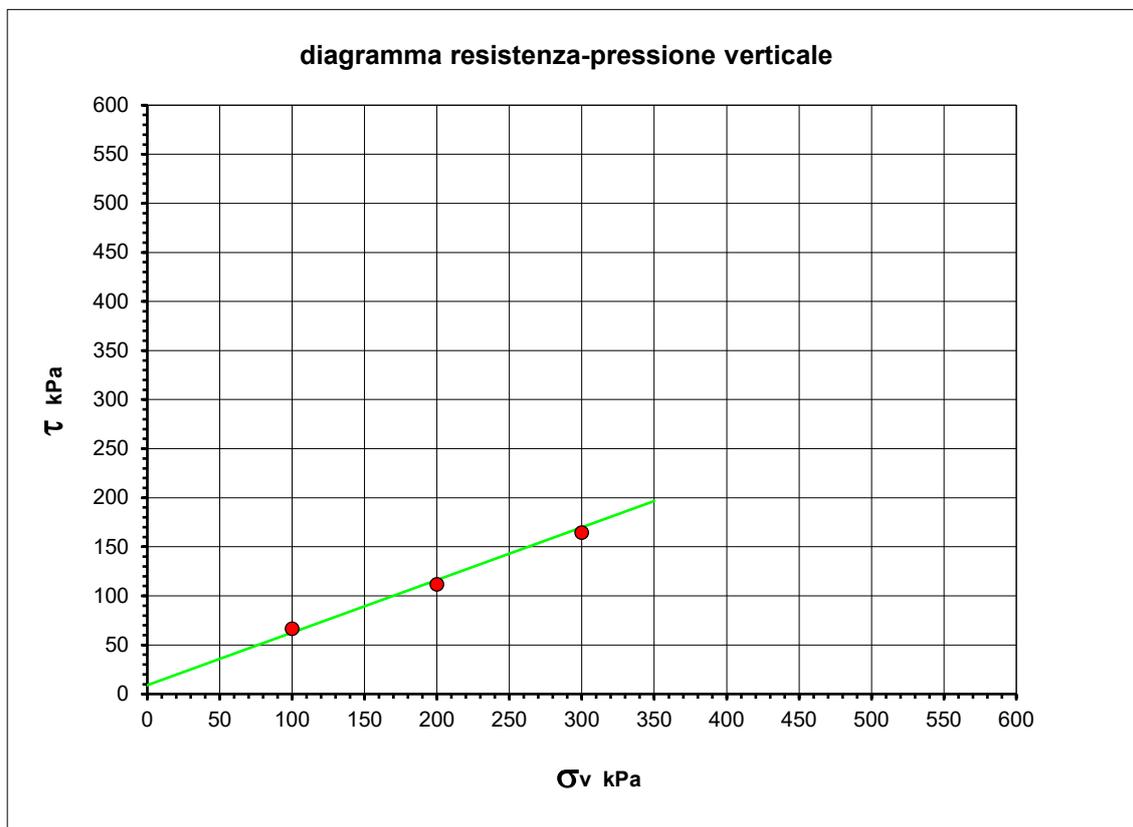
velocità di prova: 0,008 mm/min data di prova: 07.04.22

σ_v kPa	τ kPa	def. mm	γ_i kN/m ³	w _i %	h _c mm	γ_f kN/m ³
100	66,5	2,31	18,83	21,1	28,95	19,13
200	111,7	6,08	18,66	21,1	27,85	19,70
300	164,6	6,03	18,72	21,1	26,83	20,51

INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO

$$\phi' = 28,2 \text{ gradi}$$

$$c' = 9 \text{ kPa}$$



CERTIFICATO N°

128067

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

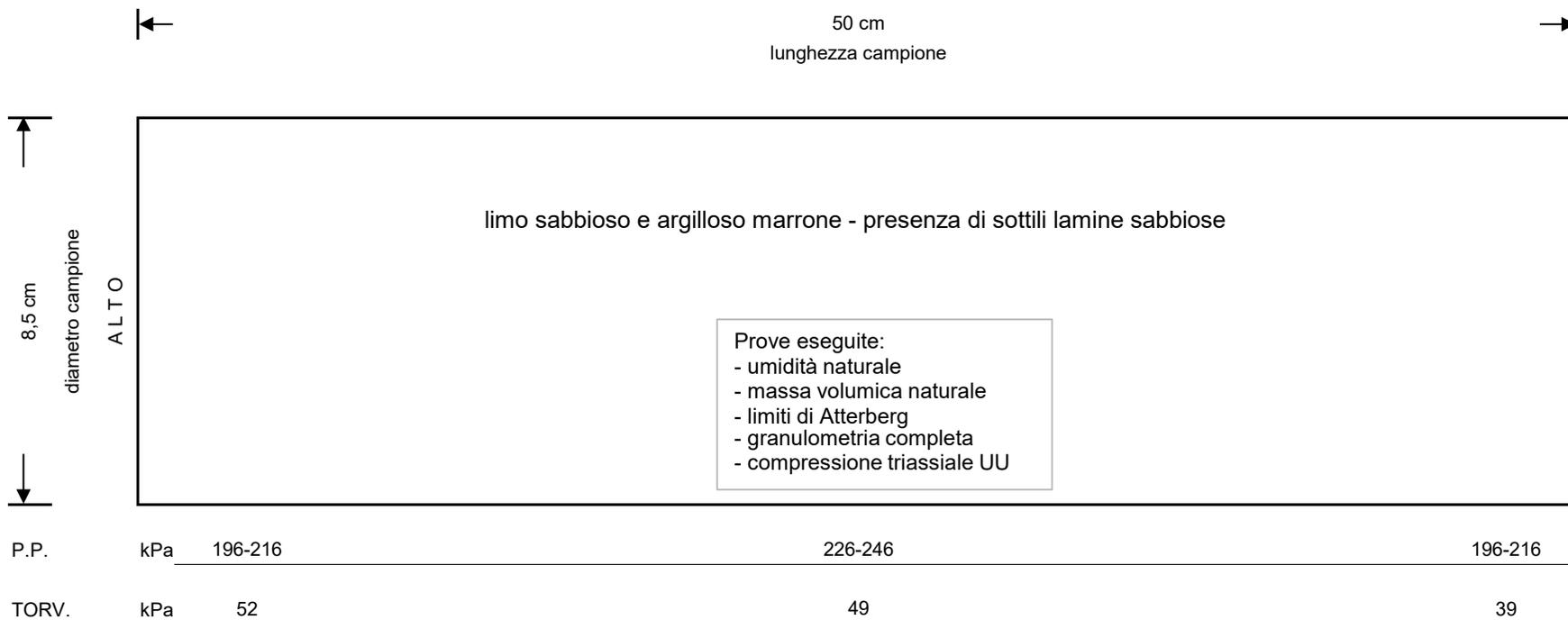
data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

Sond./Prel.: **S1**Prof.: **6,00-6,60**

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Campione: **C12****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA VISIVA CAMPIONE INDISTURBATO**

note:

QUALITA' CAMPIONE:

X

buona

sufficiente

scadente

Sperimentatore

Dott. L. Stimamiglio

Direttore Laboratorio

Dott. Pietro Daminato



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001



Cert. n° Q-0794-09

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO



GEODATA S.p.A. di Pietro Daminato & C.
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICCOLÒ (PD)
Tel: 049 8705575 - Fax 049 7628815 - C.F. / P.I. 01370550285
R.E.A. 2066643 - Capitale sociale i.v. € 15.000,00
Info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.com

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

CERTIFICATO N° **128068**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Campione: **C12**Prof.: **6,00-6,60****CONTENUTO D'ACQUA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Classificazione geotecnica: limo sabbioso e argilloso marrone

	prov. 1	prov. 2
id.tara	---	---
massa umida lorda	g 189,34	g 371,93
massa secca lorda	g 165,07	g 323,63
tara	g 51,56	g 93,76
W%	21,381	W% 21,012

media

W % **21,2**

note:

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128069**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Camp.: **CI2**Prof.: **6,00-6,60****MASSA VOLUMICA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Classificazione geotecnica: limo sabbioso e argilloso marrone

	prov. 1	prov. 2
diámetro	mm 36,3	mm 36,1
altezza	mm 75,7	mm 76,9
massa lorda	g 147,61	g 151,07
tara	g 0,00	g 0,00
massa netta	g 147,61	g 151,07
ρ Mg/m ³	1,884	1,919
ρ kN/m ³	18,48	18,82

media

 ρ Mg/m³ **1,900**
 ρ kN/m³ **18,65**

note:

eseguito con il metodo della misura lineare di provino ricavato da campione indisturbato

Sperimentatore
Dott. A. TodescoDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128070**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 06/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Campione: **CI2**Prof.: **6,00-6,60****LIMITI DI ATTERBERG**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Classificazione geotecnica: limo sabbioso e argilloso marrone

Provino: terreno naturale passante al vaglio 0,4 mm con 'metodo a umido'

Metodo di prova WL: Cucchiaino di Casagrande

LIMITE DI LIQUIDITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	17	2	55
massa umida lorda	g 33,120	30,074	29,180
massa secca lorda	g 28,742	25,550	24,906
tara	g 16,877	12,839	12,504
numero colpi	21	28	35
WL%	36,90	35,59	34,46

WL % **36**

LIMITE DI PLASTICITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	58	6	41
massa umida lorda	g 15,887	15,675	16,332
massa secca lorda	g 15,438	15,230	15,850
tara	g 13,016	12,801	13,174
WP%	18,54	18,32	18,01

WP % **18**

INDICE DI PLASTICITA'

IP **18**

w%

21,2Indice di consistenza (I_c)**0,82**

cucchiaino Casagrande Controls n° 87121946

note:

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128071**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 19/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: S1

Campione: C12

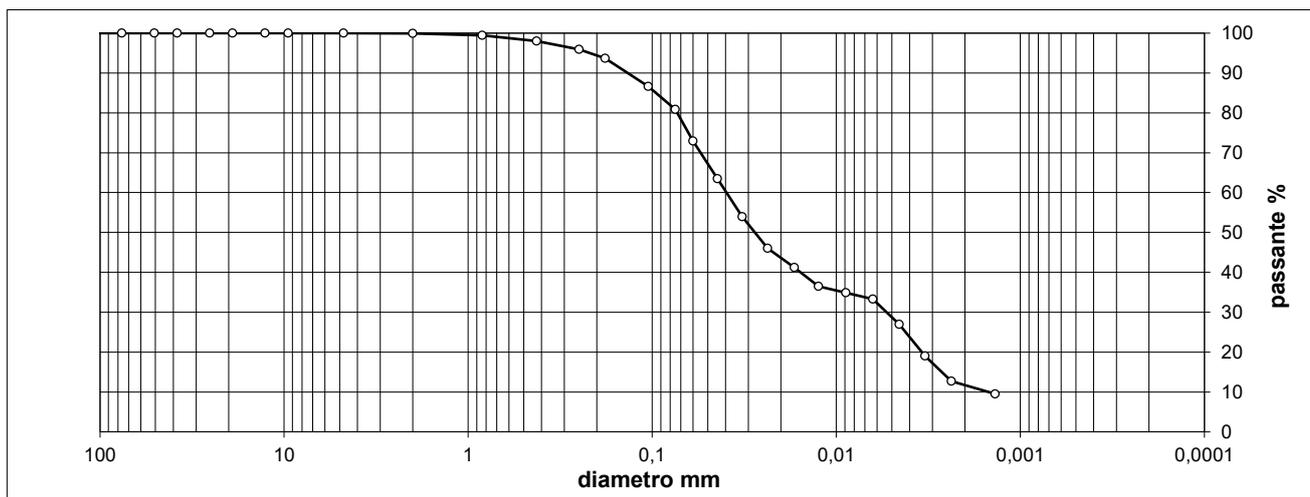
Prof.: 6,00-6,60

ANALISI GRANULOMETRICA

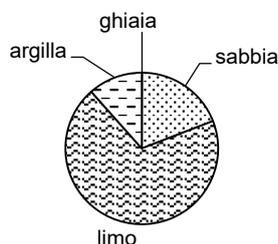
(norma: ASTM D 422)

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,600	0,00	100,00
3"	76,200	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	100,00
1" 1/2	38,100	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	100,00
No. 4	4,760	0,00	100,00
No.10	2,000	0,06	99,94
No.20	0,840	0,51	99,42
No. 40	0,425	1,40	98,02
No. 60	0,250	2,07	95,95
No. 80	0,180	2,31	93,64

