

 <p>REGIONE BASILICATA</p>	<p>Comune di Lavello</p> 	
 <p>PROVINCIA DI POTENZA</p>	<p>ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE (D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152, parte seconda e ss.mm.ii.)</p>	
	<p>INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE REFLUE IN LOCALITA' GAUDIANO DI LAVELLO (PZ)</p>	
<p>Documento</p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA - INTEGRAZIONE</p>	
<p>Proponente</p>	<div data-bbox="345 1155 535 1344">  </div> <p>CONSORZIO DI BONIFICA DELLA BASILICATA</p>	
<p>Progettista</p>	<p>Ing. Pietro MAZZIOTTA</p>  	<p>Gruppo di Lavoro</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ing. Domenica TANICO - Geom. Leonardo PECORA - Dott. Geologo Giuseppe AMOROSI  
<p>Data</p>	<p>Maggio 2024</p>	

INDICE

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	AMBITO D'INTERVENTO	4
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL TERRITORIO	5
5	GEOMORFOLOGIA	9
6	INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
	6.1 Sondaggi stratigrafici	11
	6.2 Indagini sismiche	12
7	MODELLO GEOLOGICO E PRINCIPALI CARATTERI GEOTECNICI	13
8	CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE	15
	8.1 Pericolosità sismica di base	15
	8.2 Modello sismico del sito - valutazione dell'azione sismica	17
	8.3 Modello sismico del sito – definizione delle condizioni stratigrafiche e topografiche	18
	8.4 Modello sismico del sito - effetti di amplificazione locale	20
9	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	21

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudiano nel comune di Lavello</i>	Foglio 2 di 23
---	--	----------------------------

1 **PREMESSA**

La presente relazione ha verificato l'assetto geologico, litologico ed idrogeologico relativo all'area in cui è ubicato un impianto di depurazione di reflui civili ed agro-industriali delle acque soggetto ad ampliamento.

L'intervento è ubicato in località Gaudiano nel comune di Lavello ed individuato nel foglio CTR sezione n°435114 a cavallo del limite con il foglio di sezione n°435073 (vedasi Tavola 1 – Corografia in scala 1:10.000).

Ai fini dell'espletamento delle azioni dello studio geologico, sono stati effettuati sopralluoghi in loco e ricerche della documentazione esistente in letteratura avente carattere geologico e geotecnico redatti sul territorio in esame e, in particolare, nell'area oggetto di intervento, ai fini della caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei litotipi affioranti e di quelli presenti nel sottosuolo.

Lo studio inoltre si è basato su indagini dirette ed indirette effettuate per la circostanza; tali indagini sono individuabili lungo la zona di studio oggetto dei futuri interventi in progetto.

Le indagini realizzate sono:

- n°2 sondaggi stratigrafici con prelievo di campioni indisturbati (Sondaggio S1, Sondaggio S2).
- n.1 prospezione sismica attiva tipo MASW denominata MSW01.

Di conseguenza è stato possibile effettuare considerazioni conclusive sulle caratteristiche litologiche, fisiche e sulle resistenze meccaniche dei terreni di sedime, fattori indispensabili per procedere all'individuazione dei caratteri generali di stabilità dell'area ed ottenere un quadro completo sulla fattibilità geologica degli interventi previsti in progetto.

Comprensivi della presente relazione sono i seguenti Allegati:

- **ALLEGATO 1 – Elaborati grafici**
 - Tavola 1 - Corografia (scala 1:10000);
 - Tavola 2 - Carta geologica (scala 1:2000);
 - Tavola 3 - Carta geomorfologica (scala 1:2000);
 - Tavola 4 – Carta Ubicazione Indagini (scala 1:1000);
 - Tavola 5 – Sezioni Geolitologiche, Sezione 8, Sezione A (scala 1:500);
 - Tavola 6 – Carta PAI
- **ALLEGATO 2 – Indagini Geognostiche**

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudiano nel comune di Lavello</i>	Foglio 3 di 23
---	--	---------------------------------

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La relazione geologica in questione è stata redatta nel rispetto della normativa in vigore:

- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- D. Min. 17/01/2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- Ordinanza P.C.M. n.3274 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 3431 del 10/05/2005 *"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 P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006 *"Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"*.
- L.R. n. 38 del 06/05/1997;
- D.G.R. n.2000 del 4/11/2003
- L.R. n.9 del 7 Giugno 2011 e ss.mm.ii.
- Delibera n.26 del 05/12/2001 (Prescrizioni del Piano Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata)

3 AMBITO D'INTERVENTO

L'area di studio è ubicata circa 8 km a Nord-Est del centro abitato di Lavello; dalla cartografia I.G.M. 25.000 serie 25/V., l'area di intervento ricade nel Foglio n°175 II N.E. "Villaggio Gaudiano" (si veda Figura 1), mentre per quanto riguarda la Cartografia Tecnica Regionale (in scala 1:5.000) ricade a cavallo delle sezioni n°435114 e n°435073. La corografia dell'area è visibile nella Tavola 1 - "Corografia 1:10.000).

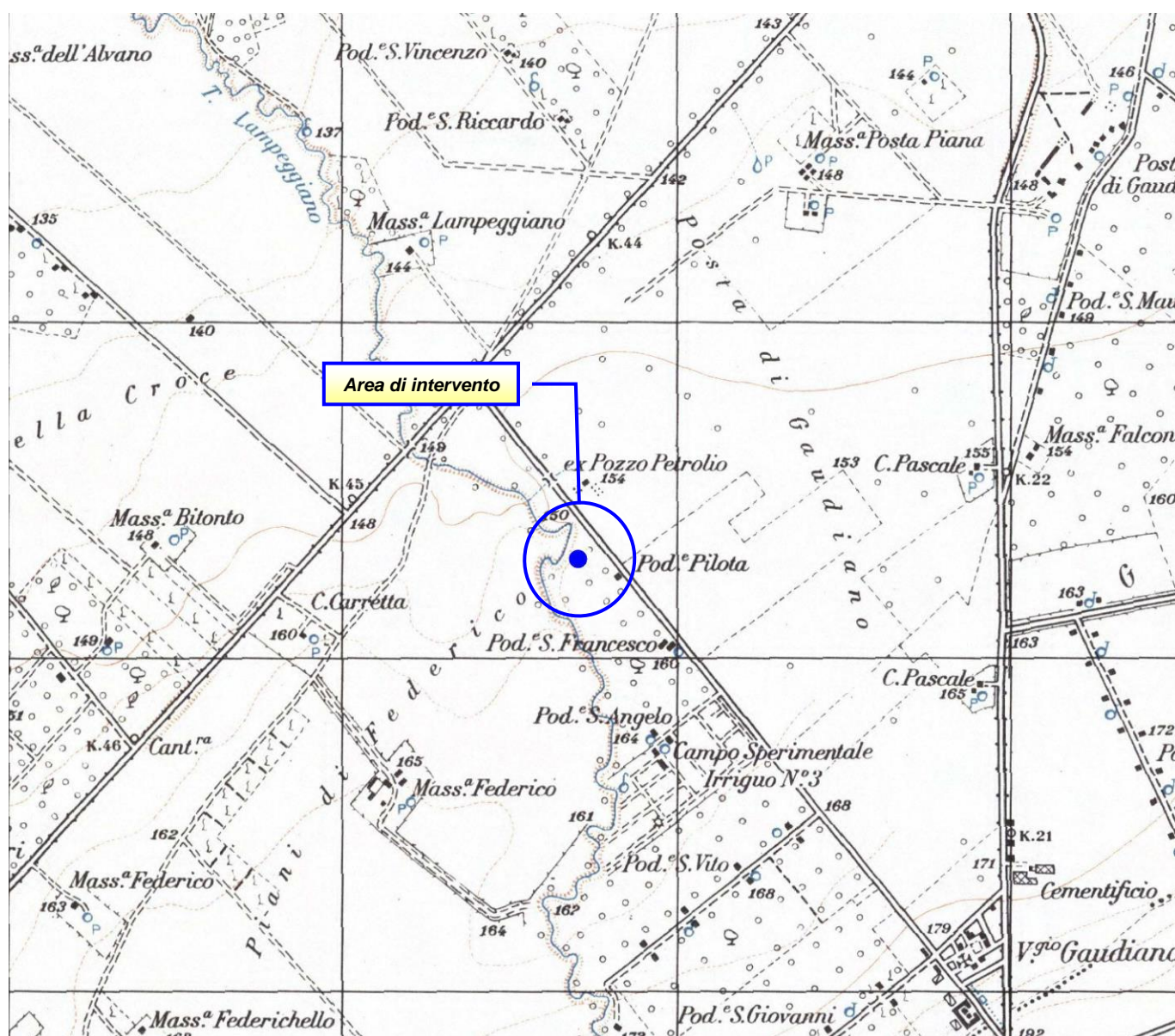


Figura 1: Stralcio non in scala del Foglio n° 175 II NE “Villaggio Gaudiano” della serie I.G.M. v. in scala 1:25000.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL TERRITORIO

Dal punto di vista stratigrafico - strutturale, l'area oggetto di studio è situata sul margine esterno dell'Appennino lucano che, insieme alla Fossa bradanica ed all'Avampaese apulo, costituiscono un sistema geodinamico unico originatosi in seguito alla subduzione verso W della microplacca adriatica sotto quella europea.

Strutturalmente, il Bacino di Sant'Arcangelo è stato definito del tipo “*piggyback*” (Caldara et alii, Atti del Congresso del 74° Congresso della Società Geologica Italiana, 1988) per la sua posizione interna rispetto all'Avanfossa Bradanica (Figura 2).

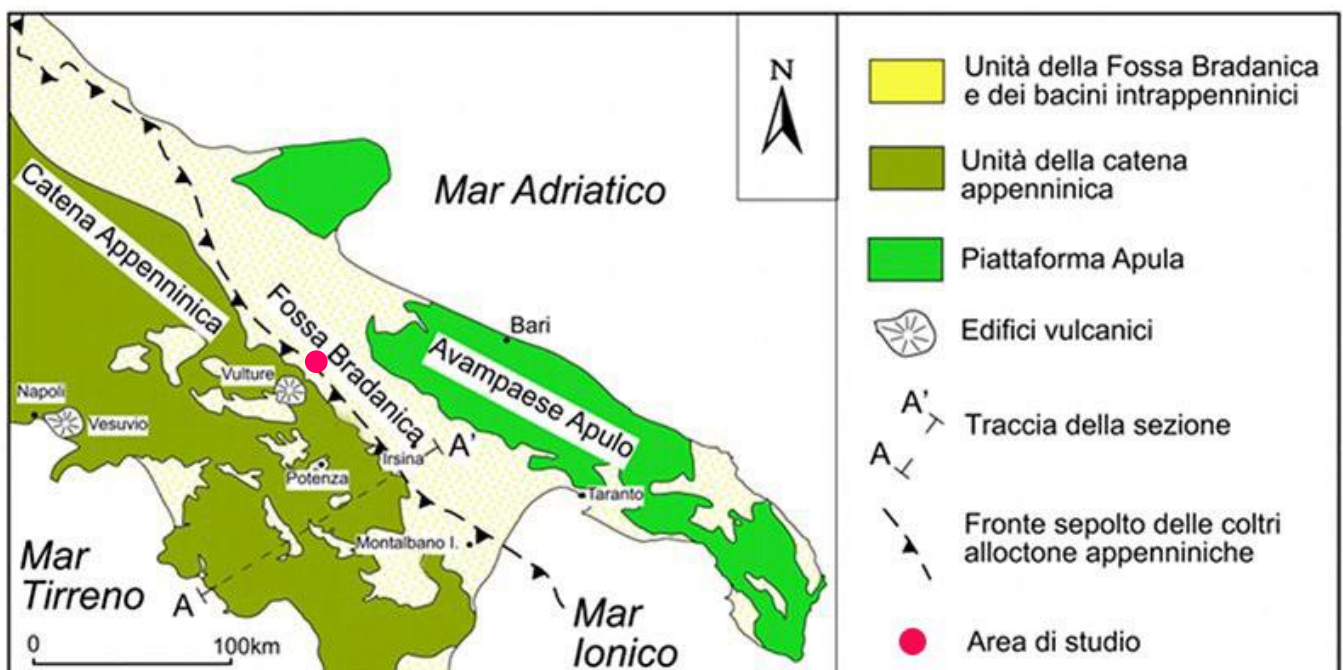


Figura 2: Schema stratigrafico-strutturale del sistema Catena Appenninica - Fossa (Fossa Bradanica)

- Avampaese Apulo (tratto da <http://www.parcoappenninolucano.it/apl/portal?a=33>).

L'evoluzione del sistema orogenico appenninico si è individuato nell'Italia meridionale a partire dall'Oligocene superiore – Miocene inferiore, in seguito al progressivo accavallamento da W verso E di unità stratigrafico-strutturali e mesozoiche - paleogeniche nonché di unità sinorogeniche di avanfossa.

Il sistema è attualmente configurato da una struttura a falde di ricoprimento, realizzatasi attraverso successive fasi deformative e presenta una sovrapposizione tettonica di più unità stratigrafico - strutturali che in precedenza facevano parte di un quadro paleogeografico molto articolato e complesso.

In successione geometrica è possibile distinguere nell'attuale struttura appenninica dal basso verso l'alto: unità dell'Avampaese apulo, unità della Fossa Bradanica, unità esterne ed unità interne della catena appenninica meridionale.

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudiano nel comune di Lavello</i>	Foglio 6 di 23
---	--	---------------------------------

In particolare, nell'area del Vulture affiorano depositi di origine marina di età Oligo- Miocenica e Pliocenica e terreni vulcanici (piroclastiti e lave) associati all'attività Plio-Pleistocenica del complesso vulcanico del Vulture.

Depositi plio-quaternari della chiusura del ciclo sedimentario bradanico.

Durante le prime fasi di approfondimento del bacino, con la conseguente ingressione marina, si depositò, in discordanza sui calcari cretacei, la Calcarenite di Gravina. Nota anche come «Tufo di Gravina» tale formazione, di ambiente litorale passa in alto a depositi argilloso-siltosi di ambiente marino più profondo (Argille subappennine).

Le Argille subappennine sono costituite da sedimenti prevalentemente argillosi, di colore grigio-azzurro, più o meno siltosi con lenti di sabbia che tendono ad aumentare verso l'alto della formazione. Lo spessore è variabile da pochi metri lungo il margine murgiano a qualche centinaio di metri al centro della Fossa bradanica.