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 140	0,105	7,02	86,62
No. 200	0,075	5,73	80,89
	0,0601		72,96
	0,0442		63,44
	0,0324		53,93
	0,0236		46,00
	0,0169		41,24
	0,0125		36,48
	0,0089		34,89
	0,0063		33,31
	0,0046		26,96
	0,0033		19,03
	0,0024		12,69
	0,0014		9,52



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	0,075 - 0,002 mm	< 0,002 mm
0,00	0,00	0,00	0,06	1,32	4,31	13,41	69,38	11,51



Classificazione geotecnica: limo sabbioso e argilloso marrone

UNI 11531-1 **A6**

Ig **8**

USCS **---**

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128072**

pag. 1/2

emesso il 30/03/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 13/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

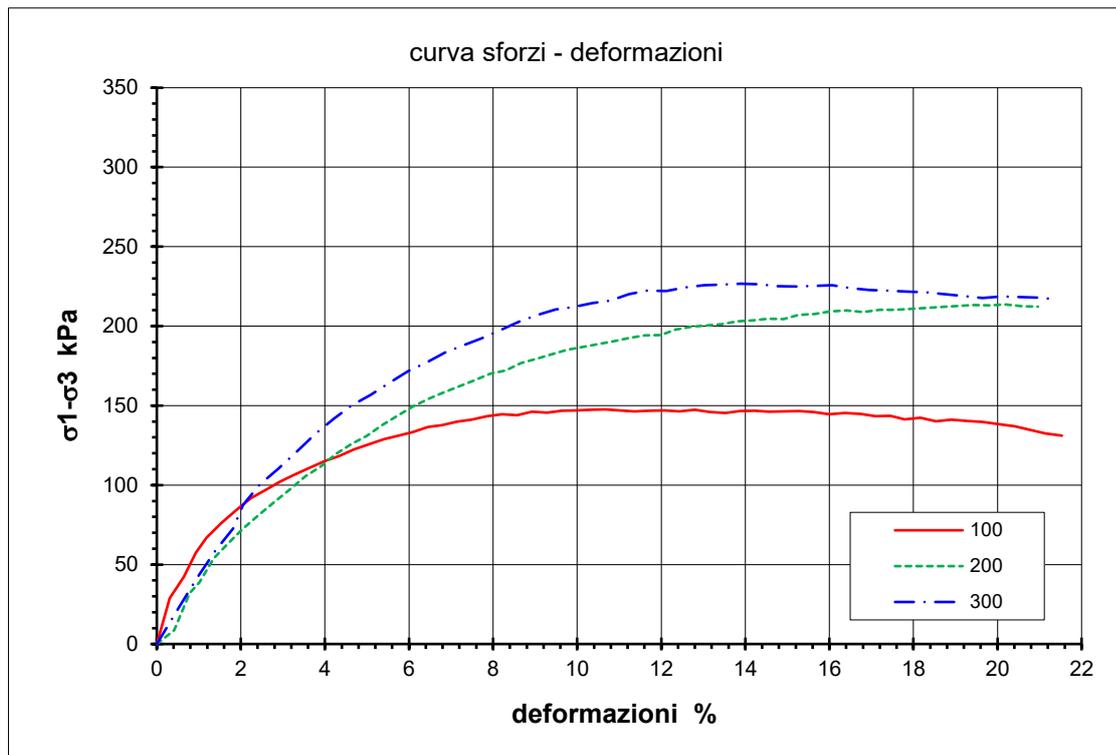
CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond.: **S1**Campione: **C12**prof.: **6,00-6,60****PROVA TRIASSIALE UU** (non consolidata e non drenata)

(norma: ASTM D 2850)

classificazione geotecnica: limo sabbioso e argilloso marrone

PROVINO N.		1	2	3
diametro	(mm)	36,3	36,1	36,4
altezza	(mm)	75,7	76,9	64,4
σ_3	(kPa)	100	200	300
γ	(kN/m ³)	18,48	18,82	18,47
w	(%)	19,8	20,8	20,7



pressa triassiale TX1 - cella di carico 3.5kN n° 104063

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N°	128072	pag.	2/2	emesso il	30/03/22
Verbale di Accettazione n.	09322	data ricevimento campione	30/03/22	data prova	13/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

PROVA TRIASSIALE UU (non consolidata e non drenata)

Sond./Prel.: **S1**

Camp.: **C12**

Prof.: **6,00-6,60**

Provino 1		100 kPa	
%	kPa	%	kPa
0,00	0,00	15,63	145,93
0,30	28,90	16,00	144,48
0,65	42,24	16,37	145,46
0,92	57,44	16,75	144,79
1,18	66,84	17,09	143,40
1,53	76,12	17,45	143,58
1,89	84,37	17,79	141,39
2,23	91,64	18,16	142,34
2,59	96,95	18,53	140,12
2,93	102,23	18,90	141,05
3,28	106,55	19,27	140,41
3,63	110,81	19,64	139,76
3,99	115,04	20,03	138,32
4,33	118,32	20,42	136,87
4,69	122,49	20,78	134,72
5,05	125,70	21,14	132,59
5,40	128,88	21,53	131,17
5,75	131,15		
6,09	133,39		
6,45	136,50		
6,79	137,80		
7,15	139,96		
7,49	141,23		
7,86	143,34		
8,22	144,56		
8,57	144,00		
8,93	146,08		
9,29	145,50		
9,63	146,70		
9,97	147,01		
10,32	147,32		
10,66	147,62		
11,00	147,05		
11,36	146,46		
11,72	146,72		
12,07	146,98		
12,43	146,38		
12,80	147,45		
13,16	146,01		
13,53	145,39		
13,87	146,47		
14,21	146,72		
14,57	146,11		
14,91	146,34		
15,27	146,55		

Provino 2		200 kPa	
%	kPa	%	kPa
0,00	0,00	16,41	209,88
0,42	8,76	16,80	208,90
0,78	31,99	17,19	210,35
1,01	38,68	17,57	210,20
1,35	53,97	17,95	210,84
1,70	63,38	18,32	211,47
2,05	72,73	18,67	212,15
2,42	81,04	19,05	212,75
2,80	89,27	19,41	213,36
3,17	97,44	19,82	213,08
3,54	105,55	20,18	213,67
3,90	111,73	20,61	212,52
4,27	119,72	20,96	212,36
4,63	125,79		
4,99	130,88		
5,36	137,77		
5,73	143,67		
6,10	149,54		
6,48	154,42		
6,84	158,37		
7,20	162,28		
7,57	166,16		
7,93	170,01		
8,30	172,02		
8,66	176,69		
9,04	179,52		
9,40	182,34		
9,77	185,13		
10,14	186,99		
10,52	188,83		
10,88	190,68		
11,25	192,50		
11,61	194,30		
11,99	194,33		
12,34	197,84		
12,72	199,54		
13,07	200,44		
13,45	201,26		
13,81	202,94		
14,19	203,73		
14,54	204,57		
14,92	204,49		
15,27	206,96		
15,66	207,66		
16,02	209,22		

Provino 3		300 kPa	
%	kPa	%	kPa
0,00	0,00	19,64	217,76
0,54	23,89	20,11	218,80
0,96	41,88	20,54	218,38
1,40	58,75	20,99	217,90
1,82	72,65	21,44	216,65
2,05	87,54		
2,45	100,30		
2,89	110,12		
3,32	120,77		
3,77	132,23		
4,21	141,76		
4,64	150,28		
5,09	156,87		
5,53	164,32		
5,98	171,67		
6,41	177,17		
6,86	183,48		
7,30	187,97		
7,73	192,40		
8,18	197,64		
8,62	202,85		
9,05	207,13		
9,49	210,49		
9,92	212,08		
10,36	214,50		
10,79	216,03		
11,23	220,09		
11,66	222,41		
12,13	222,08		
12,56	224,35		
13,01	225,70		
13,45	226,23		
13,90	226,71		
14,33	226,39		
14,77	225,24		
15,20	224,91		
15,65	225,33		
16,07	225,83		
16,51	223,85		
16,96	222,65		
17,39	222,28		
17,86	221,81		
18,29	221,42		
18,74	220,20		
19,21	218,94		

Sperimentatore: Dott. L. Stimamiglio

Direttore Laboratorio: Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**

Camp.: **C12**

Prof.: **6,00-6,60**

PROVA TRIASSIALE UU (non consolidata e non drenata)

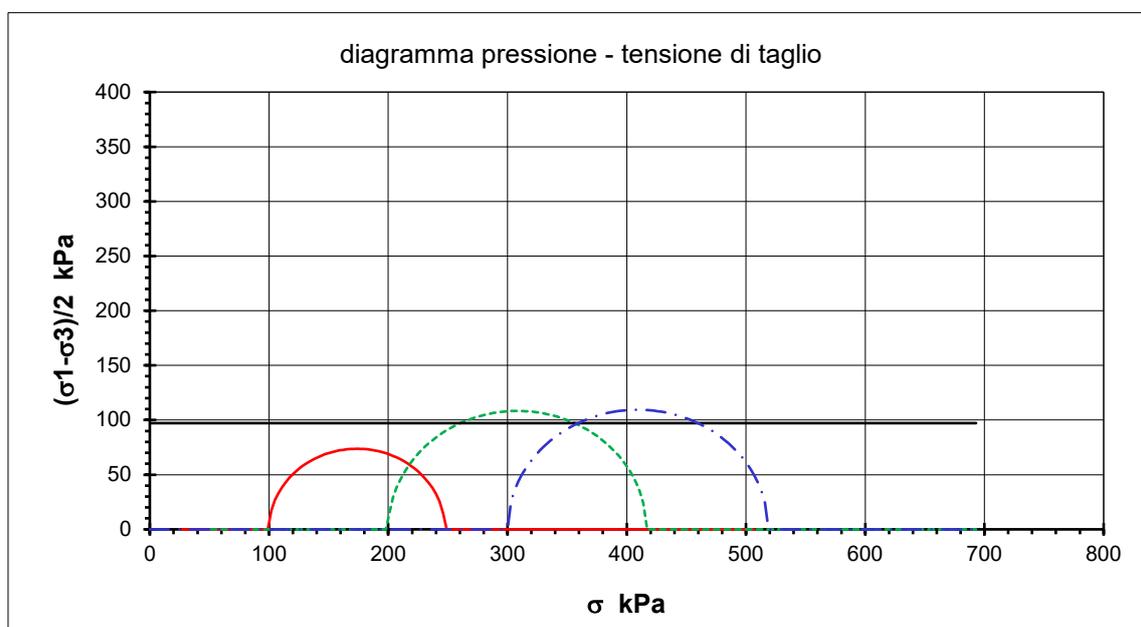
(norma: ASTM D 2850)

classificazione geotecnica: limo sabbioso e argilloso marrone

PROVINO N.		1	2	3
diametro	(mm)	36,3	36,1	36,4
altezza	(mm)	75,7	76,9	64,4
σ_3	(kPa)	100	200	300
$\sigma_1 - \sigma_3$	(kPa)	147,5	216,7	218,8
σ_1	(kPa)	247,5	416,7	518,8
ε	(%)	12,80	20,18	20,11
γ	(kN/m ³)	18,48	18,82	18,47
w	(%)	19,8	20,8	20,7

RESISTENZA AL TAGLIO NON DRENATA

cu	(kPa)	97,2
-----------	-------	-------------



CERTIFICATO N° **128074**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Campione: **C13**Prof.: **9,00-9,60****CONTENUTO D'ACQUA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

	prov. 1	prov. 2
id.tara	---	---
massa umida lorda	g 207,56	g 372,38
massa secca lorda	g 176,90	g 315,26
tara	g 62,24	g 95,39
W%	26,740	W% 25,978

media

W % **26,4**

note:

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128075**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Camp.: **CI3**Prof.: **9,00-9,60****MASSA VOLUMICA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

	prov. 1	prov. 2
diámetro	mm 34,5	mm 36,1
altezza	mm 75,9	mm 76,1
massa lorda	g 138,72	g 149,77
tara	g 0,00	g 0,00
massa netta	g 138,72	g 149,77
ρ Mg/m ³	1,955	1,923
ρ kN/m ³	19,17	18,86

media

 ρ Mg/m³ **1,940**
 ρ kN/m³ **19,02**

note:

eseguito con il metodo della misura lineare di provino ricavato da campione indisturbato

Sperimentatore
Dott. A. TodescoDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128076**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 06/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**Campione: **CI3**Prof.: **9,00-9,60****LIMITI DI ATTERBERG**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

Provino: terreno naturale passante al vaglio 0,4 mm con 'metodo a umido'

Metodo di prova WL: Cucchiaino di Casagrande

LIMITE DI LIQUIDITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	71	2	79
massa umida lorda	g 30,083	29,844	28,703
massa secca lorda	g 24,669	24,661	23,702
tara	g 12,819	12,839	11,998
numero colpi	16	25	33
WL%	45,69	43,84	42,73

WL % **44**

LIMITE DI PLASTICITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	67	24	8
massa umida lorda	g 15,708	15,610	15,028
massa secca lorda	g 15,223	15,124	14,630
tara	g 12,876	12,770	12,709
WP%	20,66	20,65	20,72

WP % **21**

INDICE DI PLASTICITA'

IP **23**

w%

26,4Indice di consistenza (I_c)**0,76**

cucchiaino Casagrande Controls n° 87121946

note:

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128077**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 19/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: S1

Campione: CI3

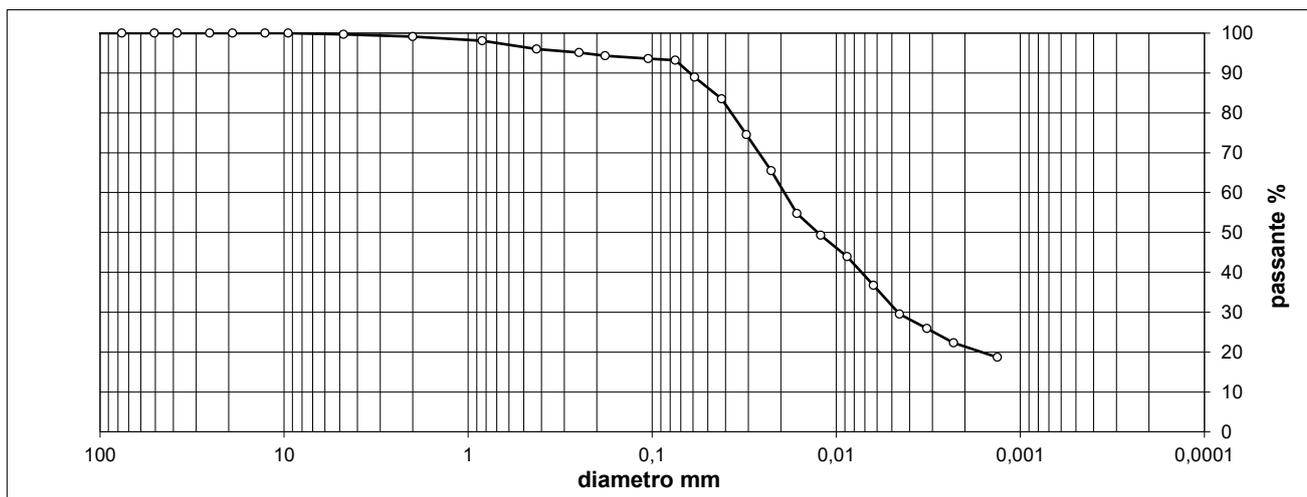
Prof.: 9,00-9,60

ANALISI GRANULOMETRICA

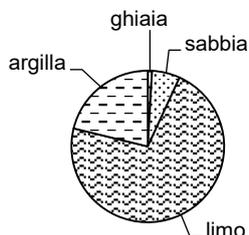
(norma: ASTM D 422)

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,600	0,00	100,00
3"	76,200	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	100,00
1" 1/2	38,100	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	100,00
No. 4	4,760	0,28	99,72
No.10	2,000	0,62	99,38
No.20	0,840	1,05	98,95
No. 40	0,425	2,06	97,94
No. 60	0,250	0,86	99,14
No. 80	0,180	0,79	99,21

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 140	0,105	0,75	99,25
No. 200	0,075	0,43	99,57
	0,0588		88,93
	0,0421		83,52
	0,0308		74,52
	0,0226		65,52
	0,0164		54,71
	0,0122		49,31
	0,0087		43,91
	0,0063		36,70
	0,0045		29,50
	0,0032		25,90
	0,0023		22,29
	0,0013		18,69



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	0,075 - 0,002 mm	< 0,002 mm
0,00	0,00	0,20	0,69	2,24	2,29	1,41	72,00	21,17



Classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

UNI 11531-1 **A7-6**

Ig **10**

USCS **---**

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128078**

pag. 1/2

emesso il 30/03/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 13/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

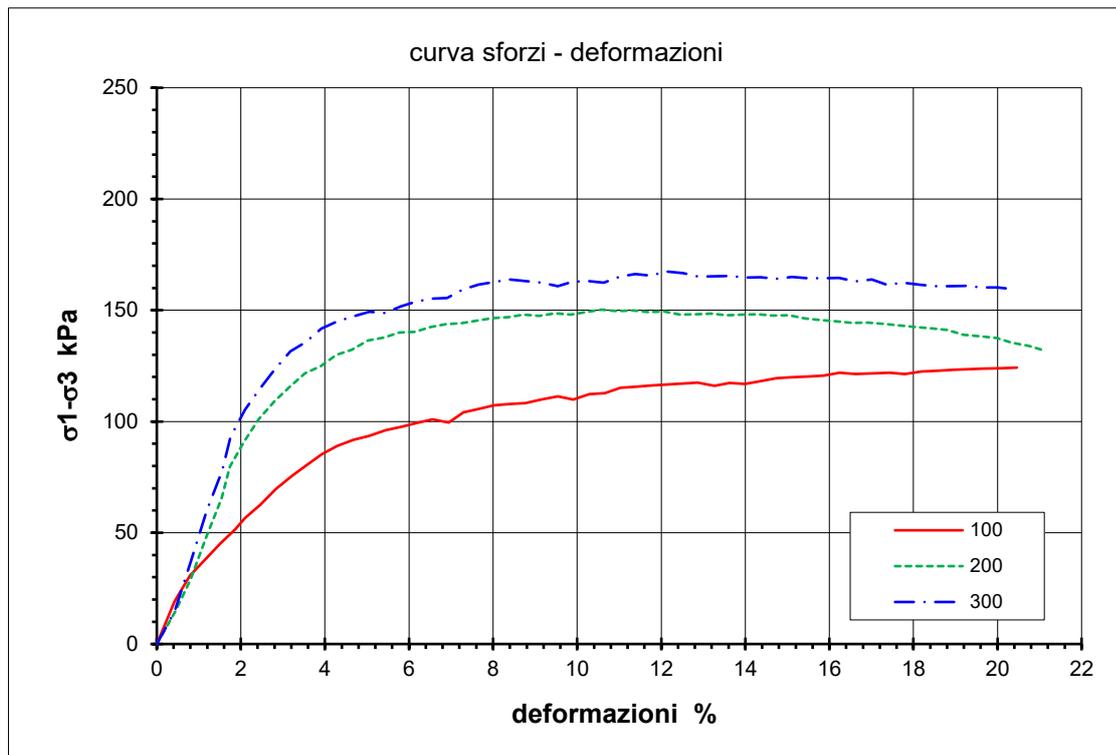
CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond.: **S1**Campione: **C13**prof.: **9,00-9,60****PROVA TRIASSIALE UU** (non consolidata e non drenata)

(norma: ASTM D 2850)

classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

PROVINO N.		1	2	3
diametro	(mm)	34,5	36,1	36,1
altezza	(mm)	75,9	76,1	75,9
σ_3	(kPa)	100	200	300
γ	(kN/m ³)	19,17	18,86	18,63
w	(%)	27,8	26,9	27,2



pressa triassiale TX1 - cella di carico 3.5kN n° 104063

Sperimentatore
Dott. A. TodescoDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N°	128078	pag.	2/2	emesso il	30/03/22
Verbale di Accettazione n.	09322	data ricevimento campione	30/03/22	data prova	13/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

PROVA TRIASSIALE UU (non consolidata e non drenata)

Sond./Prel.: **S1**

Camp.: **CI3**

Prof.: **9,00-9,60**

Provino 1		100 kPa	
%	kPa	%	kPa
0,00	0,00	16,63	121,29
0,42	19,17	17,02	121,61
0,79	30,78	17,43	121,89
1,16	38,06	17,80	121,35
1,52	45,30	18,19	122,51
1,86	51,44	18,55	122,85
2,09	56,56	18,92	123,16
2,46	62,60	19,30	123,44
2,83	69,64	19,68	123,72
3,21	75,58	20,07	123,99
3,57	80,46	20,46	124,22
3,93	85,30		
4,30	89,07		
4,68	91,77		
5,05	93,45		
5,44	96,09		
5,82	97,72		
6,19	99,34		
6,56	100,95		
6,94	99,54		
7,30	104,12		
7,67	105,68		
8,02	107,24		
8,39	107,79		
8,77	108,32		
9,14	109,83		
9,54	111,28		
9,91	109,87		
10,29	112,28		
10,66	112,77		
11,03	115,16		
11,38	115,65		
11,75	116,11		
12,12	116,57		
12,49	117,01		
12,87	117,44		
13,27	115,97		
13,62	117,35		
13,99	116,85		
14,37	118,16		
14,74	119,47		
15,11	119,86		
15,48	120,25		
15,86	120,60		
16,25	121,85		

Provino 2		200 kPa	
%	kPa	%	kPa
0,00	0,00	16,54	144,32
0,43	14,59	16,91	144,50
0,80	29,08	17,29	143,83
1,18	48,27	17,67	143,17
1,54	65,41	18,06	142,51
1,73	79,68	18,42	141,87
2,08	90,89	18,80	141,20
2,43	101,04	19,19	138,96
2,80	109,21	19,59	138,26
3,15	115,44	19,97	137,61
3,52	121,59	20,34	135,42
3,90	124,87	20,75	133,95
4,27	130,00	21,13	131,77
4,64	132,30		
5,02	136,41		
5,40	137,71		
5,77	139,94		
6,14	140,31		
6,50	142,50		
6,87	143,76		
7,24	144,10		
7,61	145,33		
7,99	146,53		
8,36	146,84		
8,73	148,03		
9,09	147,43		
9,47	148,59		
9,84	147,98		
10,21	149,13		
10,58	150,27		
10,95	149,65		
11,33	149,88		
11,70	149,25		
12,06	149,49		
12,44	147,99		
12,81	148,22		
13,19	148,42		
13,56	147,79		
13,93	148,00		
14,30	148,21		
14,65	147,59		
15,05	147,74		
15,41	146,27		
15,78	145,64		
16,16	144,98		

Provino 3		300 kPa	
%	kPa	%	kPa
0,00	0,00	16,61	162,94
0,42	14,59	17,01	163,79
0,80	36,83	17,38	161,44
1,19	59,86	17,75	162,33
1,55	77,91	18,13	161,58
1,75	93,11	18,50	160,85
2,09	105,22	18,88	160,89
2,44	114,38	19,26	160,92
2,81	123,45	19,63	160,18
3,18	131,49	20,00	160,23
3,54	135,70	20,42	159,38
3,91	141,75		
4,28	144,95		
4,66	147,17		
5,06	149,34		
5,43	148,76		
5,81	151,84		
6,18	153,99		
6,55	155,21		
6,90	155,53		
7,29	159,42		
7,65	161,50		
8,02	162,65		
8,39	163,79		
8,77	163,10		
9,16	162,42		
9,54	160,85		
9,89	162,86		
10,26	163,07		
10,63	162,40		
11,01	165,18		
11,38	166,23		
11,75	165,54		
12,12	167,42		
12,52	166,67		
12,89	165,12		
13,27	165,24		
13,64	165,38		
13,99	164,70		
14,36	164,83		
14,73	164,12		
15,11	165,04		
15,47	164,35		
15,86	164,40		
16,23	164,50		

Sperimentatore: Dott. A. Todesco

Direttore Laboratorio: Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S1**

Camp.: **CI3**

Prof.: **9,00-9,60**

PROVA TRIASSIALE UU (non consolidata e non drenata)