Sulle Argille subappennine si rinvencono, in continuità di sedimentazione le «Sabbie di Monte Marano» di età calabriana. Tali sabbie presentano spessori fino a 100 m, sono di colore giallastro, con orizzonti arenacei.

In passaggio graduale sulle Sabbie di Monte Marano, vi è il Conglomerato di Irsina.

Si tratta di un deposito costituito da ciottoli di medie dimensioni, con frequenti lenti sabbiose e più rare lenti argillose. I ciottoli presentano composizione molto varia riferibile a calcari selciferi, arenarie, diaspri, graniti e gneiss.

Alluvioni terrazzate dell'Ofanto - Età: Pleistocene Sup.

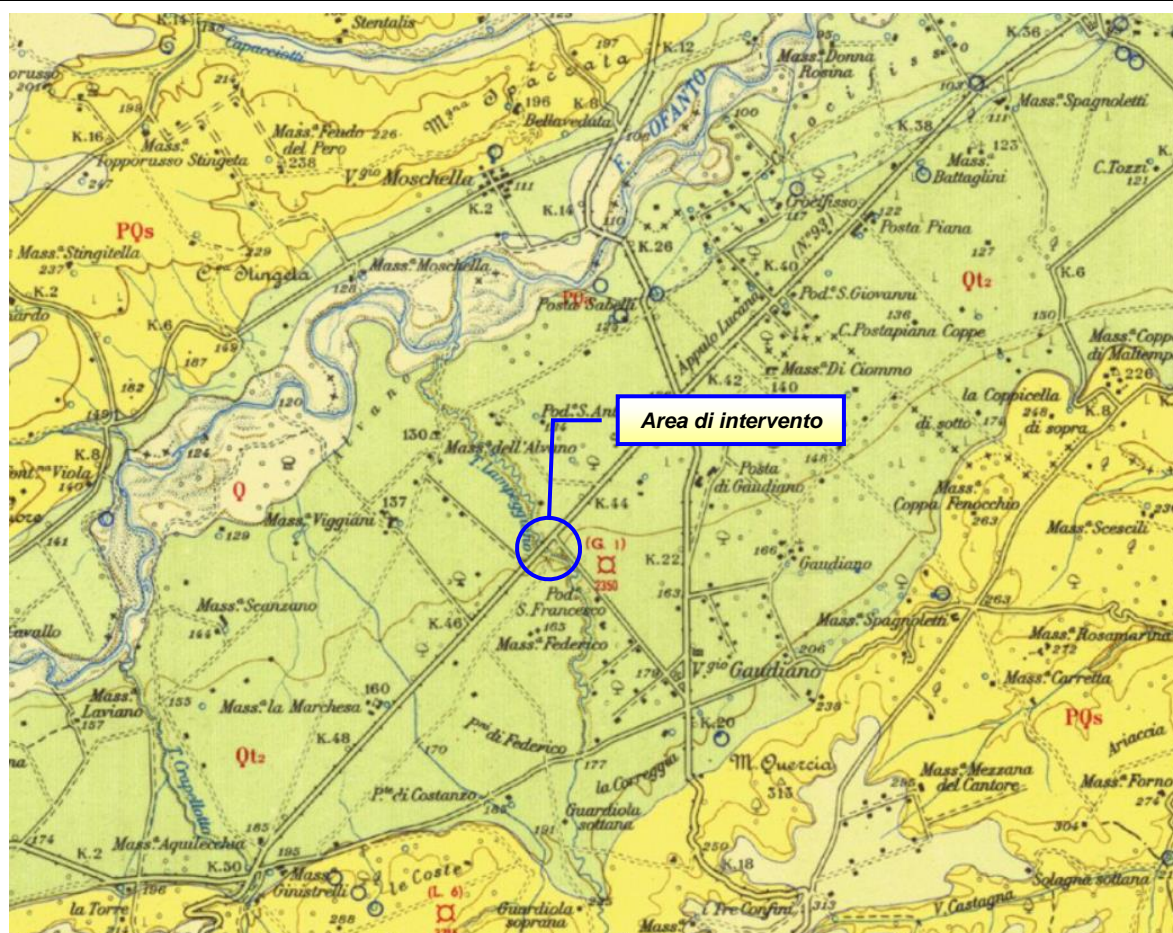
Esistono tre ordini di depositi alluvionali terrazzati, di spessore variabile.

In funzione dell'altezza rispetto all'attuale alveo del Fiume Ofanto sono stati distinti dal più antico al più recente:

- Qt1 - 90-100 m sull'alveo del Fiume Ofanto
- Qt2 - 20-50 m sull'alveo del Fiume Ofanto
- Qt3 - pochi metri sull'alveo del Fiume Ofanto.

Dal punto di vista geologico generale il sottosuolo in esame è parte integrante dei depositi alluvionali olocenici, poggianti sui sedimenti Plio-pleistocenici, in prevalenza formati da sabbie e argille, che costituiscono i terreni affioranti alle pendici meridionali dei Monti della Daunia, ai margini sud-occidentali del Tavoliere delle Puglie, nell'Appennino Meridionale.

Precisamente, in un ambito sufficientemente ampio circoscritto al territorio comunale in esame, la Carta Geologica d'Italia (F°175 "Cerignola" scala 1:100.000) evidenzia che, dal termine più recente, affiorano i seguenti terreni (vedasi Figura 3).



- Q** Alluvioni recenti e attuali. *OLOCENE*
- Qt₃** Alluvioni terrazzate recenti poco superiori all'alveo attuale, con *terre nere* e a volte, con crostoni calcarei evaporitici. Crostoni e concrezioni calcaree che coprono a tratti anche i terrazzi superiori. *OLOCENE*
- Qt₂** Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle, alti 15 m circa sull'alveo attuale, costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie localmente torbose. *PLEISTOCENE*
- Qm₂** Sabbie straterellate giallastre a volte pulverulente con intercalazioni argillose, ciottolose e concrezioni calcaree con molluschi litorali di facies marina. *PLEISTOCENE*
- Qc₂** Ciottolame incoerente, localmente cementato con ciottoli di medie e piccole dimensioni con intercalazioni di sabbiose e con inclinazione costante verso Est. *PLEISTOCENE*
- Qc₁** Conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni a volte molto cementati, con intercalazioni di sabbie e arenarie. *PLEISTOCENE*
- PQs** Sabbie e sabbie argillose a volte con livelli arenacei di colore giallastro; lenti ciottolose localmente fossilifere. *PLIOCENE-CALABRIANO*

Figura 3: Stralcio Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio n.175 Cerignola

(https://sgi.isprambiente.it/geologia100k/mostra_foglio.aspx?numero_foglio=175)

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudio nel comune di Lavello</i>	Foglio 8 di 23
---	--	---------------------------------

4.1 Geologia del sito

Nell'area in esame, allo scopo di definire la natura dei terreni affioranti, è stato eseguito un rilevamento geologico esteso anche ad aree limitrofe a quelle di interesse riportato sia su base topografica in scala 1:2.000.

Tale rilevamento è rappresentato nella Carta Geologica allegata (Tavola 2 – Geologia in scala 1:2.000).

Relativamente alla nomenclatura ed alle età formazionali si è fatto riferimento a quelle indicate nel Foglio n°175 “Cerignola” del Servizio Geologico d'Italia in particolare trattasi di Unità di origine Continentale:

- Depositi alluvionali recenti del Torrente Lampeggiano: ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbiosa e limosa, talora abbondante; costituiscono il deposito attuale del Torrente Lampeggiano (Attuale);
- Depositi alluvionali recenti del Torrente Lampeggiano: ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbiosa e limosa, talora abbondante (Olocene - Attuale);
- Terrazzi medi dell'Ofanto: ghiaie, sabbie e limi sabbiosi (Pleistocene Superiore).

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudio nel comune di Lavello</i>	Foglio 9 di 23
---	--	---------------------------------

5 GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

L'area indagata è posta in destra orografica del fiume Ofanto e fa parte della sua grande pianura alluvionale, rappresentando una porzione dei terrazzi del corso d'acqua depositatisi in tempi geologicamente recenti.

Essa, proprio in virtù della sua origine, si presenta per gran parte pianeggiante. L'attività agricola passata e l'urbanizzazione cui è seguita, ha, inoltre, assicurato condizioni ottimali di drenaggio delle acque superficiali, peraltro defluenti lentamente per la scarsa pendenza della superficie topografica verso NE (pendenza media 1.4%).

L'area dell'impianto di depurazione è posta in destra orografica del corso d'acqua denominato "Torrente Lampeggiano", nello specifico in corrispondenza di un'ansa formata dal corso d'acqua, alla quota di circa 155 m s.l.m.

Il corso del torrente Lampeggiano è delimitato da una scarpata di erosione fluviale di circa 2 metri di altezza.

Il sistema di scorrimento delle acque superficiali nell'area del sito si concentra nel 'Torrente Lampeggiano', affluente destro del fiume Ofanto, caratterizzato da regime non perenne, fortemente legato all'andamento ed intensità delle precipitazioni.

In merito agli aspetti idrogeologici i terreni presenti nel territorio in esame possono essere distinti in 3 classi di permeabilità:

- Permeabilità Medio-Alta: ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbiosa e limosa caratterizzati da permeabilità per porosità. Acquiferi generalmente freatici.
- Permeabilità Media: limi ghiaiosi sabbiosi debolmente argillosi caratterizzati da permeabilità per porosità. Acquiferi generalmente freatici.
- Permeabilità Bassa-Molto Bassa: argille e marne di colore grigio-azzurro, sono terreni praticamente impermeabili, data la natura essenzialmente argilloso-limosa dei terreni.

La falda è localizzata all'interno dei depositi alluvionali quaternari del fiume Ofanto e sostenuta dal substrato geologico impermeabile, costituito dalle argille e marne di colore grigio-azzurro, che si attesta alla profondità di 6.50 m.

La conoscenza dell'assetto strutturale del substrato impermeabile consente di definire, tranne rari casi, l'andamento e la direzione preferenziale di deflusso delle acque di falda.

Si è già accennato, al generale assetto tabulare, con inclinazione di ~5° ca. e immersione a N-NE dei complessi presenti; tale assetto, consente di ipotizzare un deflusso verso NNE delle acque sotterranee, tale ipotesi è sostenuta anche dal fatto che generalmente in questi terreni l'andamento della superficie piezometrica riflette l'andamento della superficie topografica che, nel

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudio nel comune di Lavello</i>	Foglio 10 di 23
---	--	----------------------------------

caso in questione, è appunto degradante in tal senso, verso il fiume Ofanto; infatti, la falda viene drenata dal fiume stesso che scorre qualche chilometro più a valle.

I sopralluoghi effettuati non hanno evidenziato la presenza di sorgenti sia nell'area d'interesse che in quelle limitrofe, oggetto di rilevamento.

Dal Piezometro eseguito nell'area d'intervento, si è evidenziato la presenza della falda alla prof. di c.a. 6.50 metri dal p.c..

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudio nel comune di Lavello</i>	Foglio 11 di 23
---	--	-----------------

6 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la definizione della litostratigrafia e del modello geologico dell'area d'interesse sono state eseguite per l'occasione delle indagini consistenti in sondaggi stratigrafici e uno stendimento sismico.

In particolare le indagini eseguite in corrispondenza dell'area di stretto interesse progettuale sono visibili in Tavola 4 – Carta Ubicazione Indagini (in scala 1:1.000).

6.1 Sondaggi stratigrafici

Per la caratterizzazione stratigrafica dell'area d'intervento sono stati eseguiti n.2 sondaggi stratigrafici denominati rispettivamente S1 (attrezzato a piezometro) e S2, spinti sino alla profondità di 30 mt. da p.c. Nel corso dei sondaggi inoltre sono stati prelevati n.4 campioni indisturbati, tramite campionatore a pareti sottili tipo "Shelby".

Le colonne stratigrafiche, ed i relativi report fotografici, dei terreni attraversati sono riportati nell'Allegato 2 nel Report Investigativo.

La lettura delle stratigrafie mostra quattro termini sovrapposti in continuità: terreno superficiale sabbioso-ciottoloso / conglomerato sabbioso / limi argillosi-grigio-azzurri.

Di seguito viene sintetizzata in Tabella 1a e Tabella 1b la stratigrafia dei sondaggi S1 ed S2.

PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE
0,00 – 1,00	Coltre agraria a litologia sabbioso-limosa di colore marrone scuro
1,00 – 5,50	Sabbia limosa di colore marroncino, con presenza di trovanti lapidei calcarei, e con presenza intervallare di livelli sabbiosi di colore ocreo, grado di addensamento basso.
5,50 – 10,0	Conglomerato sabbioso, colore marrone, con presenza intervallare di livelli decimetrici sabbioso-limosi.
10,0 – 12,7	Sabbia limosa, colore marroncino chiaro, con presenza di elementi lapidei arrotondati.
11,4 – 30,0	Argilla limosa, colore grigio-azzurro, plastica, consistenza bassa.

Tabella 1a - Stratigrafia del sondaggio S1 quota 156 mt. s.l.m.

PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE
0,00 – 1,00	Coltre agraria a litologia sabbioso-limosa di colore marrone scuro
1,00 – 6,00	Sabbia limosa di colore marroncino, con presenza di trovanti lapidei calcarei, e con presenza intervallare di livelli sabbiosi di colore ocreo, grado di addensamento basso.
6,00 – 11,4	Conglomerato sabbioso, colore marrone, con presenza intervallare di livelli decimetrici sabbioso-limosi.
11,4 – 30,0	Argilla limosa, colore grigio-azzurro, plastica, consistenza bassa.

Tabella 1b - Stratigrafia del sondaggio S2 quota 156 mt. s.l.m.

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudio nel comune di Lavello</i>	Foglio 12 di 23
---	--	-----------------

Come già riportato nel corso della perforazione, lungo la verticale di ogni sondaggio sono stati prelevati dei campioni indisturbati secondo il seguente schema.

Denominazione del campione	Profondità (m da p.c.)
S1C1	5.00 – 5.50
S1C2	15.00 – 15.50
S2C1	5.00 – 5.50
S2C2	15.00 – 15.50

Tabella 1c – schema prelievo campioni indisturbati

6.2 Indagine sismica MASW

E' stata eseguita in corrispondenza del sito di studio n.1 prospezione sismica attiva tipo MASW.