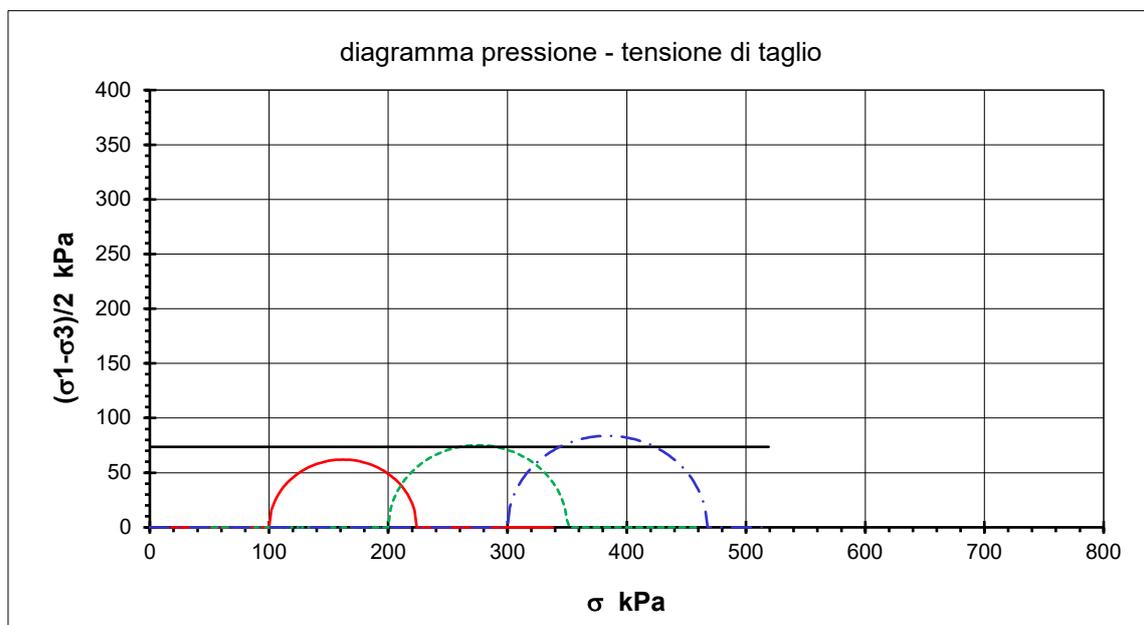
(norma: ASTM D 2850)

classificazione geotecnica: limo argilloso debolmente sabbioso marrone

PROVINO N.		1	2	3
diametro	(mm)	34,5	36,1	36,1
altezza	(mm)	75,9	76,1	75,9
σ_3	(kPa)	100	200	300
$\sigma_1 - \sigma_3$	(kPa)	124,0	150,3	167,4
σ_1	(kPa)	224,0	350,3	467,4
ε	(%)	20,07	10,58	12,12
γ	(kN/m ³)	19,17	18,86	18,63
w	(%)	27,8	26,9	27,2

RESISTENZA AL TAGLIO NON DRENATA

cu	(kPa)	73,6
-----------	-------	-------------



CERTIFICATO N°

128079

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

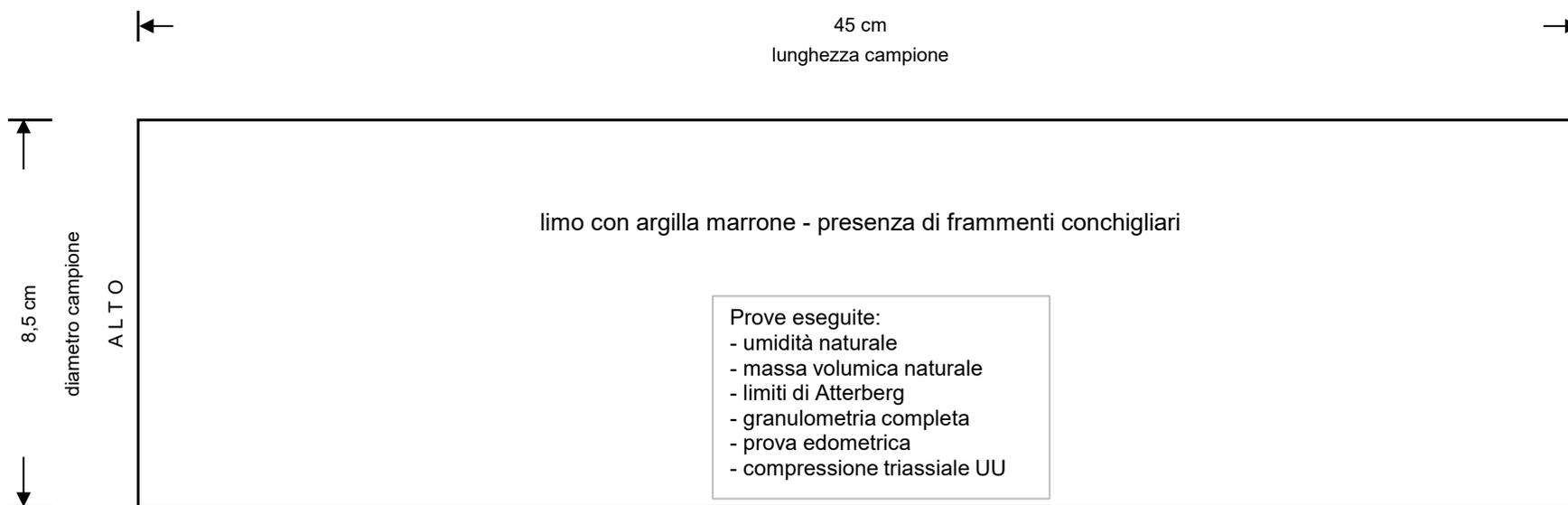
data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

Sond./Prel.: **S2**Prof.: **3,00-3,60**

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Campione: **CI1****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA VISIVA CAMPIONE INDISTURBATO**

P.P.	kPa	294-314	294-314	333-353
TORV.	kPa	82	78	86

note:

QUALITA' CAMPIONE:

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

buona
sufficiente
scadente

Sperimentatore
Dott. L. Stimamiglio

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato



CERTIFICATO N° **128080**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Campione: **C11**Prof.: **3,00-3,60****CONTENUTO D'ACQUA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Classificazione geotecnica: limo con argilla marrone

	prov. 1	prov. 2
id.tara	---	---
massa umida lorda	g 198,76	g 402,83
massa secca lorda	g 172,61	g 338,86
tara	g 73,47	g 94,98
W%	26,377	W% 26,230

media

W % **26,3**

note:

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128081**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Camp.: **CI1**Prof.: **3,00-3,60****MASSA VOLUMICA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Classificazione geotecnica: limo con argilla marrone

	prov. 1	prov. 2
diámetro	mm 71,4	mm 71,4
altezza	mm 20,0	mm 20,0
massa lorda	g 276,38	g 275,16
tara	g 118,99	g 118,99
massa netta	g 157,39	g 156,17
ρ Mg/m ³	1,965	1,950
ρ kN/m ³	19,27	19,13

media

 ρ Mg/m³ **1,960**
 ρ kN/m³ **19,20**

note:

eseguito con il metodo della fustella tarata su campione indisturbato

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128082**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 04/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Camp.: **C11**Prof.: **3,00-3,60****MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Classificazione geotecnica: limo con argilla marrone

	prov. 1	prov. 2
n. picnometro	2	4
m2 - massa pic. + campione	g 67,650	g 70,473
m3 - massa pic.+acqua+terreno	g 161,571	g 162,855
temperatura prova	°C 20,0	°C 20,0
ρ_s Mg/m ³	2,765	2,727
ρ_s kN/m ³	27,118	26,742

media

 ρ_s Mg/m³ **2,750**
 ρ_s kN/m³ **26,93**

note:

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128083**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 06/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Campione: **CI1**Prof.: **3,00-3,60****LIMITI DI ATTERBERG**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Classificazione geotecnica: limo con argilla marrone

Provino: terreno naturale

Metodo di prova WL: Cucchiaino di Casagrande

LIMITE DI LIQUIDITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	78	20	37
massa umida lorda	g 29,261	g 28,722	g 26,210
massa secca lorda	g 22,608	g 22,294	g 20,398
tara	g 13,008	g 12,796	g 11,652
numero colpi	19	25	31
WL%	69,30	67,68	66,45

WL % **68**

LIMITE DI PLASTICITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	15	14	53
massa umida lorda	g 15,093	g 15,077	g 15,732
massa secca lorda	g 14,611	g 14,570	g 15,154
tara	g 12,799	g 12,684	g 12,999
WP%	26,60	26,88	26,82

WP % **27**

INDICE DI PLASTICITA'

IP **41**

w%

26,3Indice di consistenza (I_c)**1,02**

cucchiaino Casagrande Controls n° 87121946

note:

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° 128084	pag. 1/1	emesso il 19/04/22
Verbale di Accettazione n. 09322	data ricevimento campione 30/03/22	data prova 19/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: S2

Campione: CI1

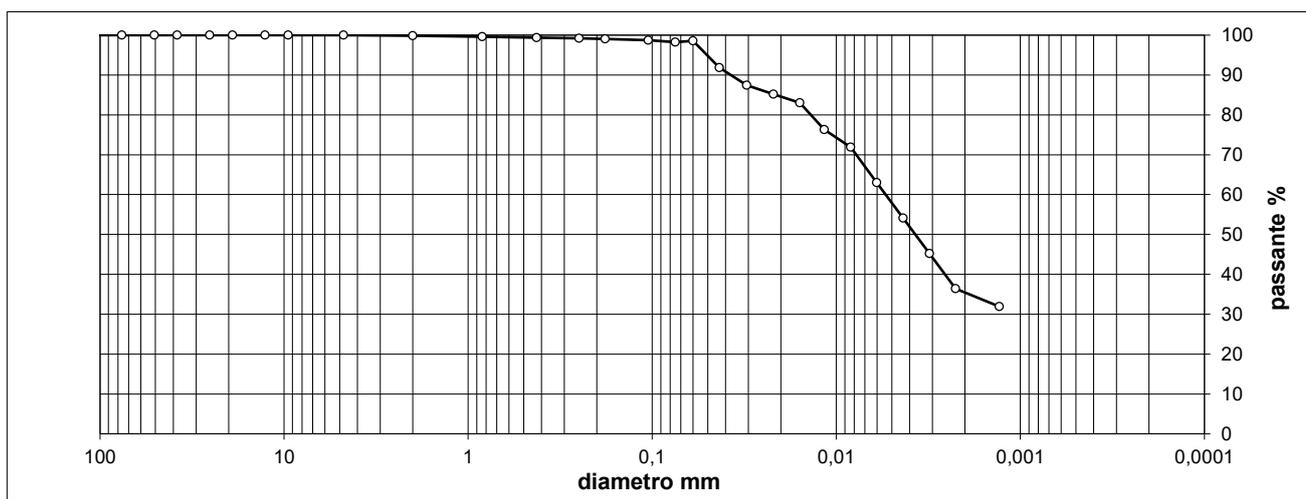
Prof.: 3,00-3,60

ANALISI GRANULOMETRICA

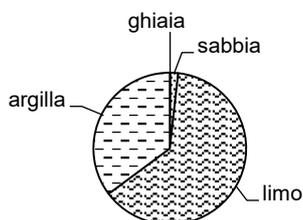
(norma: ASTM D 422)

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,600	0,00	100,00
3"	76,200	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	100,00
1" 1/2	38,100	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	100,00
No. 4	4,760	0,00	100,00
No.10	2,000	0,13	99,87
No.20	0,840	0,25	99,61
No. 40	0,425	0,24	99,37
No. 60	0,250	0,14	99,23
No. 80	0,180	0,17	99,06

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 140	0,105	0,31	98,75
No. 200	0,075	0,52	98,23
	0,0601		98,54
	0,0432		91,87
	0,0307		87,43
	0,0219		85,21
	0,0158		82,99
	0,0116		76,33
	0,0083		71,89
	0,0060		63,01
	0,0043		54,13
	0,0031		45,25
	0,0022		36,37
	0,0013		31,93



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	0,075 - 0,002 mm	< 0,002 mm
0,00	0,00	0,00	0,13	0,39	0,36	0,88	63,02	35,21



Classificazione geotecnica: limo con argilla marrone

UNI 11531-1 **A7-6**

Ig **20**

USCS **---**

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128085**

pag. 1/5

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond.: **S2**Campione: **C11**Prof.: **3,00-3,60****PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

(norma: ASTM D 2435)

EDOMETRO N° **1** - comparatore n° CD 1

area =	4,0E+03	mm ²	γ in. =	19,29	kN/m ³	tara =	41,23	g
h iniziale =	20,0	mm	γ_s =	26,93	kN/m ³	wi =	25,8	%
volume =	8,0E+04	mm ³	m. umida l. =	197,52	g	wf =	24,9	%
m.umida n. =	157,39	g	m. secca l. =	166,32	g	hs =	1,139	