L'indagine sono state condotte utilizzando un sismografo con 24 canali, della DOLANG GEOPHYSICAL con acquisizione computerizzata dei dati mediante laptop.

L'ubicazione e la lunghezza di ogni indagine oltre ad essere visibile in Tavola 4 – Carta Ubicazione Indagini (in scala 1:1.000)

La prospezione sismica attiva tipo MASW ha permesso di calcolare il valore di V_s , eq, così come previsto dalla recente normativa sismica [$V_{seq} = H/S(h_i/V_{si})$ dove h_i = spessore medio in m dello strato i-esimo, V_{si} = velocità onde S in m/sec dello strato i-esimo] ed utilizzabile come parametro di riferimento per la classificazione dei terreni.

Il valore della $V_{s,eq}$ calcolato è risultato pari a 408 m/sec che individua una categoria di suolo tipo 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”.

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudio nel comune di Lavello</i>	Foglio 13 di 23
---	--	-----------------

7 MODELLO GEOLOGICO E PRINCIPALI CARATTERI GEOTECNICI

Per la determinazione del modello geologico e dei principali parametri geotecnici si è fatto riferimento alle stratigrafie dei sondaggi (cfr. Cap. 6 e vedasi Allegato 2 – Report Investigativo) e a dati riferiti a prove geotecniche di laboratorio eseguite su campioni di terreno prelevati dagli stessi sondaggi presentati nell'ambito studio geologico presente.

I campioni sono stati prelevati in corrispondenza delle due unità litologiche discriminate nell'ambito di entrambi i sondaggi S1 ed S2 secondo lo schema geologico visibile in Tavola 5 - Sezioni geolitologiche, Sezione 8, Sezione A.

Nel caso specifico i sondaggi eseguiti mostrano che a profondità dal piano campagna variabile da 12 m a 13.0 m si intercetta l'unità limoso-argillosa di base.

Il terreno più superficiale (ciottoloso-sabbioso marroncino mediamente addensato) presenta una granulometria medio fine e una frazione ciottolosa poligenica ed eterometrica con dimensioni minori di 10 cm

Di seguito sono sintetizzate le n.3 unità litotecniche interessanti il sito analizzato visibili anche nell'elaborato Tavola 5 – Sezione Geolitologiche, Modello Litotecnico.

La seconda unità è stata classificata sulla base di precedenti indagini eseguite nell'ambito dello stesso territorio per altri scopi progettuali:

- Unità litotecnica 1: litotipo di natura sabbioso-ciottolosa poco consistente. Si tratta di uno strato superficiale che seppur rimaneggiato non presenta caratteristiche geotecniche completamente scadenti.
- Unità litotecnica 2: litotipo ghiaioso - sabbioso. Trattasi di un livello poco coesivo e con buona resistenza al taglio.
- Unità litotecnica 3: litotipo limoso-argilloso. Trattasi secondo la classificazione CNR UNI 10006 di limi e/o argille compressibili e plastiche con lievi o medie capacità di rigonfiamento e praticamente impermeabili. Le caratteristiche fisiche indice dei vuoti (e) e porosità (n) mostrano proprietà di un terreno limoso dato che presenta valori rispettivamente di $e = 0.59 - 0.68$ e $n = 37-40\%$. Il grado di saturazione ($W = 80 - 100 \%$) è elevato e l'indice di plasticità ($I_p 12-21 \%$) indica un terreno molto plastico.

I principali parametri geotecnici sono sintetizzati in Tabella 2

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudio nel comune di Lavello</i>	Foglio 14 di 23
---	--	-----------------

U.L.1 terreno superficiale da poco a mediamente addensato	
Y (peso di volume)	19 kN/mc
c' (coesione efficace)	20 kPa
Φ angolo d'attrito	21° - 23°
U.L.2 ghiaie sabbiose da poco a mediamente addensate	
Y (peso di volume)	18.0 – 18.5 kN/mc
c' (coesione efficace)	5 kPa
Φ angolo d'attrito	27° - 30°
U.L.3 limo argilloso addensato	
Y (peso di volume)	19.5 - 20 kN/mc
c' (coesione efficace)	20 - 40 kPa
Φ angolo d'attrito	22° - 27°

Tabella 2: principali parametri geotecnici dei terreni in sito

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudio nel comune di Lavello</i>	Foglio 15 di 23
---	--	-----------------

8 CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

8.1 Pericolosità sismica di base

Ai sensi della precedente Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/2003, aggiornata con la Delibera del Consiglio regionale n.724 del 11/11/2003, il territorio in esame era classificato come “Zona 2” ovvero “Zona con pericolosità sismica media” dove possono verificarsi terremoti relativamente forti [$a_g/g = 0,25$]; il valore di accelerazione del terreno sopracitato, è differente da quello ottenuto con le N.T.C. 2008 e con le N.T.C. 2018, quest'ultimo è riferito ad una probabilità del 10% di essere superato in 50 anni (Figura 4).

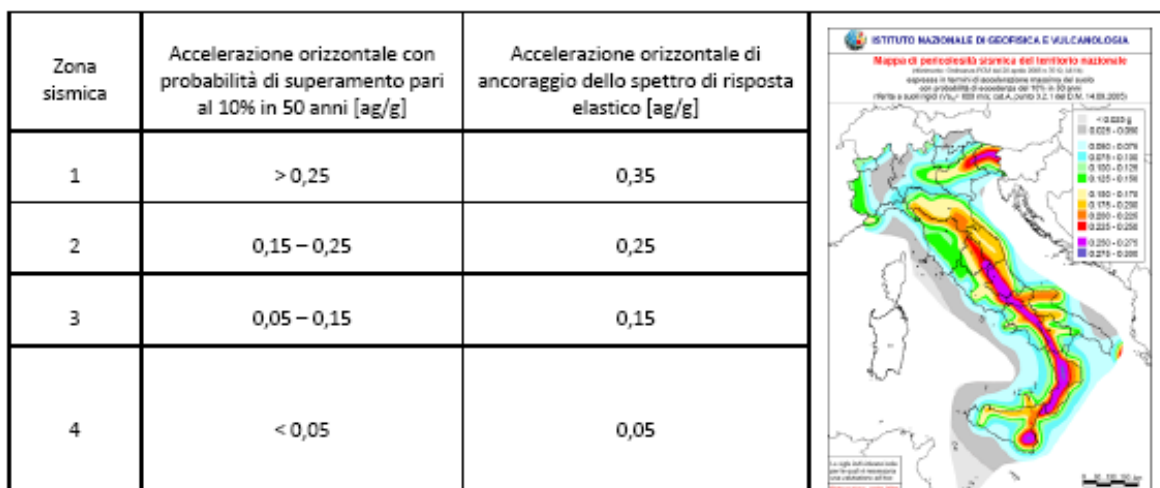


Figura 4: Valori dell'accelerazione sismica riferiti alla Zonazione sismica del territorio nazionale ai sensi dell'O.P.C.M. n°3274/2003 e riferiti alla zonazione sismica secondo l' O.P.C.M. del 28 aprile 2006, n. 3519, All. 1b (adottato nelle NTC 2008 ed NTC 2018).

Già con l'entrata in vigore delle N.T.C. 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008) ed ora con le nuove N.T.C. 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018), la stima della pericolosità sismica del sito viene definita non più tramite un criterio “zona dipendente” ma mediante un approccio “sito dipendente”.

Il valore di pericolosità di base [a_g/g] è così definito, per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali ed è espresso in termini di accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi orizzontali ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A) (Figura 5 e Figura 6).

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/> i cui punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

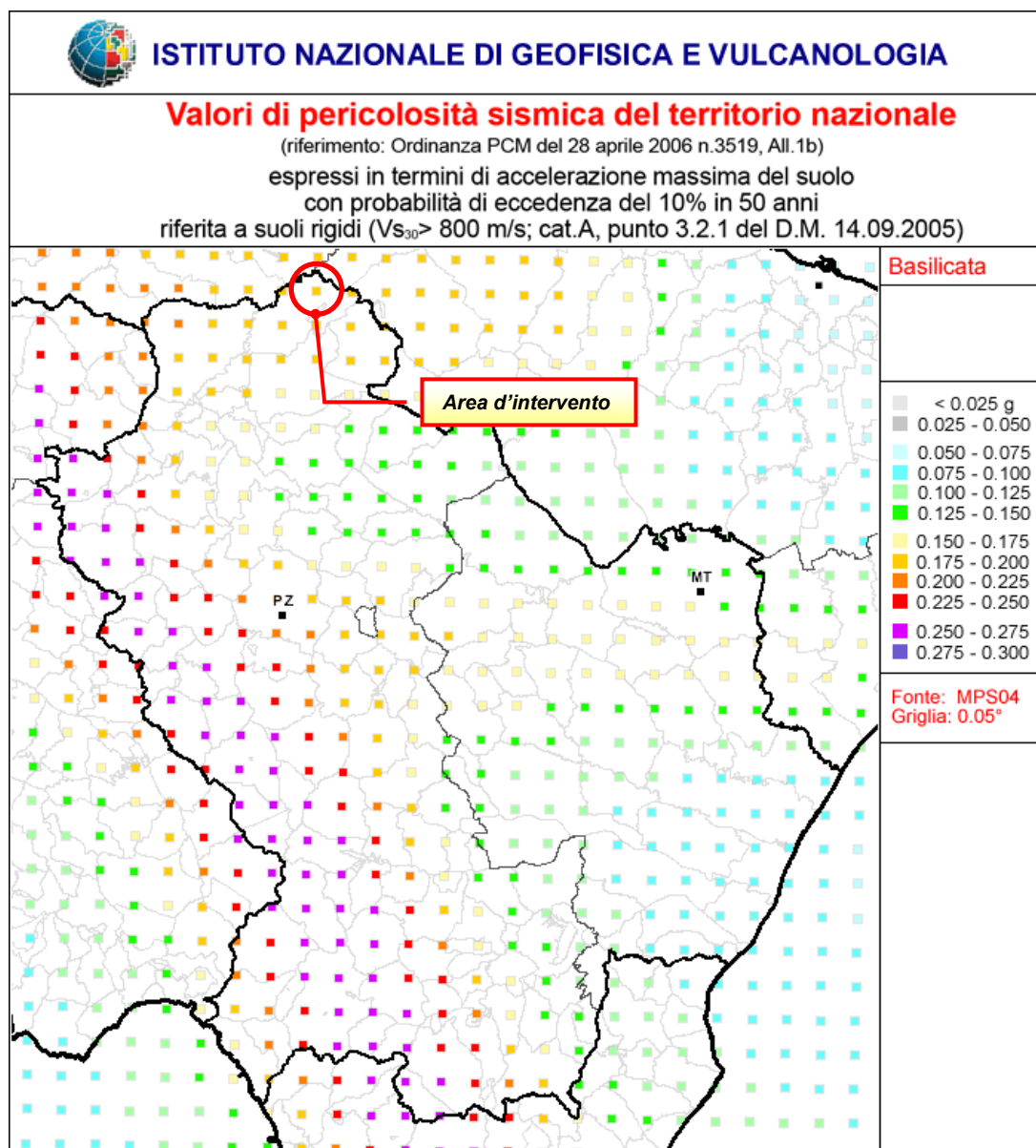


Figura 5: Mappa dei valori della pericolosità sismica limitatamente al territorio della Regione Basilicata
(http://zonesismiche.mi.ingv.it/mappa_ps_apr04/basilicata.html)

Pertanto per ogni opera ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento “propria” individuata sulla base delle coordinate geografiche dell’area d’indagine e rimodulata in funzione della vita nominale dell’opera in progetto oltreché delle caratteristiche sismo-stratigrafiche e morfologiche del sito oggetto d’intervento.

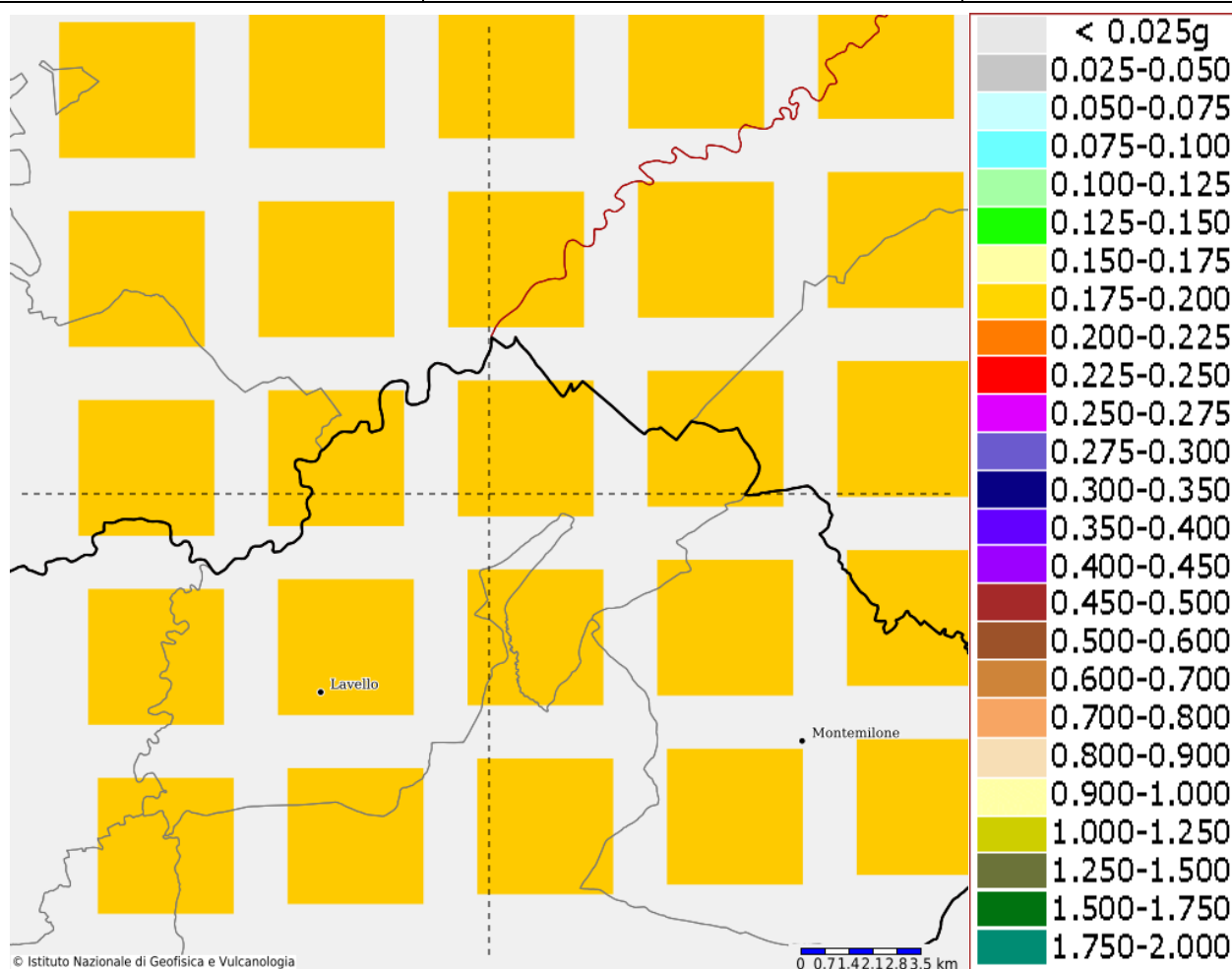


Figura 6: Mappa dei valori della pericolosità sismica territorio di Lavello (<https://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

8.2 Modello sismico del sito - valutazione dell'azione sismica

I parametri sismici del sito utili ai fini progettuali (accelerazione massima a_g/g e tutti i parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle N.T.C.2018) sono descritti oltre che in termini geografici anche in termini temporali ovvero per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

Pertanto definiti i parametri generali del sito (si veda Tabella 3) ed utilizzando il software Geostru PS (<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>) è possibile ricavare i valori dei parametri di pericolosità sismica del sito indagato (a_g , F_o , T_C) per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun Stato Limite (si veda Tabella 4).