P kPa	cedimenti mm	e	def %	mv kPa ⁻¹	E kPa
0,00	0,000	0,756	0,00		
25,0	0,027	0,754	0,14	4,56E-05	21938
50,0	0,088	0,749	0,44	1,14E-04	8757
100,0	0,226	0,736	1,13	1,49E-04	6702
200,0	0,430	0,718	2,15	1,04E-04	9594
400,0	0,843	0,682	4,22	1,06E-04	9444
800,0	1,440	0,630	7,20	7,85E-05	12738
1600,0	2,213	0,562	11,07	5,33E-05	18776
800,0	2,073	0,574	10,37	9,57E-06	
100,0	1,424	0,631	7,12	5,08E-05	
12,5	0,820	0,684	4,10	3,65E-04	

classificazione geotecnica: limo con argilla marrone

note:

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio:
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128085**

pag. 2/5

emesso il 19/04/22

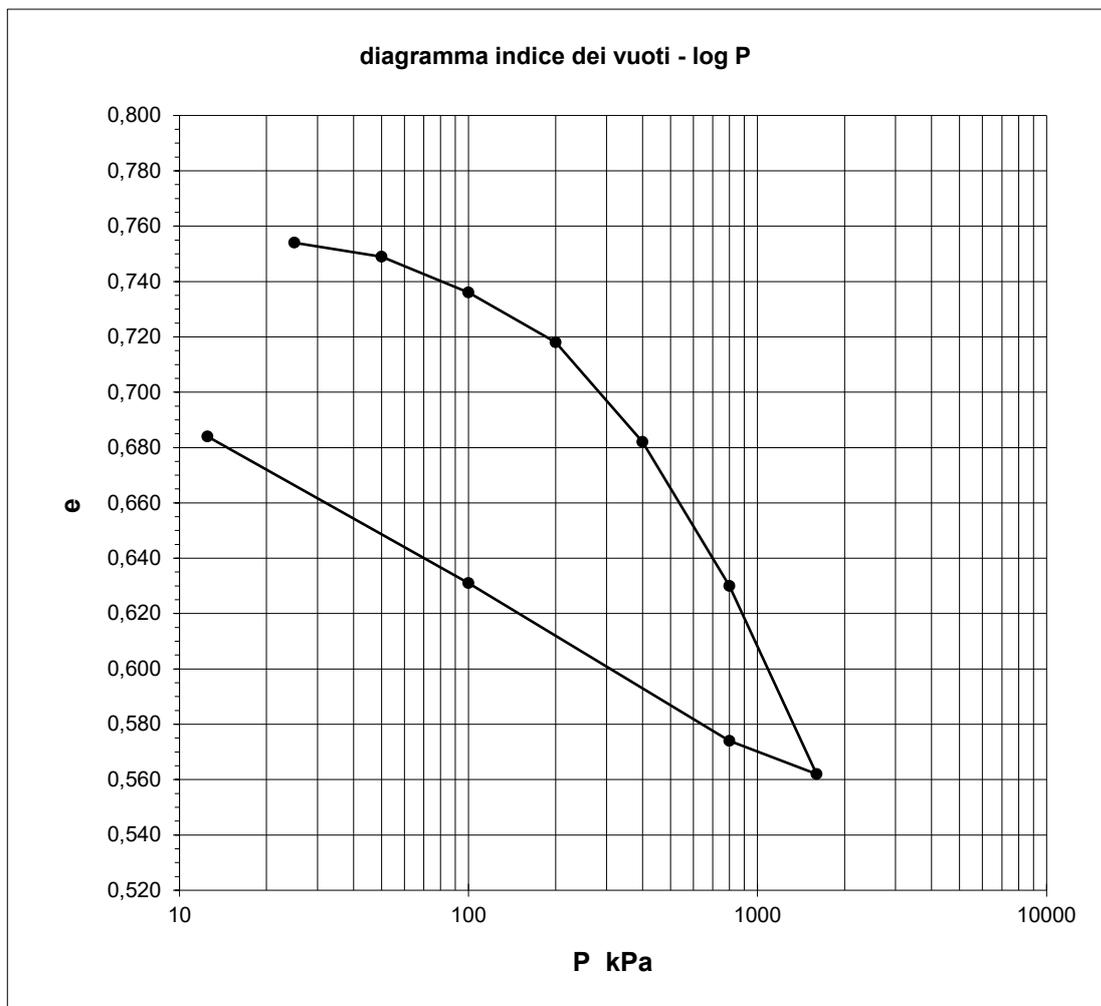
Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond.: **S2**Campione: **CI1**Prof.: **3,00-3,60****EDOMETRO N° 1** - comparatore n° CD 1

Cr = 0,0166

Cc = 0,2259

Cs = 0,0631

Note: il Cr è stato calcolato nell'intervallo 25-50 kPa
il Cc è stato calcolato nell'intervallo 800-1600 kPa
il Cs è stato calcolato nell'intervallo 800-100 kPa

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio:
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128085**

pag. 5/5

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

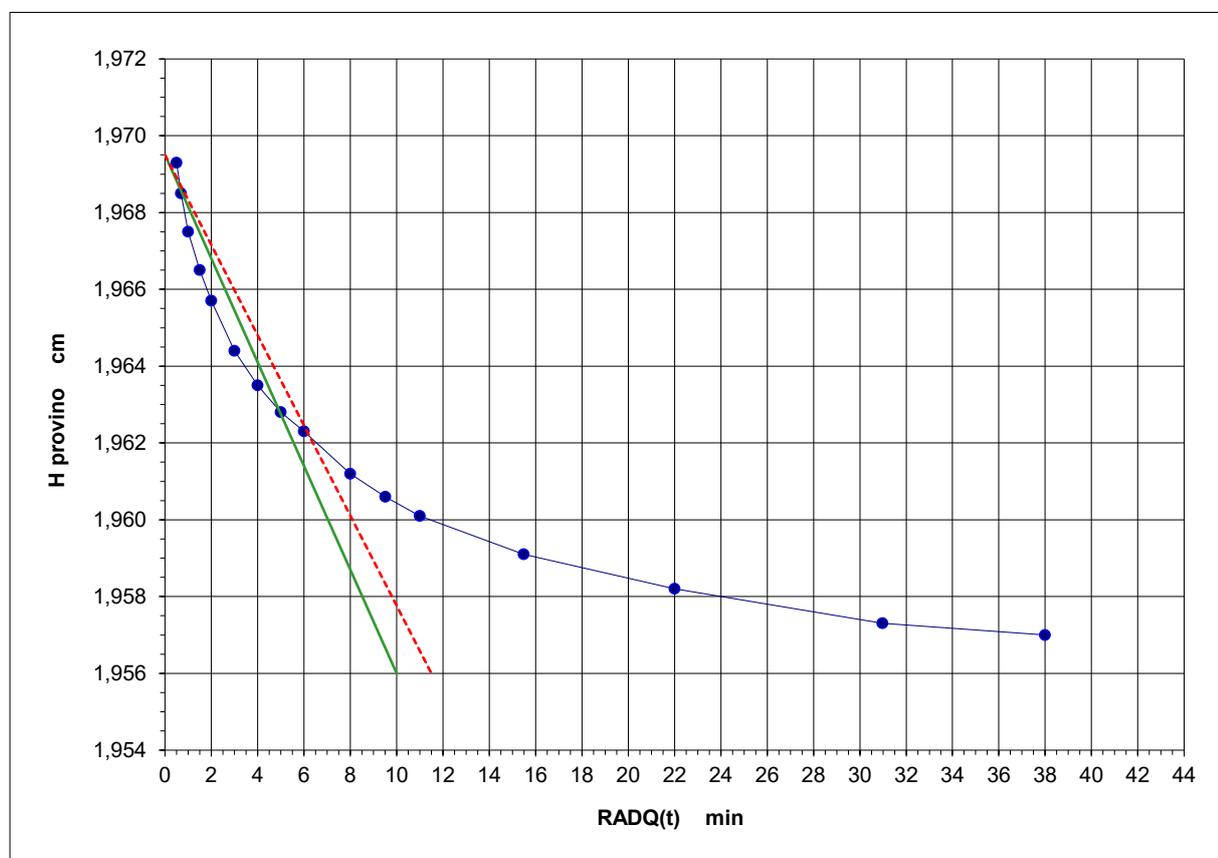
COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond.: S2

Campione: C11

Prof.: 3,00-3,60

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICADeterminazione del coefficiente di consolidazione C_v con il metodo di TaylorPressione verticale **200** kPa

$$c_v = 3,48E-08 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$K_{ED} = 3,62E-11 \text{ m/s}$$

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio:
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

CERTIFICATO N° 128086

pag. 1/2 emesso il 30/03/22

Verbale di Accettazione n. 09322 data ricevimento campione 30/03/22 data prova 13/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

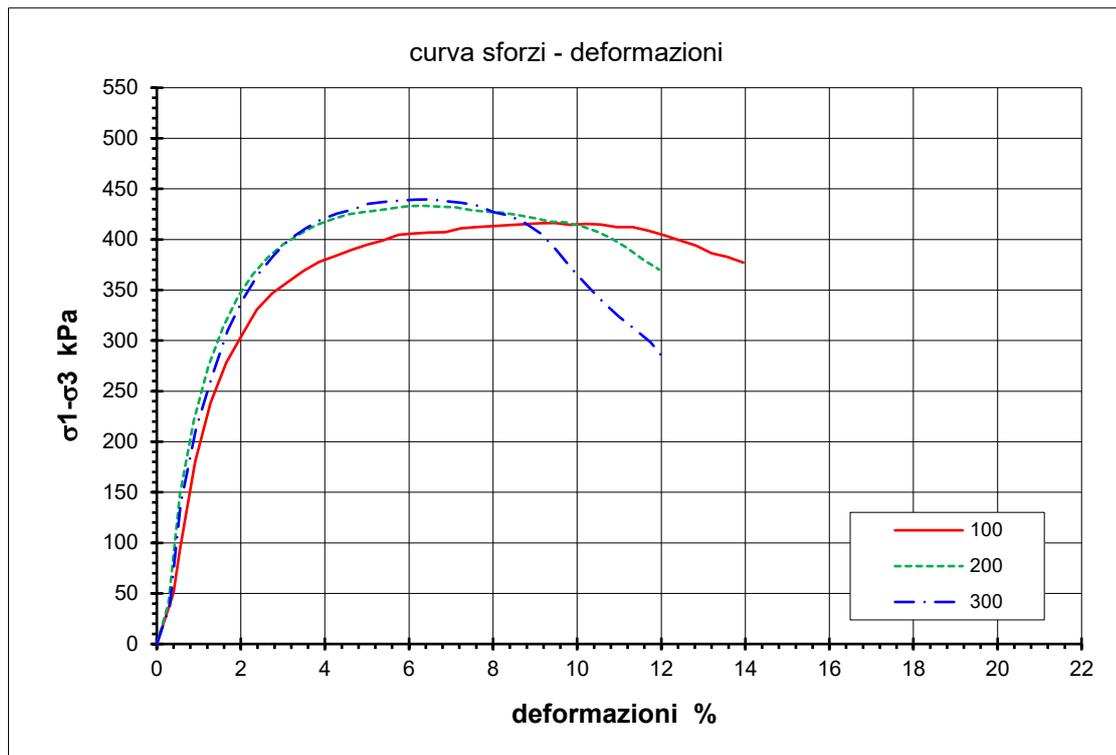
CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond.: **S2**Campione: **C11**prof.: **3,00-3,60****PROVA TRIASSIALE UU (non consolidata e non drenata)**

(norma: ASTM D 2850)

classificazione geotecnica: limo con argilla marrone

PROVINO N.		1	2	3
diametro	(mm)	36	36	35,9
altezza	(mm)	75,7	75,9	75,9
σ_3	(kPa)	100	200	300
γ	(kN/m ³)	19,44	19,34	19,15
w	(%)	25,9	25,7	24,2



pressa triassiale TX1 - cella di carico 3.5kN n° 104063

Sperimentatore
Dott. A. TodescoDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N°	128086	pag.	2/2	emesso il	30/03/22
Verbale di Accettazione n.	09322	data ricevimento campione	30/03/22	data prova	13/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

PROVA TRIASSIALE UU (non consolidata e non drenata)

Sond./Prel.: **S2**

Camp.: **C11**

Prof.: **3,00-3,60**

Provino 1		100		kPa	
%	kPa	%	kPa		
0,00	0,00				
0,40	50,88				
0,55	93,79				
0,91	180,09				
1,28	238,58				
1,65	278,27				
2,02	305,14				
2,38	330,88				
2,75	346,83				
3,12	357,88				
3,49	368,84				
3,86	377,82				
4,25	383,78				
4,64	389,74				
5,01	394,77				
5,38	398,81				
5,75	404,65				
6,12	405,83				
6,49	406,99				
6,86	407,21				
7,23	411,06				
7,60	412,15				
7,98	413,15				
8,35	414,19				
8,73	415,15				
9,10	416,15				
9,46	416,29				
9,84	414,53				
10,21	415,48				
10,57	414,71				
10,94	412,12				
11,32	412,09				
11,69	408,63				
12,06	404,33				
12,46	399,07				
12,83	393,95				
13,20	386,31				
13,57	382,97				
13,95	377,04				

Provino 2		200		kPa	
%	kPa	%	kPa		
0,00	0,00				
0,28	40,17				
0,55	148,50				
0,88	221,04				
1,23	274,62				
1,58	313,28				
1,94	343,94				
2,29	365,73				
2,65	382,57				
3,02	395,41				
3,40	405,24				
3,78	414,04				
4,16	419,92				
4,55	424,82				
4,91	426,91				
5,30	428,92				
5,65	431,01				
6,01	433,08				
6,36	433,28				
6,73	432,49				
7,10	431,69				
7,48	429,01				
7,87	427,24				
8,23	426,43				
8,62	423,75				
8,99	421,15				
9,37	417,60				
9,72	416,85				
10,08	413,44				
10,45	408,22				
10,80	401,34				
11,19	391,77				
11,58	379,61				
11,95	370,24				

Provino 3		300		kPa	
%	kPa	%	kPa		
0,00	0,00				
0,30	37,43				
0,57	138,51				
0,94	213,35				
1,33	267,09				
1,69	309,83				
2,04	340,65				
2,41	365,39				
2,78	384,18				
3,15	399,95				
3,53	410,76				
3,90	419,63				
4,28	425,53				
4,66	429,48				
5,03	435,32				
5,42	437,31				
5,77	438,46				
6,14	439,52				
6,51	439,64				
6,89	437,85				
7,26	436,11				
7,64	433,40				
8,01	427,13				
8,38	423,60				
8,76	416,43				
9,13	405,77				
9,50	389,82				
9,87	371,31				
10,25	353,77				
10,63	337,26				
11,00	323,56				
11,38	310,79				
11,75	298,16				
12,13	278,64				

Sperimentatore: Dott. A. Todesco

Direttore Laboratorio: Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**

Camp.: **CI1**

Prof.: **3,00-3,60**

PROVA TRIASSIALE UU (non consolidata e non drenata)

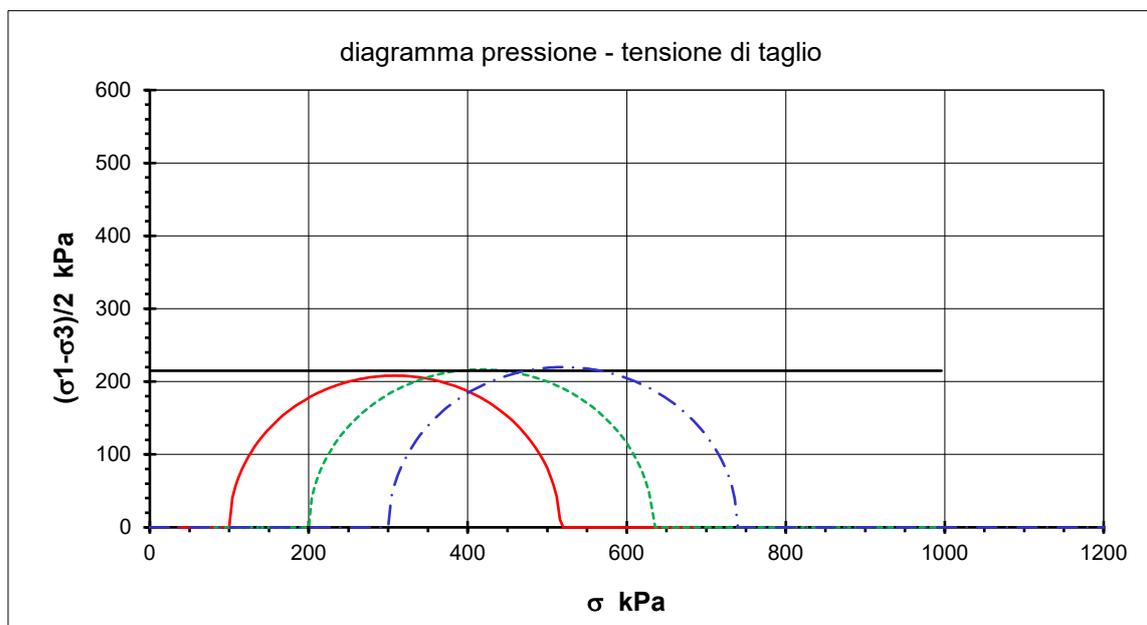
(norma: ASTM D 2850)

classificazione geotecnica: limo con argilla marrone

PROVINO N.		1	2	3
diametro	(mm)	36,0	36,0	35,9
altezza	(mm)	75,7	75,9	75,9
σ_3	(kPa)	100	200	300
$\sigma_1 - \sigma_3$	(kPa)	416,3	433,3	439,6
σ_1	(kPa)	516,3	633,3	739,6
ε	(%)	9,46	6,36	6,51
γ	(kN/m ³)	19,44	19,34	19,15
w	(%)	25,9	25,7	24,2

RESISTENZA AL TAGLIO NON DRENATA

cu	(kPa)	214,9
-----------	-------	--------------



CERTIFICATO N°

128087

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

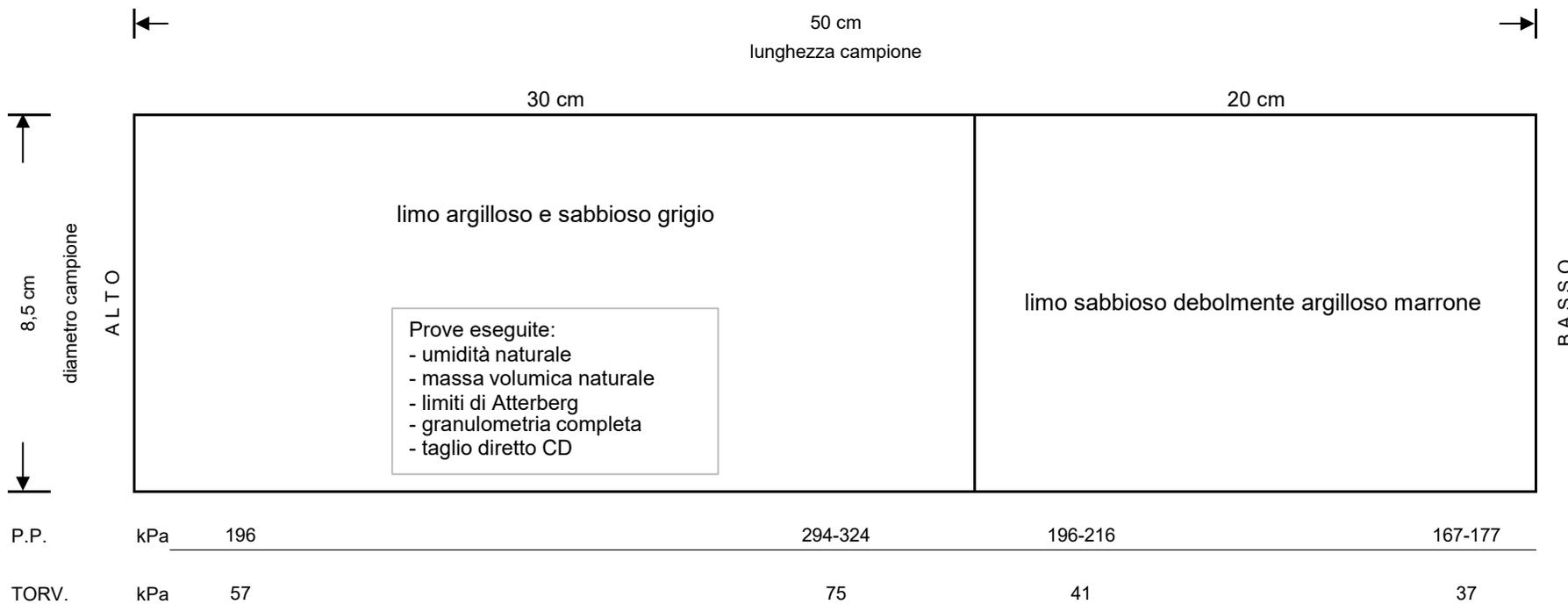
data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

Sond./Prel.: **S2**Prof.: **6,00-6,60**

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Campione: **CI2****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA VISIVA CAMPIONE INDISTURBATO**

note:

QUALITA' CAMPIONE:

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

buona
 sufficiente
 scadente

Sperimentatore
 Dott. L. Stimamiglio

Direttore Laboratorio
 Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
 E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture
 e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001

GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.
 Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)
 Tel: 049 8705575 - Fax 049 7628815 - C.F. / P.I. 01370550285
 R.E.A. 206643 - Capitale sociale i.v. € 15.000,00
 Info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.com



Cert. n° Q-0794-09

CERTIFICATO N° **128088**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Campione: **C12**Prof.: **6,00-6,60****CONTENUTO D'ACQUA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Classificazione geotecnica: limo argilloso e sabbioso grigio

	prov. 1	prov. 2
id.tara	---	---
massa umida lorda	g 178,62	g 431,69
massa secca lorda	g 158,56	g 376,39
tara	g 53,58	g 98,24
W%	19,108	W% 19,881

media

W % **19,5**

note:

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128089**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 07/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Camp.: **CI2**Prof.: **6,00-6,60****MASSA VOLUMICA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Classificazione geotecnica: limo argilloso e sabbioso grigio

	prov. 1	prov. 2
diámetro	mm 60,3	mm 60,3
altezza	mm 29,4	mm 29,4
massa lorda	g 321,70	g 323,28
tara	g 169,04	g 169,04
massa netta	g 152,66	g 154,24
ρ Mg/m ³	1,818	1,837
ρ kN/m ³	17,83	18,02

media

 ρ Mg/m³ **1,830**
 ρ kN/m³ **17,93**

note:

eseguito con il metodo della fustella tarata su campione indisturbato

Sperimentatore
Perito A. FioreDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128090**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 07/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Campione: **CI2**Prof.: **6,00-6,60****LIMITI DI ATTERBERG**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Classificazione geotecnica: limo argilloso e sabbioso grigio

Provino: terreno naturale passante al vaglio 0,4 mm con 'metodo a umido'

Metodo di prova WL: Cucchiaino di Casagrande

LIMITE DI LIQUIDITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	1	74	10
massa umida lorda	g 29,537	29,038	28,826
massa secca lorda	g 24,865	24,701	24,552
tara	g 12,718	12,982	12,671
numero colpi	20	25	29
WL%	38,46	37,01	35,97

WL % **37**

LIMITE DI PLASTICITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	73	25	70
massa umida lorda	g 15,765	15,984	16,369
massa secca lorda	g 15,309	15,494	15,823
tara	g 12,808	12,797	12,800
WP%	18,23	18,17	18,06

WP % **18**

INDICE DI PLASTICITA'

IP **19**

w%

19,5Indice di consistenza (I_c)**0,92**

cucchiaino Casagrande Controls n° 87121946

note:

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128091**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 19/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: S2