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudiano nel comune di Lavello</i>	Foglio 18 di 23
---	---	-----------------

Sito in esame (posizione baricentrica)	Lavello (PZ) – località Gaudiano
Latitudine e Longitudine (WGS84)	41.098883° – 15.864901°
Classe d'uso in presenza di azioni sismiche	II
Vita nominale calcolata in base al tipo di costruzione (VN)	50 anni
Categoria sismica sottosuolo	B
Categoria Topografica	T1
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50 anni (dato dal prodotto della Vita nominale per il Coefficiente d'uso)
Coefficiente d'uso Cu	1

Tabella 3: Parametri generali sito d'intervento

Stato Limite	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c* [s]
Operatività (SLO)	81	45,0	0,045	2,516	0,285
Danno (SLD)	63	75,0	0,061	2,512	0,292
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712,0	0,194	2,503	0,365
Collasso (SLC)	5	1462,0	0,276	2,359	0,410

Tabella 4: Parametri sismici del sito indagato riferiti al baricentro dell'opera in progetto (paratia di pali in c.a.)

dove:

Tr = tempo di ritorno (espresso in anni)

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito (espressa in g/10)

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (adimensionale)

T_c* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in secondi)

Si rammenta che i valori dei parametri a_g, F_o e T_c* determinati sono relativi a situazioni geologiche corrispondenti ad un sito con assenza di effetti locali dei terreni, ovvero con presenza di substrato sismico affiorante o sub-affiorante (V_{s30}>800m/s) ed in condizioni morfologiche pianeggianti.

8.3 Modello sismico del sito – definizione delle condizioni stratigrafiche e topografiche

L'azione sismica così individuata viene variata, nei modi precisati dalle Norme Tecniche (cfr. 3.2.2 N.T.C. 2018 - definizione dell'azione sismica di progetto con approccio semplificato), per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presenti nel sito d'intervento e dalla morfologia della superficie presente.

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudio nel comune di Lavello</i>	Foglio 19 di 23
---	--	-----------------

Gli effetti locali che danno origine alla risposta sismica locale sono da ricondursi alla:

- differenza di rigidità tra terreni e basamento;
- geometria del substrato che può esercitare un controllo sulla generazione e propagazione di onde superficiali;
- geologia di superficie che controlla il fenomeno di risonanza e ai fattori morfologici (irregolarità topografiche, creste e valli) che possono influenzare la propagazione superficiale delle onde sismiche dando luogo a fenomeni di amplificazione dinamica.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti (stratigrafici e topografici), rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

Il D.M. 14 Gennaio 2018 (come indicato Tabella 3.2.II) cita che condizione necessaria per la definizione dell'azione sismica di progetto è l'identificazione della categoria di sottosuolo che si basa principalmente sui valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = H / \sum(h_i/V_{s,i}) \text{ (in m/s)}$$

in cui:

- h_i spessore (in mt) dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strato;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiori a 800 m/s.

Dall'indagine sismica eseguita è stato ottenuto il seguente valore della **$V_{s,30}$ 408 m/sec.**

Sulla base di quanto detto la categoria di suolo individuata è **B**: *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”.*

Le condizioni topografiche del sito, considerando la morfologia dell'area d'interesse avente una *“configurazione superficiale semplice”* ed in considerazione della posizione dell'opera in progetto, sono riconducibili alla *“Categoria T1 – Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ (cfr Tab. 3.2 VI - N.T.C. 2018)* da cui si evince che il fattore di amplificazione S_T deve essere considerato, nel caso specifico, uguale ad 1.0.

Sulla base della categoria di suolo determinata (B) e della categoria topografica del sito (T1) è possibile definire i coefficienti sismici degli spettri di risposta rappresentativi delle componenti

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudio nel comune di Lavello</i>	Foglio 20 di 23
---	--	-----------------

(orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto idonee all'opera da realizzare ed alla situazione riscontrata.

8.4 Modello sismico del sito - effetti di amplificazione locale

I fattori stratigrafici e topografici che possono determinare fenomeni di amplificazione del segnale sismico, sono facilmente ricavabili dalle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI del D.M. 17 Gennaio 2018.

Nello specifico considerando il sottosuolo dell'area d'intervento di categoria B e quindi sviluppando i calcoli in funzione dei valori di a_g , F_o e T^*c , i coefficienti S_s e C_c per il caso in esame sono quelli mostrati in Tabella 5.

Stati limite	S_s [-]	C_c [-]	S_T [-]	K_h [-]	K_v [-]	A_{max} [m/s ²]	$Beta$ [-]
SLO	1,200	1,410	1,000	0,011	0,005	0,528	0,200
SLD	1,200	1,410	1,000	0,015	0,007	0,712	0,200
SLV	1,200	1,350	1,000	0,056	0,028	2,288	0,240
SLC	1,140	1,310	1,000	0,088	0,044	3,085	0,280

Tabella 5: Coefficienti sismici muro in gabbioni

dove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica (si veda Tab. 3.2.IV – NTC 2018)

C_c = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (si veda Tab. 3.2.IV – NTC 2018)

S_T = coefficiente di amplificazione topografica (si veda Tab. 3.2.V – NTC 2018)

K_h = coefficiente sismico orizzontale [$K_h = \beta_s * (a_{max} / g)$]

K_v = coefficiente sismico verticale [$K_v = \pm 0.5 * K_h$]

A_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudiano nel comune di Lavello</i>	Foglio 21 di 23
---	--	-----------------

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dall'analisi dei dati geologici, geomorfologici ed idrogeologici si è giunti ad un quadro soddisfacente delle condizioni del sito oggetto d'intervento.

- Geograficamente l'area è inquadrabile su di un'area pianeggiante individuata nella media valle del fiume Ofanto c.a. 8 km a nord-est dell'abitato di Lavello in prossimità della S.P. n°126.
- La geologia – stratigrafia (*cfr. cap.4 e cap.8*) ha evidenziato che l'area indagata è inquadrata nella morfostruttura denominata "Fossa Bradanica" costituita da una serie di sedimenti sabbioso-argillosi con episodi conglomeratici alla base e alla sommità. Le unità geologiche dell'area di studio sono depositi alluvionali del torrente Lampeggiano che poggiano sul substrato argilloso appartenente ai terreni della Fossa Bradanica.
- Geomorfologicamente si riscontra una debole pendenza verso Nord-Est. Le quote topografiche sono tra i 153 mt. s.l.m. e i 154 mt. s.l.m. data la vicinanza del torrente Lampeggiano affluente in destra idrografica del Fiume Ofanto.
- I terreni che costituiscono l'area in questione appartengono esclusivamente ai depositi alluvionali del torrente Lampeggiano. Essi sono caratterizzati esclusivamente da permeabilità primaria per porosità; in profondità a c.a. 13 metri da p.c. è presente l'acquicluda argilloso. I numerosi pozzi esistenti in zona mostrano come il sottosuolo dell'area in esame sia sede di una falda acquifera estremamente eterogenea ed anisotropa; tale falda circola a pelo libero ed è stata individuata nel sondaggio S1 attrezzato a piezometro ad una profondità di -6.50 m c.a. dal p.c. con direzione preferenziale di deflusso variabile parallela o sub-parallela al letto del fiume.
- Il modello litotecnico del sito mostra la presenza di 3 unità così suddivise i cui principali parametri fisico meccanici sono mostrati in Tabella 2 – Cap.7:
 - U.L.1 - litotipo di natura sabbioso-ciottolosa poco consistente.
 - U.L.2 - litotipo ghiaioso – sabbioso poco coesivo e con buona resistenza al taglio.
 - U.L.3 - litotipo limoso-argilloso.
- Per l'area specificata non si sono evinte problematiche geologico-strutturali tali da impedire la realizzazione del progetto, né sono state rilevate durante i diversi sopralluoghi evidenze tettoniche.
- Le intensità sismiche attese per il territorio in esame non risultano elevate, rispetto alla riattivazione dei dissesti e di frane sismo-indotte. Sulla base della Legge Regionale N.9/2011 il valore accelerazione massima atteso al suolo è di 0.225 g.

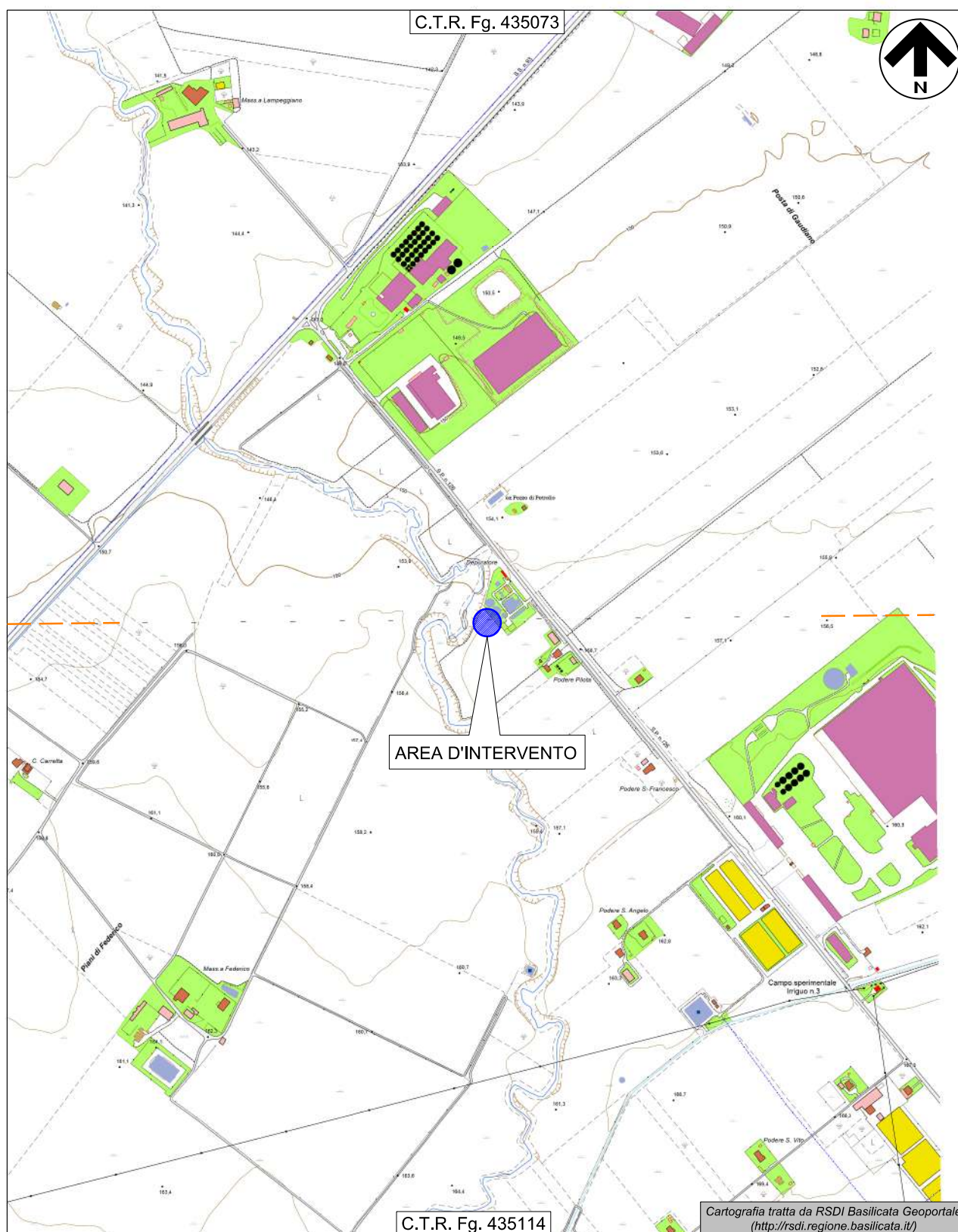
Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano e-mail: amorosig@gmail.com	PROGETTO <i>Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudiano nel comune di Lavello</i>	Foglio 22 di 23
---	--	-----------------

- Dal punto di vista sismico possono essere presenti fenomeni di amplificazione delle onde sismiche, sulla base della categoria del sottosuolo: la velocità $V_{s,eq}$ proveniente da prove sismiche consultate presso il sito d'interesse, evidenzia una situazione di sottosuolo di categoria **B** mentre da un punto di vista topografico, l'area d'interesse è inquadrabile nella Categoria **T1**.
- Dall'analisi della cartografia del Distretto Idrografico Appennino Meridionale e facendo riferimento al P.A.I. della Unit of Management Regionale Puglia e interregionale Ofanto si evince che:
 - L'intervento non ricade in aree a Pericolosità Geomorfologica
 - L'intervento ricade in aree perimetrate con Pericolosità Idraulica AP – Elevata (tavola n. 6)



Il geologo

Geol. Giuseppe Amorosi



COROGRAFIA - SCALA 1:10.000

PROGETTO

ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO
DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE IN LOCALITA' GAUDIANO DI LAVELLO

TAVOLA 2

LEGENDA GEOLOGICA

UNITA' DI ORIGINE CONTINENTALE

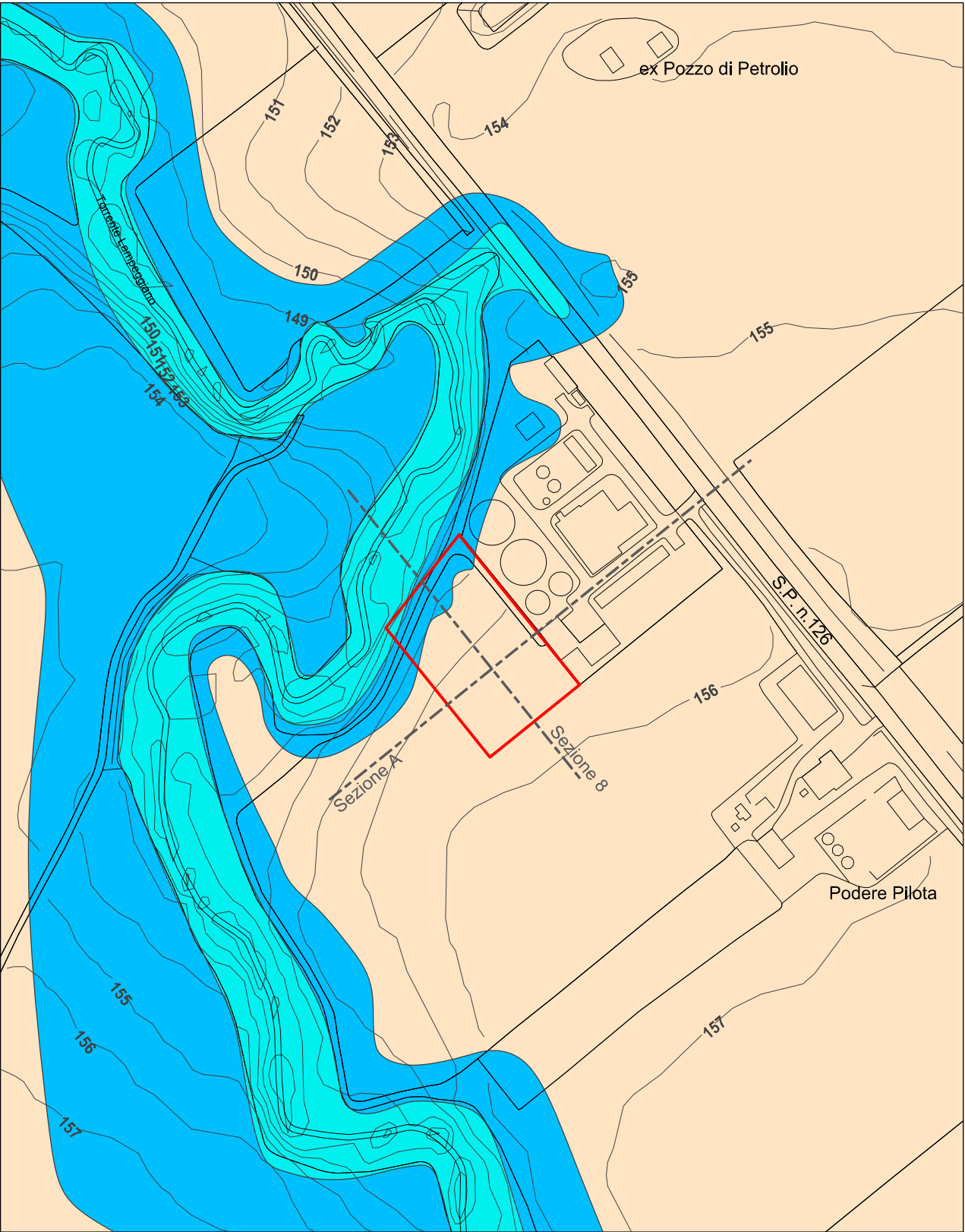
- Depositi alluvionali recenti del Torrente Lampeggiano:
ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbiosa e limosa, talora abbondante;
costituiscono il deposito attuale del Torrente Lampeggiano.
(Attuale)
- Depositi alluvionali recenti del Torrente Lampeggiano:
ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbiosa e limosa, talora abbondante.
(Olocene - Attuale)
- Terrazzi medi dell'Ofanto costituiti da ghiaie, sabbie e limi sabbiosi. (Pleistocene Superiore)
- Limite stratigrafico tra i terreni
- Traccia di sezione geologica X-X'

GEOLOGIA - SCALA 1:2.000
Area d'intervento: WGS84: Lat 40.326221 - Long 16.223639

PROGETTO

ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO
DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE IN LOCALITA' GAUDIANO DI LAVELLO

TAVOLA 2



GEOLOGIA - SCALA 1:2.000
Area d'intervento: WGS84: Lat 40.326221 - Long 16.223639

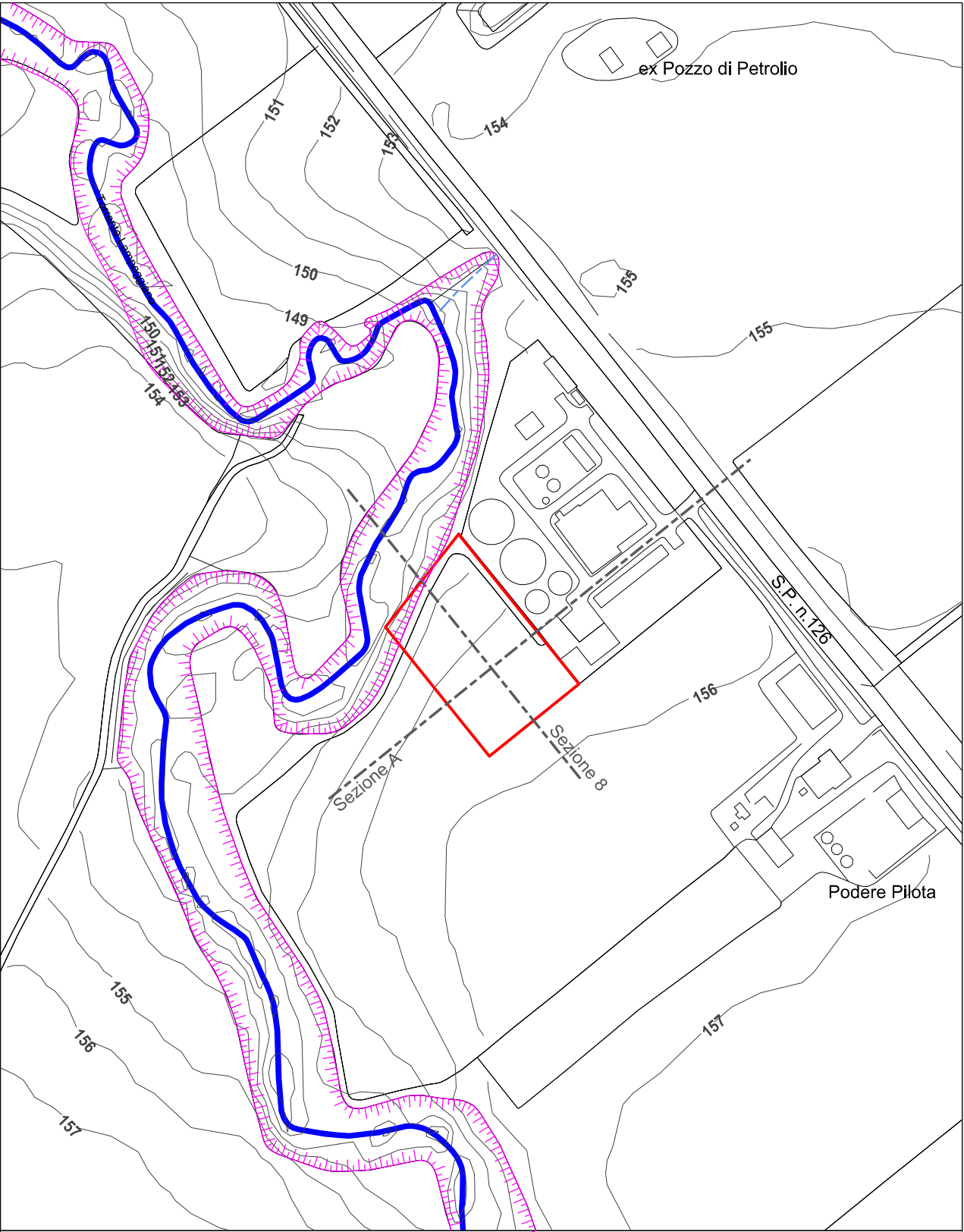
LEGENDA IDROGEOLOGICA

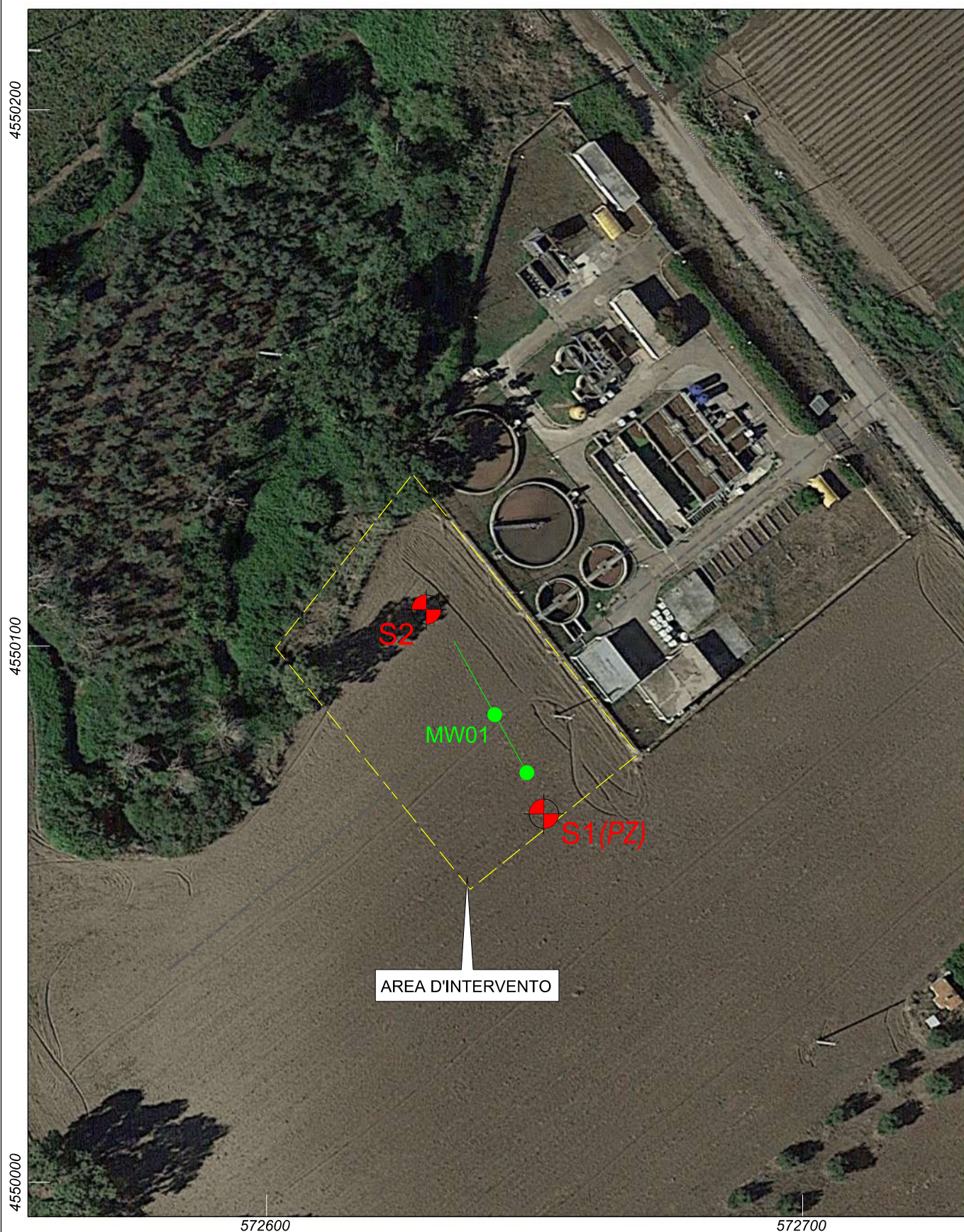
- Permeabilità MEDIO-ALTA
Ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbiosa e limosa caratterizzati da permeabilità per porosità. Acquiferi generalmente freatici.
- Permeabilità MEDIA
Limi ghiaiosi sabbiosi debolmente argillosi caratterizzati da permeabilità per porosità. Acquiferi generalmente freatici.

- Alveo del torrente Lampeggiano

LEGENDA GEOMORFOLOGICA

- Solco di ruscellamento
- Orlo di scarpata di erosione fluviale
- Traccia di sezione geologica X-X'





Sx

Sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati (profondità 30 metri)



MWx

Prospezione sismica attiva tipo MASW

ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE IN LOCALITA' GAUDIANO DI LAVELLO

TAVOLA 4 - CARTA UBICAZIONE INDAGINI

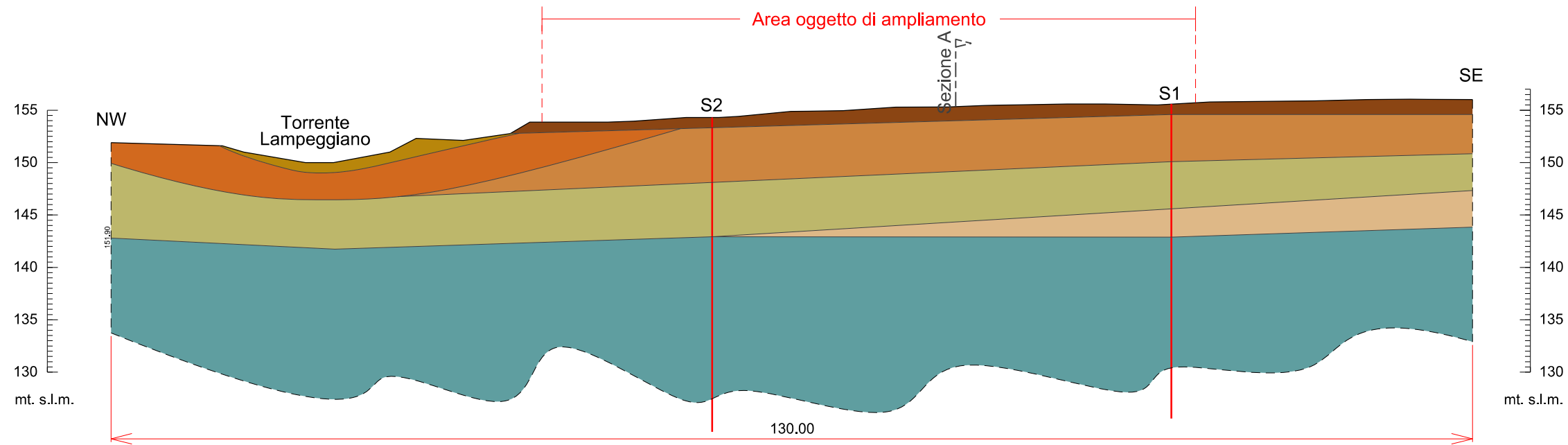
Scala

1:1.000

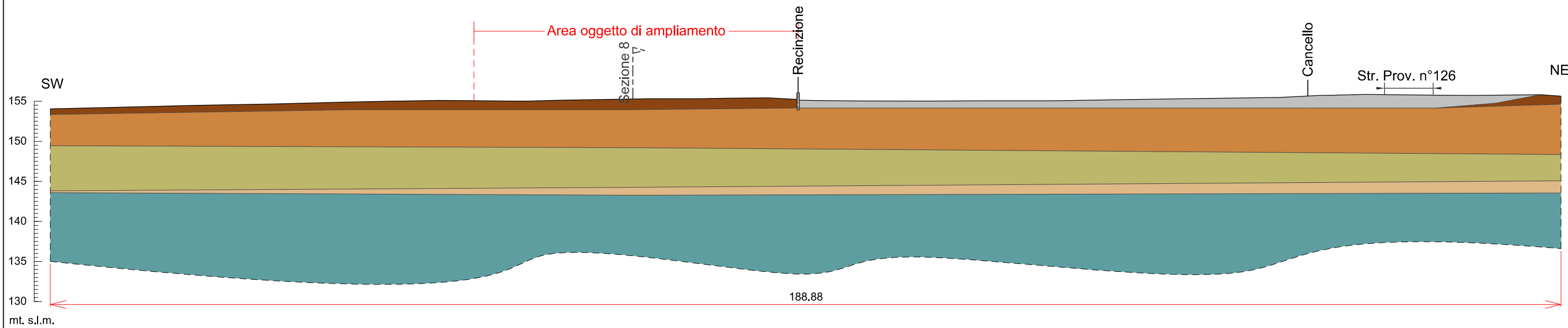
Data:

Aprile 2023

SEZIONE 8



SEZIONE A



MODELLO GEOLOGICO	
Spessore (m)	
1.0 - 1.5	Terreno vegetale: limo sabbioso marrone.
	Terreno di riporto: materiale misto (basamento fondazioni, pavimentazioni).
1.0 - 1.5	Alluvioni attuali: ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa e limosa.
2.5 - 4.0	Alluvioni recenti: sabbie ghiaiose con matrice limoso-sabbiosa
4.5 - 5.5	Sabbia limosa marroncino poco addensata, con presenza di trovanti lapidei calcarei, e livelli sabbiosi ocracei.
4.5 - 5.0	Conglomerato sabbioso marrone con livelli decimetrici sabbioso-limosi.
2.5 - 3.0	Sabbia limosa, colore marroncino chiaro, con presenza di elementi lapidei arrotondati
-	Argilla limosa, colore grigio-azzurro, plastica, consistenza bassa,
Limite stratigrafico tra i terreni	

Unità litotecnica	Spessore (m)	MODELLO GEOTECNICO	Peso di volume kN/mc	Coesione eff. kPa	Angolo di resistenza al taglio (°)
U.L.1	5.0 - 6.0	Terreno superficiale:	19.0	20	21 - 23
U.L.2	5.0 - 6.0		18 - 18.5	5	27 - 30
U.L.3	-	Terreno sabbioso con livelli ghiaiosi ben addensato.	19.5 - 20	20 - 40	22 - 27

ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO
DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE
IN LOCALITA' GAUDIANO DI LAVELLO

TAVOLA 5 - SEZIONI GEOLITOLOGICHE - Sezione 8, Sezione A

Scala 1:500
Data: Aprile 2024

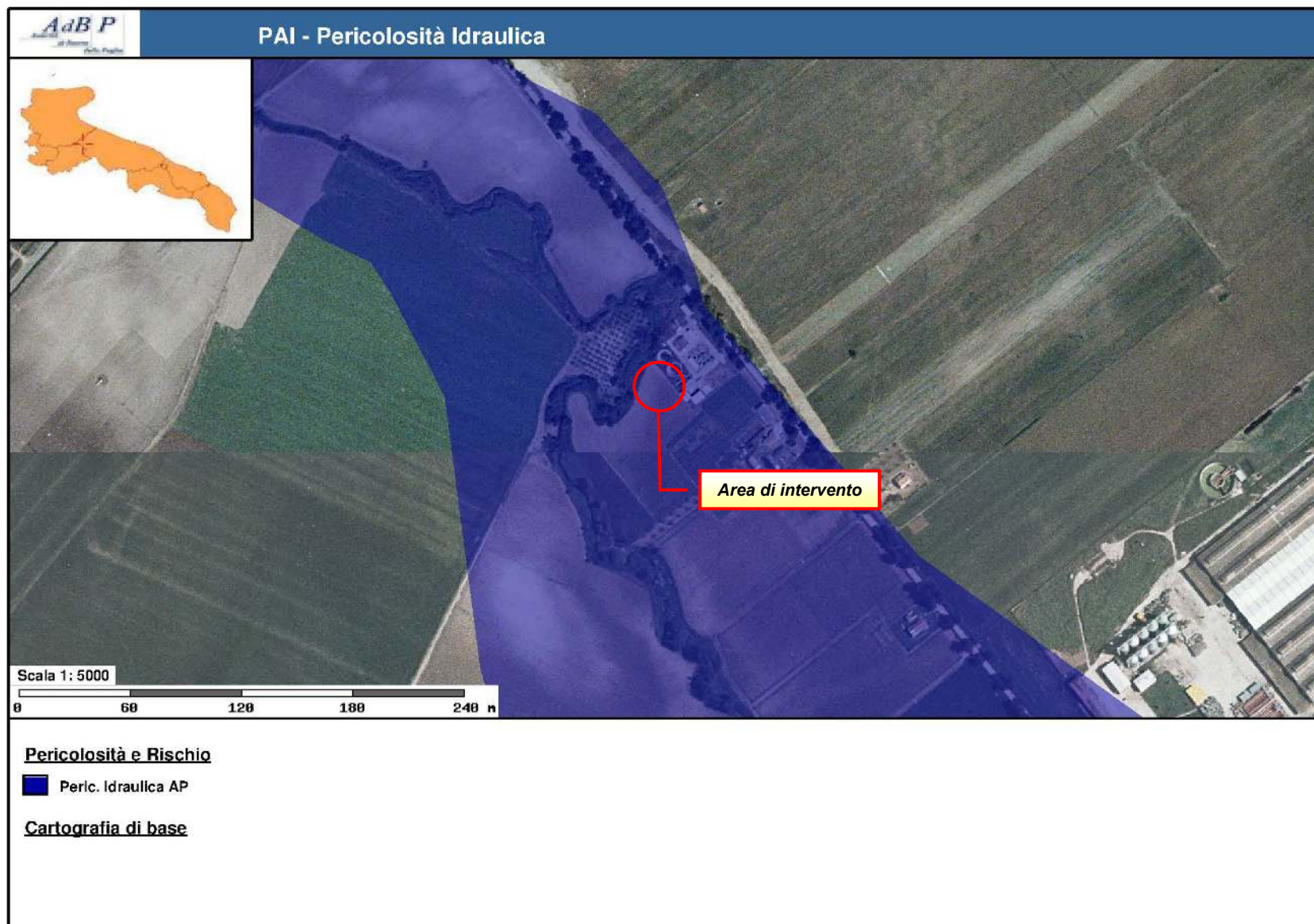
Dott. Giuseppe Amorosi – Geologo
Vico I Stella n.7 – 75010 -Aliano
e-mail: amorosig@gmail.com

PROGETTO

*Adeguamento e potenziamento
dell'impianto di depurazione acque in
località Gaudio nel comune di Lavello*

carta Pericolosità Idraulica

TAVOLA N. 6





UNE EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO N. 0162-TRCU-Q



TRIVELLAZIONI CUPO SRL

*Perforazione Pozzi Artesiani – Pali e Micropali
Sondaggi Geologici – Tiranti – Costruzioni Edili e Stradali*

PROVINCIA DI POTENZA

OGGETTO:

**INDAGINI PER L'ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO
DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE IN LOCALITA' GAUDIANO DI LAVELLO**

ELABORATO:

REPORT INVESTIGATIVO

*Perforazioni di sondaggio
Analisi di laboratorio geotecnico
Prospezione sismica MASW*

IMPRESA:

TRIVELLAZIONI CUPO SRL

COMMITTENTE:

CONSORZIO DI BONIFICA DELLA BASILICATA

l'Impresa
TRIVELLAZIONI CUPO SRL
P.Iva 05367940651

Il tecnico consulente
Dott. Geol. Gennaro Di Lucchio

REPORT INVESTIGATIVO

indice delle prove

Sondaggio S1

- Stratigrafia sondaggio
- Documentazione fotografica
- Certificato laboratorio S1_C1
- Certificato laboratorio S1_C2

Sondaggio S2

- Stratigrafia sondaggio
- Documentazione fotografica
- Certificato laboratorio S2_C1
- Certificato laboratorio S2_C2

Prospezione sismica MASW

- Report indagine

SONDAGGIO S1

S1 FOTO CASSETTE 1-2-3



CASSETTA 1 da 0.00 a 5.00 mt

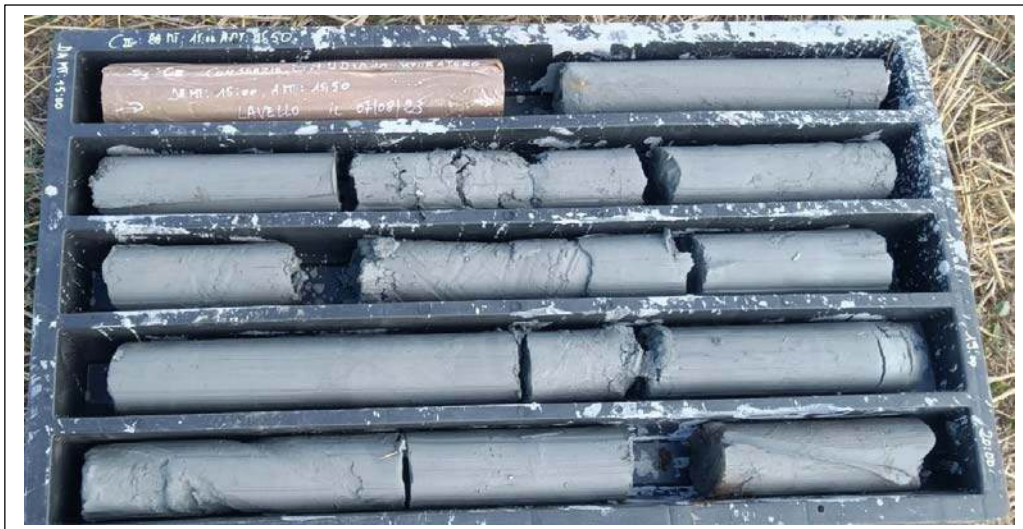


CASSETTA 2 da 5.00 a 10.00 mt



CASSETTA 3 da 10.00 a 15.00 mt

S1 FOTO CASSETTE 4-5-6



CASSETTA 4 *da 15.00 a 20.00 mt*



CASSETTA 5 *da 20.00 a 25.00 mt*



CASSETTA 6 *da 25.00 a 30.00 mt*

S1 FOTO POSTAZIONE



COMMITTENTE:	Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE:	Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO:	depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)		
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C1
PROFONDITA':	m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE:	TR1174 del 31/08/23

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	22,4	%
Peso di volume	19,8	kN/m ³
Peso di volume secco	16,1	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,0	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,642	
Porosità	39,1	%
Grado di saturazione	94,5	%
Limite di liquidità	36,2	%
Limite di plasticità	14,3	%
Indice di plasticità	21,9	%
Indice di consistenza	0,63	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,3	%
Sabbia	29,1	%
Limo	51,8	%
Argilla	18,8	%
D 10	0,002032	mm
D 50	0,038521	mm
D 60	0,060807	mm
D 90	0,273860	mm
Passante set. 10	97,4	%
Passante set. 42	94,4	%
Passante set. 200	70,6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta					
c'	84,9	kPa	φ'	23,6	°
c' Res		kPa	φ' Res		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
25,0 + 50,0	2207	---	---
50,0 + 100,0	3415	---	---
100,0 + 200,0	5099	---	---
200,0 + 400,0	8518	---	---
400,0 + 800,0	13789	---	---
800,0 + 1600,0	24336	---	---



COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5,00 - 5,50

RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23



CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/A1 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23

DATA DI EMISSIONE: 15/09/23

Inizio analisi: 31/08/23

Apertura campione: 31/08/23

Fine analisi: 01/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5,00 - 5,50

RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 22,4 %

☒ Omogeneo

Struttura del materiale:

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389

Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00

www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità
Certificata UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/B1 Pagina 1/1		DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 04/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 04/09/23
COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)		RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro	
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23
PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE			
Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E			

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,8 kN/m³



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/C1 Pagina 1/1		DATA DI EMISSIONE: 15/09/23		Inizio analisi: 01/09/23	
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23		Fine analisi: 01/09/23	
COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)			RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro		
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)					
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	
RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23					
PESO SPECIFICO DEI GRANULI					
Modalità di prova: Norma ASTM D 854					

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,5 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,5 kN/m³

Metodo: ☐ A ☒ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27,0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/D1 Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23

DATA DI EMISSIONE: 15/09/23 Inizio analisi: 06/09/23
Apertura campione: 31/08/23 Fine analisi: 07/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ) RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 5,00 - 5,50 RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

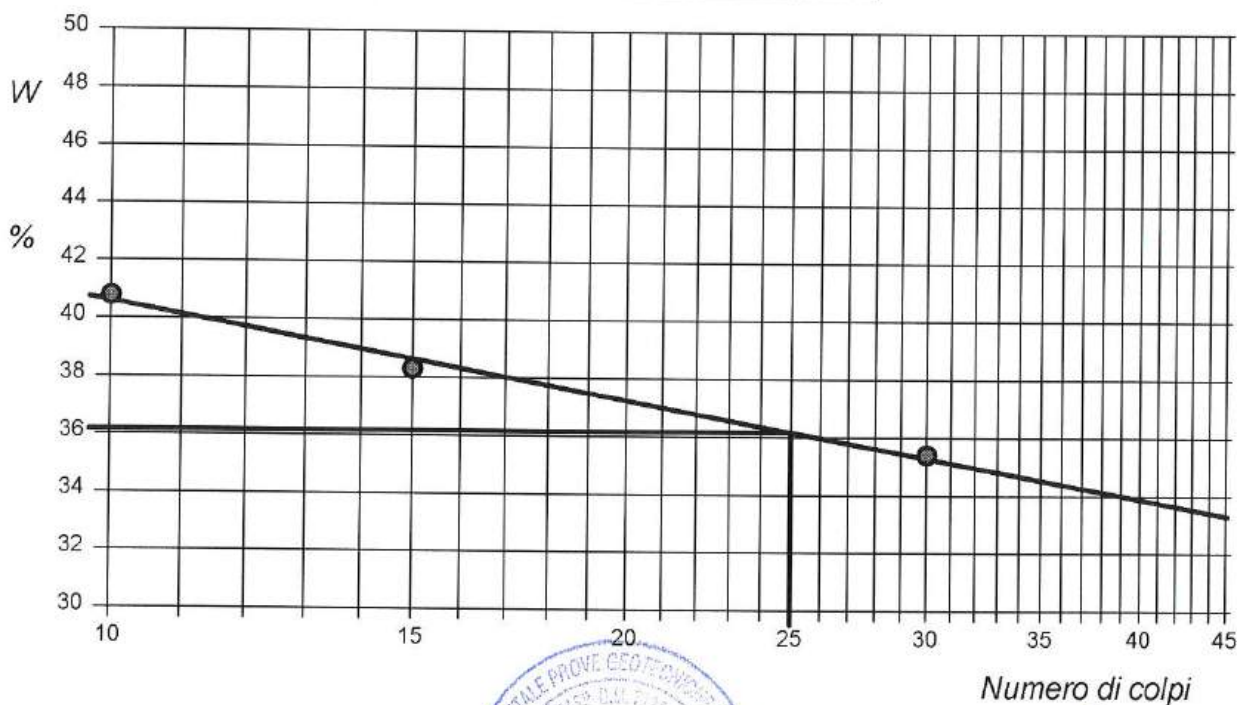
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	36,2 %
Limite di plasticità	14,3 %
Indice di plasticità	21,9 %

La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	10	15	30		Umidità (%)	14,5	14,1
Umidità (%)	40,8	38,3	35,4		Umidità media	14,3	

Determinazione del Limite di liquidità



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Rotenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione del Sistema di Gestione per la Qualità
Certificata UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

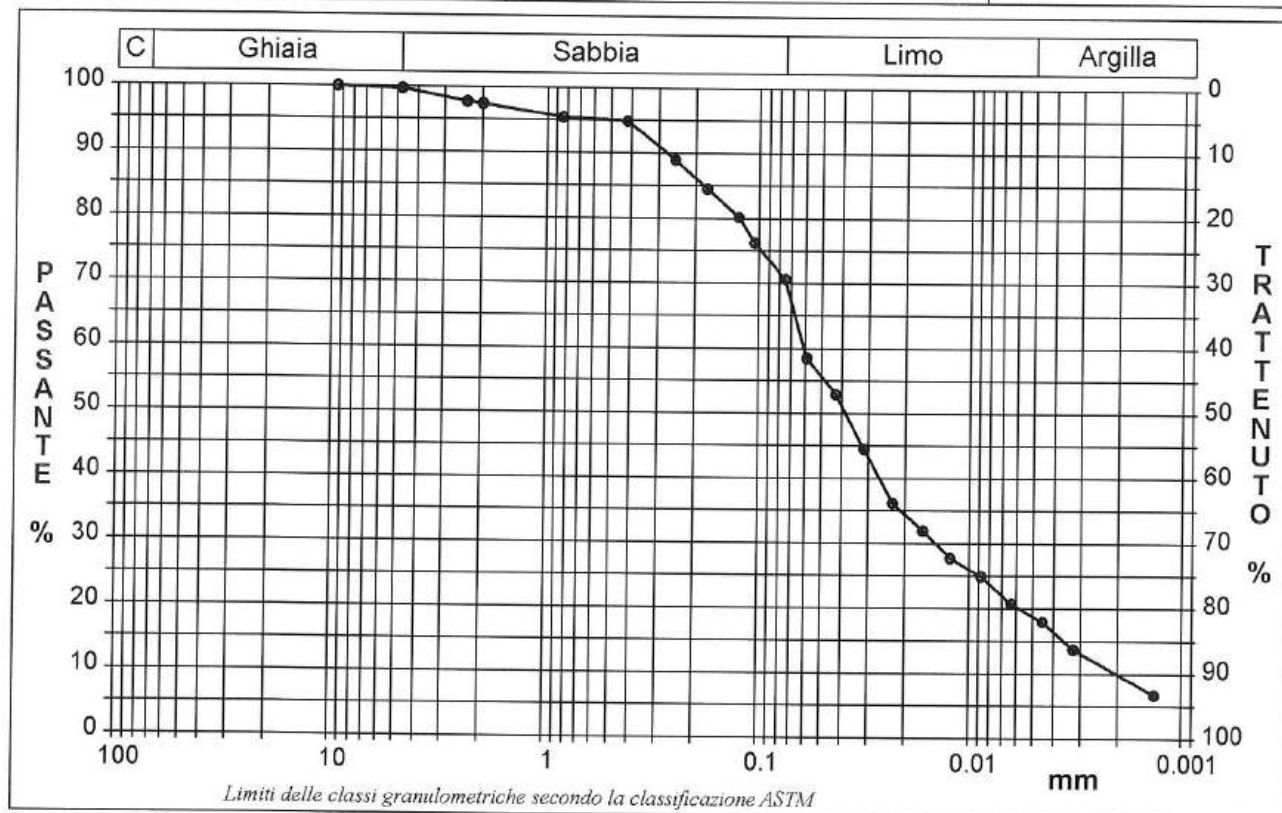
CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/E1	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 01/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 06/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	97,4 %	D10	0,00203 mm
Sabbia	29,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94,4 %	D30	0,01446 mm
Limo	51,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	70,6 %	D50	0,03852 mm
Argilla	18,8 %			D60	0,06081 mm
Coefficiente di uniformità	29,92	Coefficiente di curvatura	1,69	D90	0,27386 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
9,5200	100,00	0,4200	94,91	0,0750	70,60	0,0166	31,91	0,0032	13,72
4,7500	99,69	0,2500	88,95	0,0590	58,50	0,0123	27,71	0,0013	6,72
2,3600	97,68	0,1770	84,49	0,0429	52,90	0,0088	24,91		
2,0000	97,42	0,1250	80,10	0,0315	44,51	0,0063	20,71		
0,8410	95,44	0,1050	76,22	0,0230	36,11	0,0045	17,91		

Classificazione A.G.I. del campione: Limo con sabbia argilloso

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/F1 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23

DATA DI EMISSIONE: 15/09/23

Inizio analisi: 31/08/23

Apertura campione: 31/08/23

Fine analisi: 13/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 5,00 - 5,50

RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	21,50
Umidità (%)	22,2
Peso specifico (kN/m ³)	26,51
Altezza provino (cm)	2,00
Diametro provino (cm)	7,00
Sezione provino (cm ²)	38,48
Volume provino (cm ³)	76,97
Volume dei vuoti (cm ³)	25,89
Indice dei vuoti	0,51
Porosità (%)	33,64
Saturazione (%)	100,0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

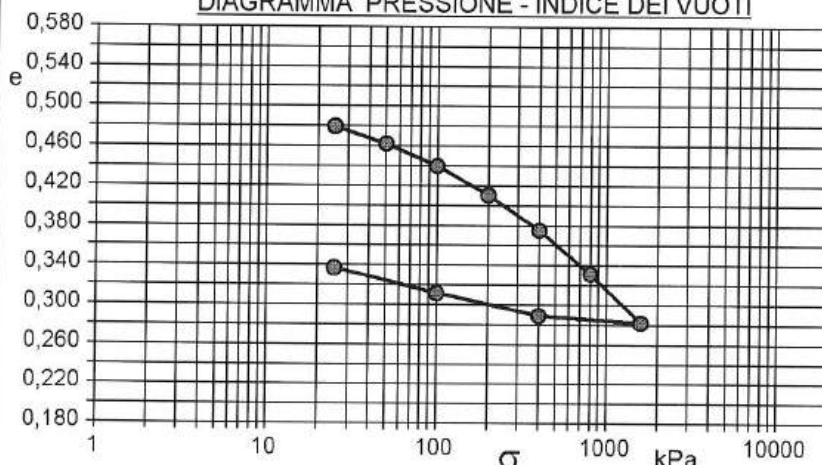
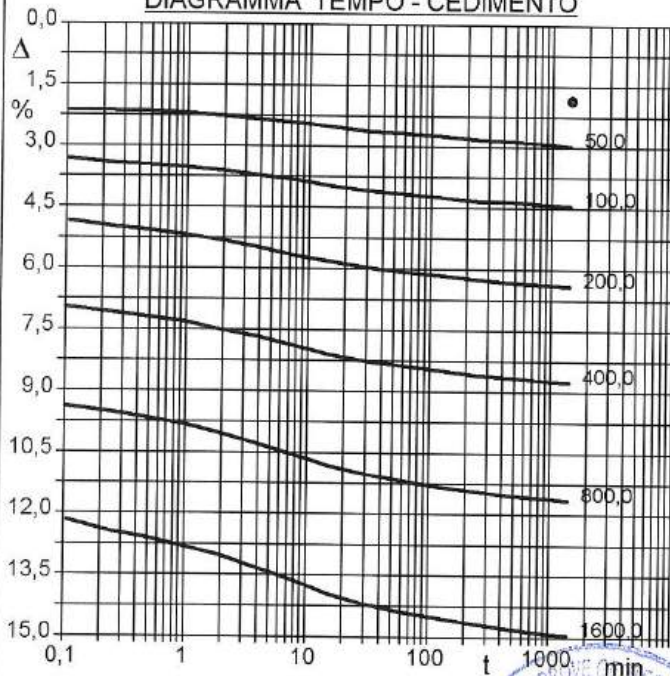


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
25,0	37,0	0,479	
50,0	59,7	0,462	0,057
100,0	89,0	0,440	0,073
200,0	128,2	0,410	0,098
400,0	175,1	0,375	0,118
800,0	233,1	0,331	0,145
1600,0	298,9	0,282	0,165
400,0	289,5	0,289	
100,0	259,7	0,311	
25,0	226,0	0,337	

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. MSUXCR1



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/G1 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23

DATA DI EMISSIONE: 15/09/23

Inizio analisi: 04/09/23

Apertura campione: 31/08/23

Fine analisi: 06/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 5,00 - 5,50

RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	200	400	600
Tensione a rottura (kPa):	176	256	351
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	3,45 -0,10	3,40 -0,21	3,15 -0,29
Umidità iniziale e umidità finale (%):	22,4 17,7	22,2 18,2	22,7 20,9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,0 20,3	19,7 20,6	19,6 22,2
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	97,8 88,8	92,7 94,3	93,1 100,0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 84,9 kPa

Angolo di attrito interno: 23,6 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0,006 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

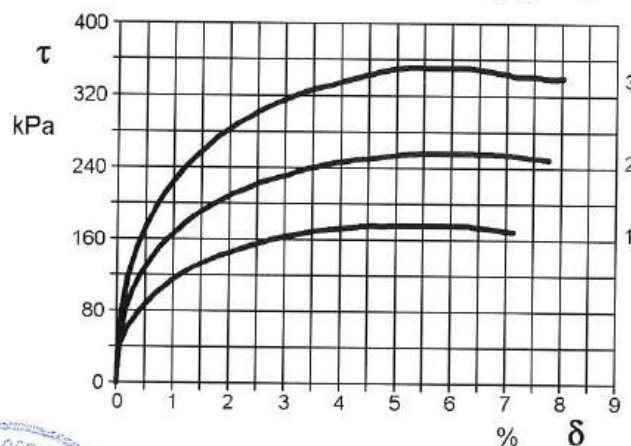
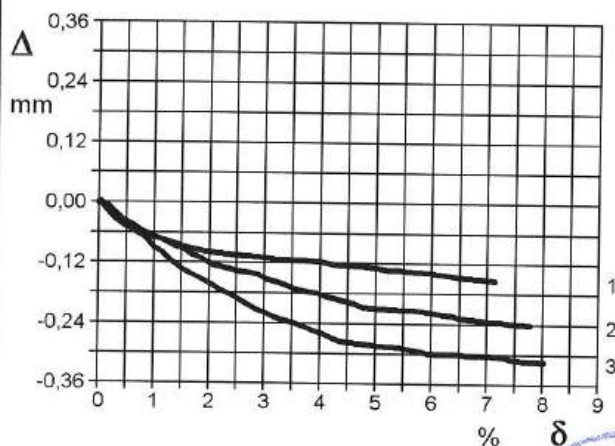
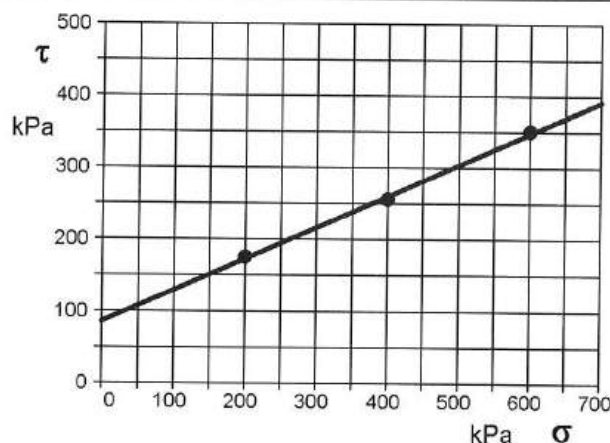


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/G1	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 04/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 06/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,015	32,2	0,00	0,017	42,5	0,00	0,015	37,2	0,00
0,029	41,7	0,00	0,169	104,2	-0,02	0,047	76,7	0,00
0,116	62,2	-0,02	0,353	137,2	-0,04	0,212	150,6	-0,03
0,206	75,8	-0,04	0,550	160,6	-0,06	0,409	195,0	-0,06
0,295	86,4	-0,05	0,734	178,6	-0,08	0,602	224,4	-0,09
0,387	96,9	-0,06	0,918	192,2	-0,09	0,797	246,9	-0,12
0,491	105,6	-0,06	1,116	203,6	-0,11	0,989	265,8	-0,14
0,590	114,4	-0,07	1,331	214,4	-0,13	1,198	282,5	-0,16
0,703	121,9	-0,08	1,534	222,5	-0,14	1,411	295,3	-0,18
0,811	128,3	-0,08	1,735	229,2	-0,14	1,602	306,1	-0,20
0,917	133,6	-0,09	1,932	235,6	-0,16	1,808	315,6	-0,22
1,018	138,1	-0,09	2,136	240,8	-0,17	2,020	323,6	-0,24
1,112	141,9	-0,10	2,361	245,3	-0,18	2,225	329,4	-0,25
1,204	145,3	-0,10	2,571	248,9	-0,19	2,423	335,0	-0,26
1,296	148,6	-0,10	2,768	250,6	-0,20	2,632	341,1	-0,28
1,401	151,9	-0,10	2,965	253,6	-0,21	2,824	346,4	-0,28
1,499	155,3	-0,11	3,179	255,6	-0,21	3,039	349,7	-0,29
1,609	158,3	-0,11	3,403	256,4	-0,21	3,256	350,8	-0,29
1,722	161,1	-0,11	3,614	255,8	-0,22	3,460	350,3	-0,30
1,834	163,6	-0,11	3,808	255,8	-0,22	3,667	350,3	-0,30
1,934	165,6	-0,11	4,014	255,6	-0,23	3,872	349,2	-0,30
2,032	167,5	-0,11	4,233	253,7	-0,24	4,092	345,3	-0,30
2,125	169,2	-0,11	4,453	251,4	-0,24	4,303	341,4	-0,30
2,216	170,6	-0,11	4,664	249,0	-0,24	4,508	340,8	-0,31
2,314	171,7	-0,12				4,712	339,2	-0,31
2,422	173,1	-0,12						
2,520	173,3	-0,12						
2,631	174,7	-0,12						
2,752	175,3	-0,13						
2,857	175,0	-0,13						
2,961	175,6	-0,13						
3,053	175,6	-0,13						
3,147	175,3	-0,13						
3,240	175,3	-0,13						
3,340	175,6	-0,14						
3,453	175,8	-0,14						
3,558	175,6	-0,14						
3,675	175,8	-0,14						
3,791	175,3	-0,14						
3,899	173,7	-0,15						
3,997	172,9	-0,15						
4,093	171,3	-0,15						
4,183	169,7	-0,15						
4,283	169,1	-0,15						

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/G1	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 04/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 06/09/23

COMMITTENTE:	Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)			RICHIEDENTE:	Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO:	depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C1	PROFONDITA': m	5,00 - 5,50
				RIF. ACCETTAZIONE:	TR1174 del 31/08/23

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

COMMITTENTE:	Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)				RICHIEDENTE:	Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro	
RIFERIMENTO:	depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)						
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C2	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE:	TR1174 del 31/08/23

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	17,6	%
Peso di volume	19,6	kN/m ³
Peso di volume secco	16,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,3	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,588	
Porosità	37,0	%
Grado di saturazione	80,9	%
Limite di liquidità	32,3	%
Limite di plasticità	10,8	%
Indice di plasticità	21,5	%
Indice di consistenza	0,68	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	17,8	%
Limo	70,7	%
Argilla	11,5	%
D 10	0,004289	mm
D 50	0,041401	mm
D 60	0,049256	mm
D 90	0,110638	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 42	100,0	%
Passante set. 200	82,2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_u \text{ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	43,5	kPa	ϕ' 27,5 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C _d	kPa	ϕ _d	°
C.U.	C' _{cu}	kPa	ϕ' _{cu}	°
	C _{cu}	kPa	ϕ _{cu}	°
U.U.	C _u	kPa	ϕ _u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec



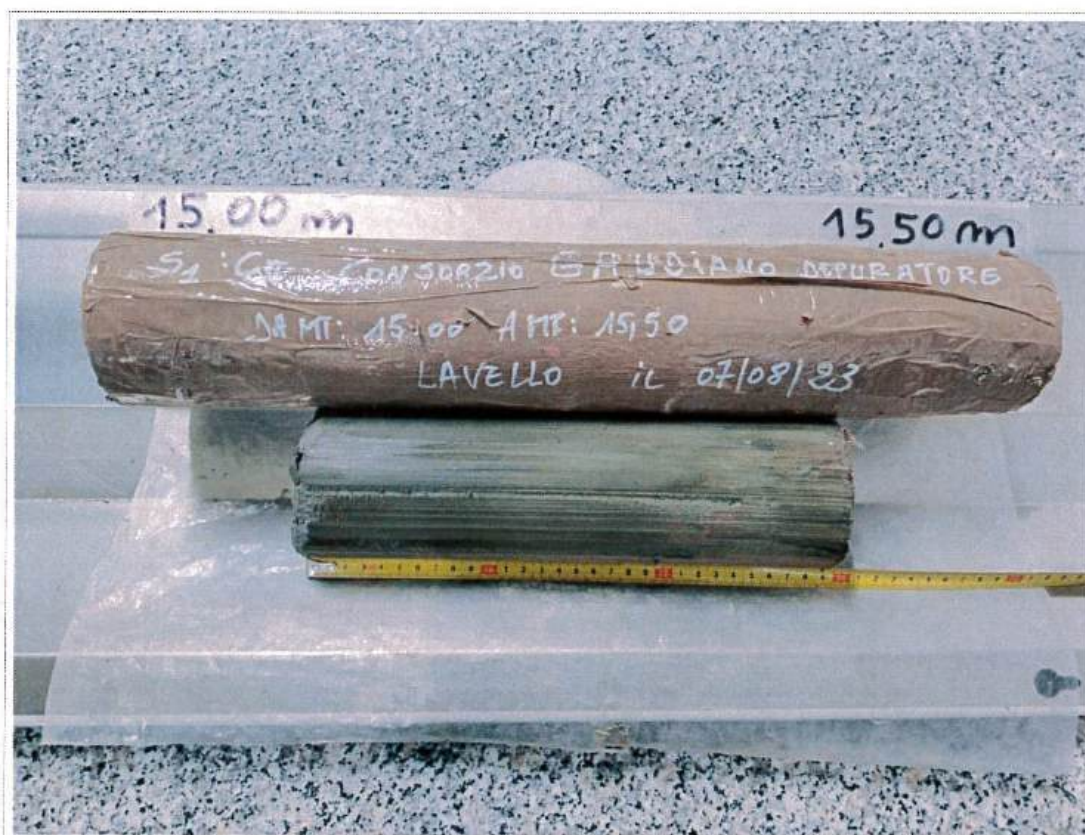
COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23



CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/A2 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 06/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23	Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 07/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2
PROFONDITA': m 15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 17,6 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con Sistema di Qualità per la Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/B2	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 06/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 06/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2
PROFONDITA': m 15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,6 kN/m³



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Rotenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità
Certificata UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/C2	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 07/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 07/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2
PROFONDITA': m 15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,5 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,5 kN/m³

Metodo: ☐ A ☒ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,1 °C

Disaerazione eseguita per bollitura



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/D2 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 08/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23	Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 11/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2
PROFONDITA': m 15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

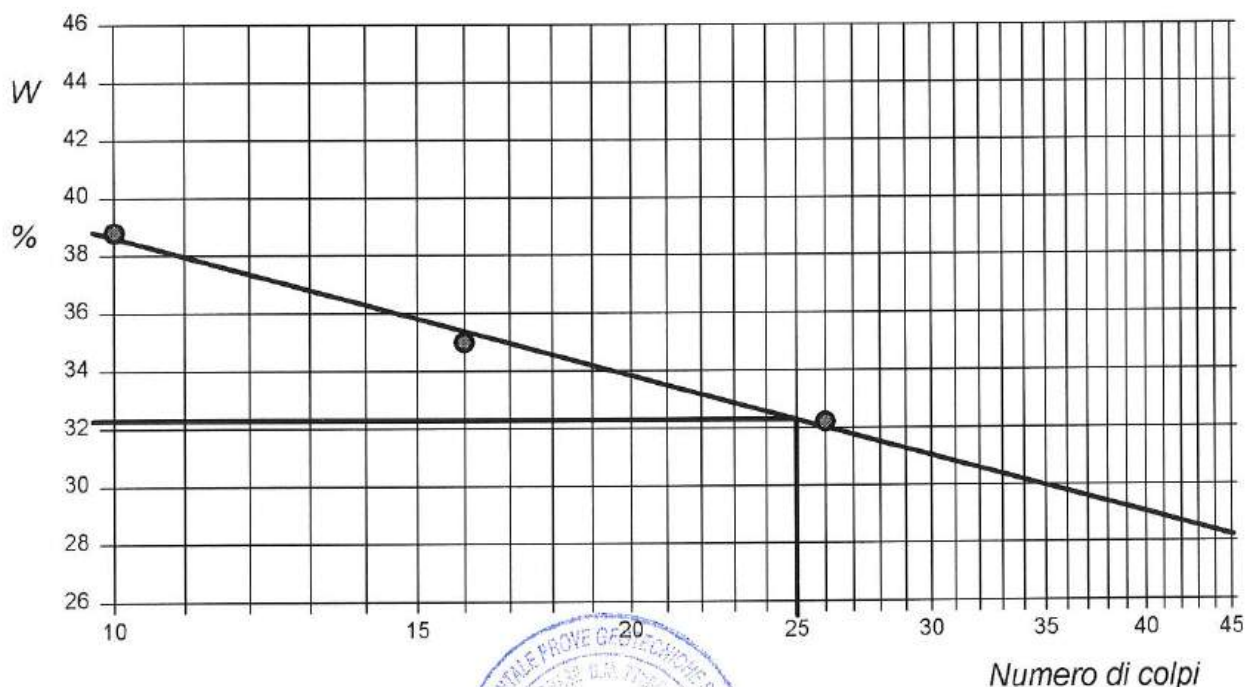
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	32,3 %
Limite di plasticità	10,8 %
Indice di plasticità	21,5 %

La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	10	16	26		Umidità (%)	10,8	10,7
Umidità (%)	38,8	35,0	32,2		Umidità media	10,8	

Determinazione del Limite di liquidità



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

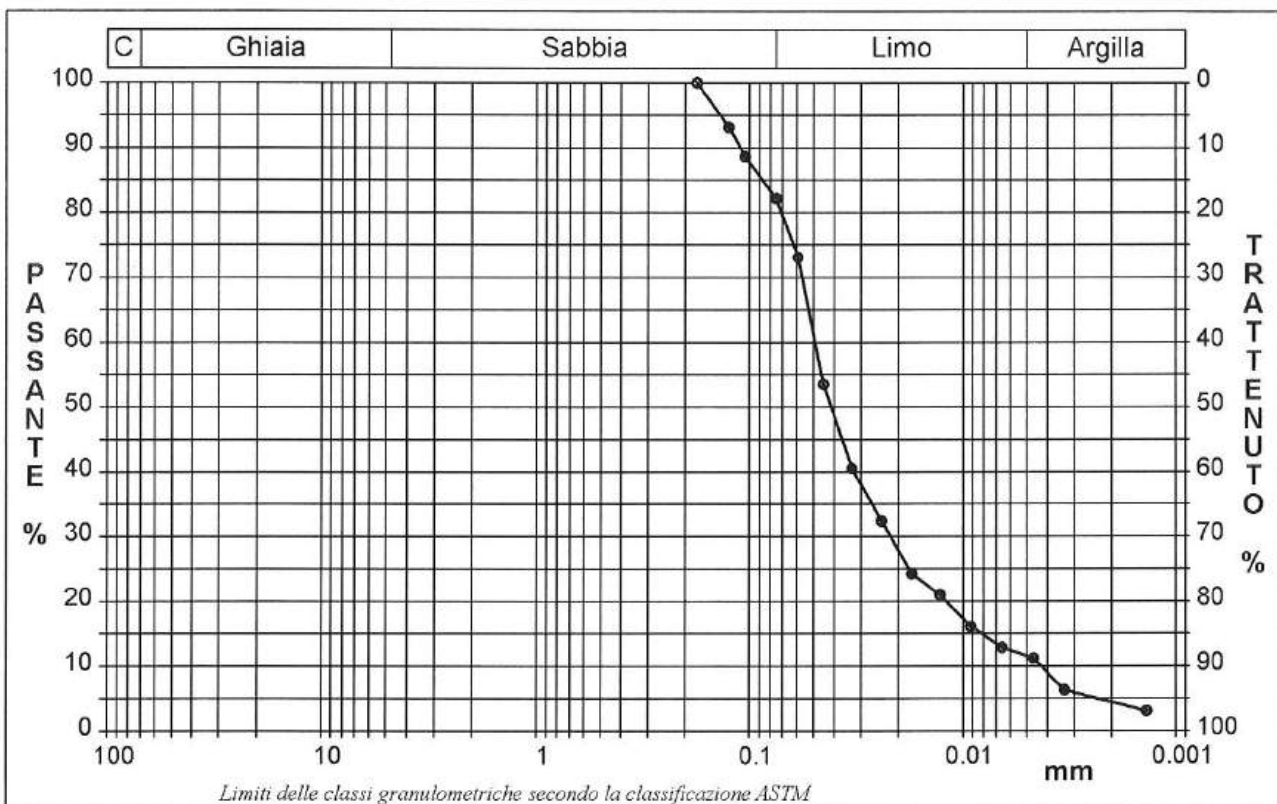
CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/E2	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 07/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 12/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2
PROFONDITA': m 15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	0,00429 mm
Sabbia	17,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D30	0,02189 mm
Limo	70,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