Campione: C12

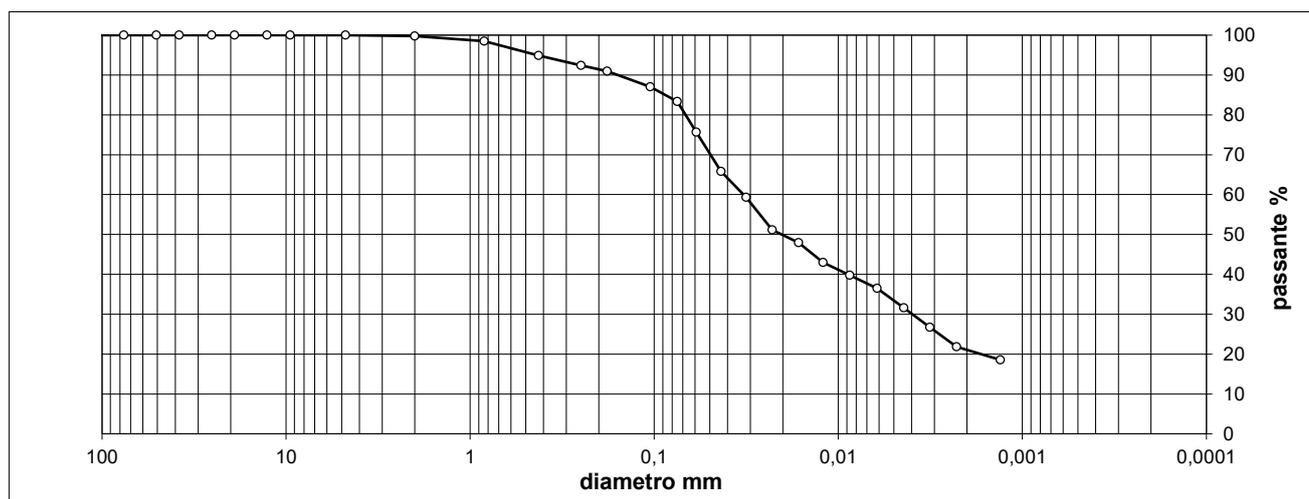
Prof.: 6,00-6,60

ANALISI GRANULOMETRICA

(norma: ASTM D 422)

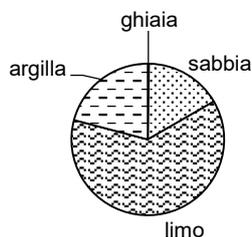
setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,600	0,00	100,00
3"	76,200	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	100,00
1" 1/2	38,100	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	100,00
No. 4	4,760	0,00	100,00
No.10	2,000	0,25	99,75
No.20	0,840	1,29	98,46
No. 40	0,425	3,60	94,85
No. 60	0,250	2,43	92,42
No. 80	0,180	1,45	90,97

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 140	0,105	3,93	87,04
No. 200	0,075	3,69	83,35
	0,0591		75,62
	0,0434		65,84
	0,0317		59,31
	0,0229		51,16
	0,0164		47,90
	0,0121		43,01
	0,0087		39,75
	0,0062		36,49
	0,0044		31,60
	0,0032		26,71
	0,0023		21,81
	0,0013		18,55



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,075 mm	0,075 - 0,002 mm	< 0,002 mm
0,00	0,00	0,00	0,25	3,38	4,99	8,04	62,48	20,87

Classificazione geotecnica: limo argilloso e sabbioso grigio



UNI 11531-1 **A6**

Ig **8**

USCS **---**

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128092**

pag. 1/2

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 07/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Campione: **C12**Prof.: **6,00-6,60****PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Tipo di prova: C.D. Consolidata Drenata con cella circolare di Casagrande

Classificazione geotecnica: limo argilloso e sabbioso grigio

Provini: provini ricavati da campione indisturbato

σ_v kPa	γ_i kN/m ³	wi %	hc mm	γ_f kN/m ³
100	17,83	19,5	28,49	18,40
200	18,02	19,5	27,82	19,04
300	18,99	19,5	27,47	20,33

dimensioni del provino:

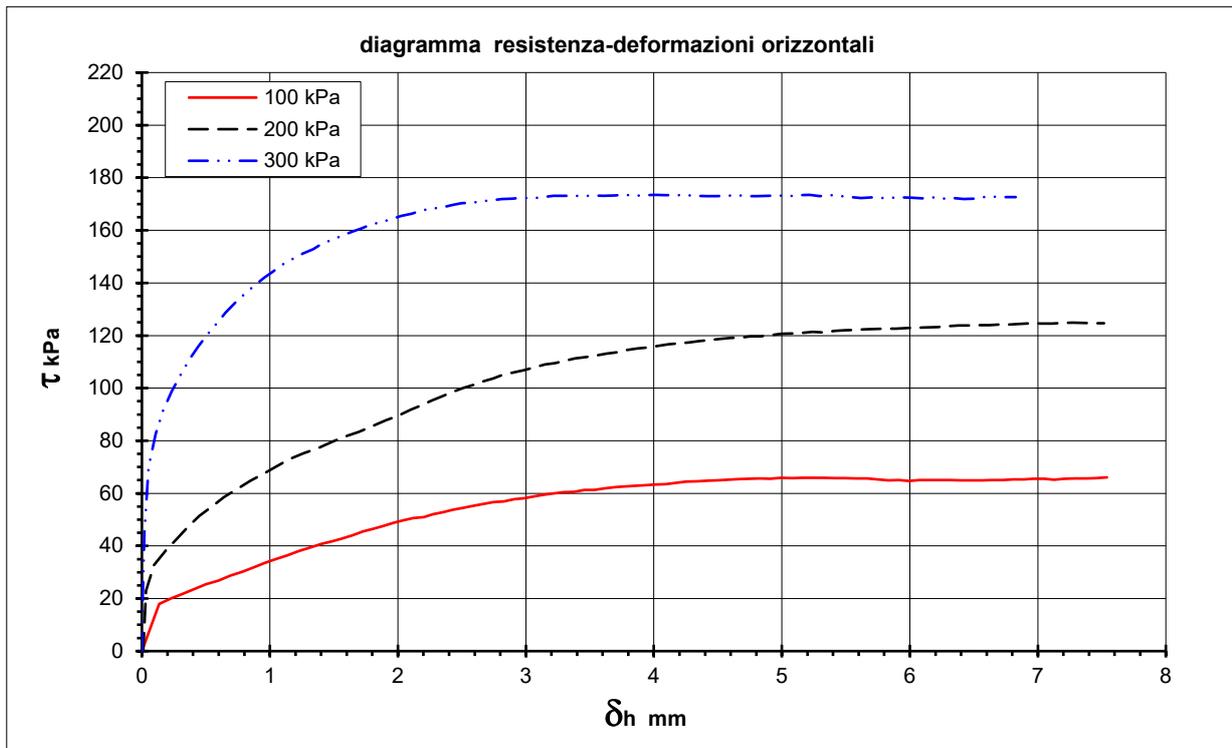
 ϕ : 60.0 mm

h: 29,4 mm

area: 2856 mm²

velocità di prova:

0,008 mm/min



Strumentazione

DS1 n° B33932; DS2 n° B01000; DS3 n° 110283

Sperimentatore

Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio:

Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

CERTIFICATO N° **128092**

pag. 2/2

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 07/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**

Campione: **CI2**

Prof.: **6,00-6,60**

Provino 1		100 kPa	
mm	kPa	mm	kPa
0,00	0,00	4,02	63,42
0,13	18,00	4,09	63,52
0,23	20,06	4,17	64,01
0,32	21,89	4,25	64,40
0,41	23,71	4,34	64,54
0,50	25,46	4,42	64,85
0,60	26,86	4,50	64,96
0,69	28,78	4,58	65,13
0,79	30,25	4,67	65,38
0,88	31,90	4,75	65,48
0,96	33,48	4,83	65,66
1,05	35,05	4,91	65,55
1,14	36,42	4,99	65,90
1,22	37,96	5,08	65,76
1,31	39,32	5,16	65,87
1,40	40,72	5,24	65,90
1,48	41,77	5,33	65,90
1,57	42,86	5,41	65,73
1,65	44,02	5,50	65,73
1,73	45,49	5,58	65,69
1,81	46,54	5,67	65,62
1,89	47,55	5,75	65,34
1,97	48,78	5,83	64,96
2,04	49,72	5,91	65,10
2,12	50,63	5,99	64,75
2,20	51,02	6,08	65,06
2,27	52,03	6,15	65,03
2,35	52,77	6,23	65,03
2,43	53,75	6,31	65,06
2,51	54,49	6,40	64,92
2,59	55,22	6,48	64,99
2,67	55,96	6,57	64,99
2,75	56,69	6,64	65,03
2,83	56,87	6,72	65,10
2,91	57,74	6,81	65,27
2,99	58,16	6,89	65,31
3,07	58,83	6,97	65,48
3,14	59,42	7,05	65,48
3,21	59,95	7,13	65,20
3,30	60,40	7,21	65,52
3,38	60,58	7,29	65,66
3,46	61,24	7,38	65,69
3,53	61,31	7,46	65,80
3,62	61,87	7,54	66,08
3,70	62,33		
3,78	62,57		
3,85	62,89		
3,94	63,17		

Provino 2		200 kPa	
mm	kPa	mm	kPa
0,00	0,00	4,03	116,08
0,01	0,84	4,11	116,61
0,01	1,51	4,20	117,03
0,03	22,97	4,28	117,45
0,09	32,71	4,35	117,87
0,19	38,34	4,43	118,29
0,28	42,83	4,52	118,71
0,36	47,34	4,60	119,06
0,45	51,40	4,68	119,27
0,55	54,98	4,76	119,72
0,64	58,62	4,84	119,72
0,75	61,73	4,92	120,18
0,85	64,82	5,00	120,67
0,95	67,44	5,08	120,77
1,05	70,24	5,16	120,98
1,16	73,01	5,24	121,37
1,27	75,29	5,33	121,16
1,37	77,11	5,41	121,72
1,48	79,45	5,49	122,00
1,59	81,55	5,57	122,14
1,70	83,41	5,65	122,38
1,80	85,55	5,73	122,49
1,90	87,79	5,81	122,59
2,00	89,50	5,89	122,63
2,10	91,78	5,98	122,80
2,19	93,46	6,06	122,94
2,27	95,28	6,14	123,15
2,35	96,86	6,22	123,19
2,43	98,57	6,30	123,61
2,51	100,01	6,38	123,78
2,59	101,20	6,47	123,89
2,67	102,63	6,54	123,92
2,74	103,72	6,62	123,92
2,82	105,09	6,70	124,13
2,91	105,96	6,78	124,13
2,99	106,84	6,86	124,45
3,07	107,96	6,95	124,62
3,15	109,04	7,03	124,55
3,23	109,53	7,11	124,59
3,31	110,44	7,20	124,76
3,39	111,32	7,27	124,90
3,47	111,84	7,35	124,80
3,55	112,47	7,44	124,73
3,63	113,17	7,52	124,62
3,71	113,63		
3,79	114,50		
3,87	115,10		
3,95	115,49		

Provino 3		300 kPa	
mm	kPa	mm	kPa
0,00	0,00	3,37	173,09
0,00	2,59	3,45	173,02
0,00	11,35	3,52	173,23
0,02	44,72	3,61	173,09
0,05	69,96	3,69	173,19
0,11	82,50	3,77	173,54
0,17	91,46	3,85	173,09
0,23	98,82	3,94	173,37
0,30	105,12	4,01	173,47
0,37	111,00	4,09	173,40
0,44	115,94	4,17	173,33
0,51	120,46	4,25	173,37
0,59	124,94	4,33	173,12
0,66	128,86	4,41	172,95
0,73	132,57	4,49	173,05
0,81	135,97	4,57	173,12
0,88	138,98	4,65	173,37
0,96	141,99	4,73	172,98
1,03	144,41	4,81	173,02
1,11	147,21	4,90	173,16
1,19	149,35	4,97	173,19
1,26	151,20	5,06	172,98
1,34	152,85	5,14	173,33
1,41	154,88	5,22	173,44
1,49	156,38	5,30	173,02
1,56	157,93	5,39	173,37
1,64	159,36	5,46	172,98
1,72	160,80	5,54	172,70
1,79	162,23	5,62	172,25
1,87	163,18	5,70	172,56
1,95	164,23	5,78	172,32
2,03	165,49	5,86	172,39
2,11	166,33	5,94	172,49
2,18	167,48	6,02	172,35
2,26	168,22	6,10	172,18
2,34	168,68	6,18	172,53
2,42	169,66	6,25	172,07
2,50	170,36	6,34	172,25
2,58	170,50	6,42	171,93
2,66	171,06	6,50	172,04
2,73	171,44	6,57	172,60
2,82	171,90	6,66	172,81
2,89	172,00	6,74	172,63
2,97	172,46	6,83	172,63
3,05	172,21		
3,13	172,60		
3,21	173,12		
3,29	173,12		

Sperimentatore: Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio: Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**

Camp.: **CI2**

Prof.: **6,00-6,60**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Tipo di prova: C.D. Consolidata Drenata con cella circolare di Casagrande

natura del terreno: limo argilloso e sabbioso grigio

tipo di campione: provini ricavati da campione indisturbato

dimensioni del provino: ϕ : 60.0 mm h: 29,4 mm area: 2856 mm²

velocità di prova: 0,008 mm/min data di prova: 07.04.22

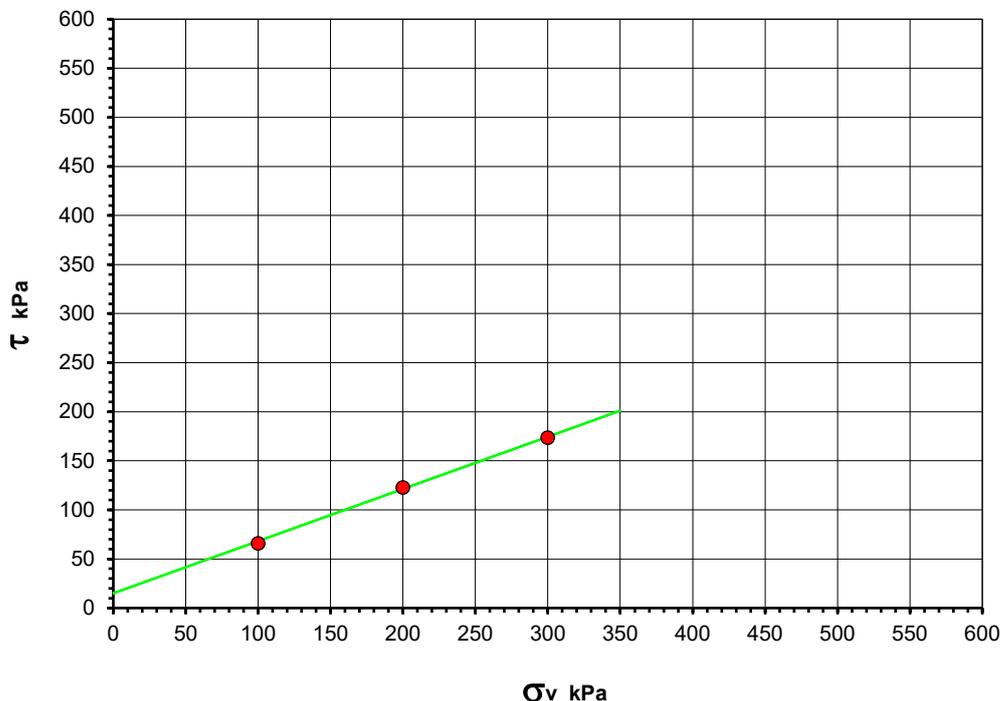
σ_v kPa	τ kPa	def. mm	γ_i kN/m ³	w _i %	h _c mm	γ_f kN/m ³
100	65,9	4,99	17,83	19,5	28,49	18,40
200	122,9	6,06	18,02	19,5	27,82	19,04
300	173,5	3,77	18,99	19,5	27,47	20,33

INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO

$$\phi' = 28,0 \text{ gradi}$$

$$c' = 15 \text{ kPa}$$

diagramma resistenza-pressione verticale



CERTIFICATO N°

128093

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

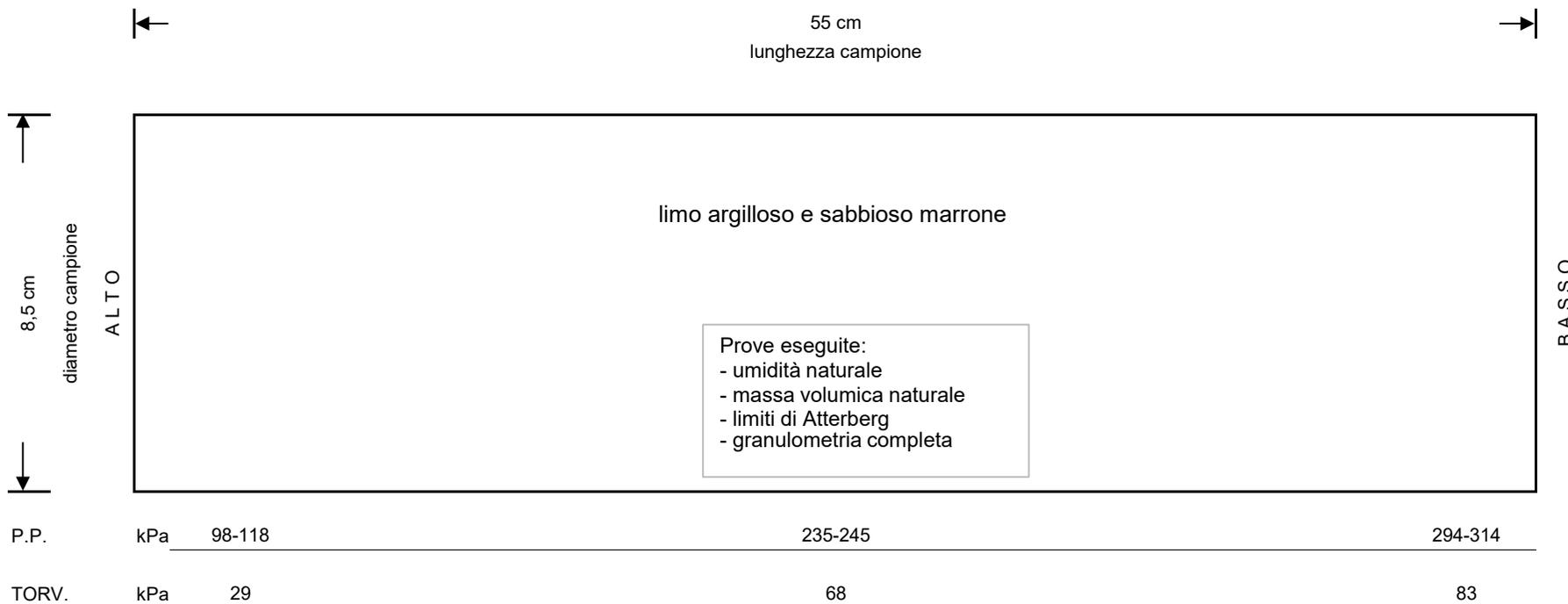
data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

Sond./Prel.: **S2**Prof.: **9,00-9,60**

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Campione: **CI3****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA VISIVA CAMPIONE INDISTURBATO**

note:

QUALITA' CAMPIONE:

X

buona
sufficiente
scadente

Sperimentatore
Dott. L. Stimamiglio

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO



GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.
Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICCOLÒ (PD)
Tel: 049 8705575 - Fax 049 7628815 - C.F. / P.I. 01370550285
R.E.A. 2066643 - Capitale sociale i.v. € 15.000,00
Info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.com
*Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*



Cert. n° Q-0794-09

CERTIFICATO N° **128094**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Campione: **C13**Prof.: **9,00-9,60****CONTENUTO D'ACQUA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Classificazione geotecnica: limo argilloso e sabbioso marrone

	prov. 1	prov. 2
id.tara	---	---
massa umida lorda	g 216,70	g 339,08
massa secca lorda	g 188,39	g 293,90
tara	g 64,54	g 97,26
W%	22,858	W% 22,976

media

W % **22,9**

note:

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128095**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 01/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Camp.: **CI3**Prof.: **9,00-9,60****MASSA VOLUMICA**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Classificazione geotecnica: limo argilloso e sabbioso marrone

	prov. 1	prov. 2
diámetro	mm 51,1	mm 51,1
altezza	mm 49,8	mm 49,8
massa lorda	g 339,31	g 336,86
tara	g 133,29	g 133,29
massa netta	g 206,02	g 203,57
ρ Mg/m ³	2,017	1,993
ρ kN/m ³	19,78	19,55

media

 ρ Mg/m³ **2,010**
 ρ kN/m³ **19,67**

note:

eseguito con il metodo della fustella tarata su campione indisturbato

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128096**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 07/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: **S2**Campione: **CI3**Prof.: **9,00-9,60****LIMITI DI ATTERBERG**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Classificazione geotecnica: limo argilloso e sabbioso marrone

Provino: terreno naturale passante al vaglio 0,4 mm con 'metodo a umido'

Metodo di prova WL: Cucchiaino di Casagrande

LIMITE DI LIQUIDITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	5	16	45
massa umida lorda	g 30,843	g 34,643	g 28,090
massa secca lorda	g 24,699	g 29,027	g 23,265
tara	g 12,857	g 17,529	g 12,940
numero colpi	16	24	32
WL%	51,88	48,84	46,73

WL % **49**

LIMITE DI PLASTICITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	68	37	23
massa umida lorda	g 14,737	g 14,526	g 13,452
massa secca lorda	g 14,334	g 14,054	g 13,060
tara	g 12,279	g 11,652	g 11,048
WP%	19,61	19,65	19,48

WP % **20**

INDICE DI PLASTICITA'

IP **29**

w%

22,9Indice di consistenza (I_c)**0,90**

cucchiaino Casagrande Controls n° 87121946

note:

Sperimentatore
Dott. L. StimamiglioDirettore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **128097**

pag. 1/1

emesso il 19/04/22

Verbale di Accettazione n. 09322

data ricevimento campione 30/03/22

data prova 19/04/22

COMMITTENTE: Saipem S.p.A.

CANTIERE: Centrale di stoccaggio gas di Fiume Treste a San Salvo e Cupello (CH)

Sond./Prel.: S2

Campione: C13

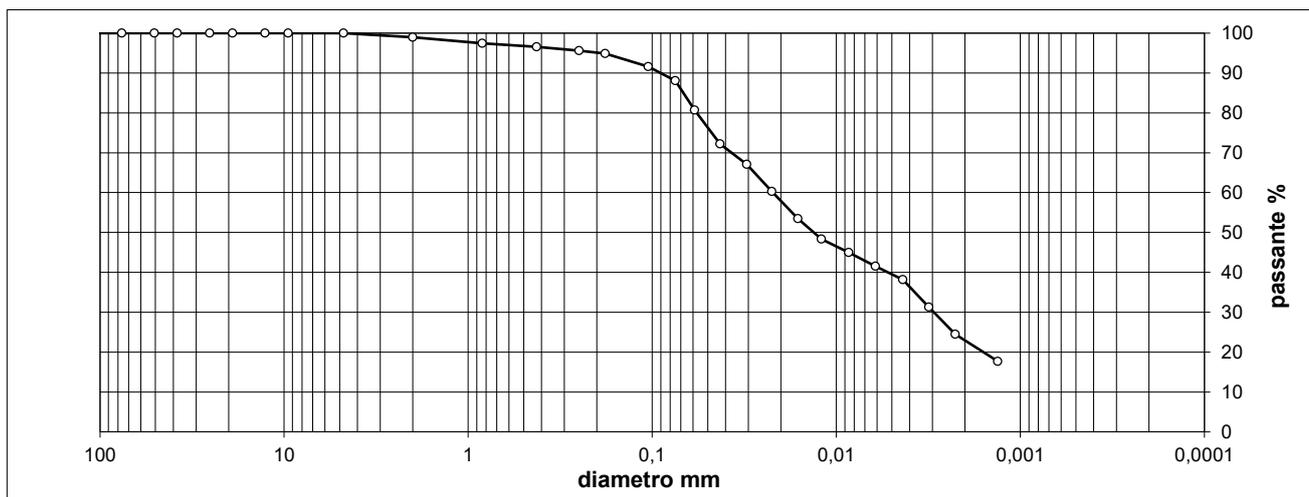
Prof.: 9,00-9,60

ANALISI GRANULOMETRICA

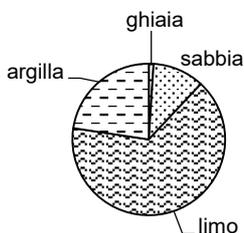
(norma: ASTM D 422)

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,600	0,00	100,00
3"	76,200	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	100,00
1" 1/2	38,100	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	100,00
No. 4	4,760	0,00	100,00
No.10	2,000	1,01	98,99
No.20	0,840	1,55	97,44
No. 40	0,425	0,91	96,53
No. 60	0,250	0,91	95,62
No. 80	0,180	0,75	94,87

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 140	0,105	3,30	91,56
No. 200	0,075	3,50	88,07
	0,0588		80,72
	0,0428		72,20
	0,0307		67,09
	0,0224		60,27
	0,0162		53,46
	0,0121		48,35
	0,0086		44,94
	0,0061		41,53
	0,0044		38,13
	0,0031		31,31
	0,0023		24,50
	0,0013		17,68



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo	argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine		
> 60 mm	60 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0.6 mm	0.6 - 0.2 mm	0.2 - 0.075 mm	0.075 - 0.002 mm	< 0.002 mm
0,00	0,00	0,00	1,01	2,08	1,83	7,01	65,46	22,61



Classificazione geotecnica: limo argilloso e sabbioso marrone

UNI 11531-1 **A7-6**

Ig **14**

USCS **---**

Sperimentatore
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato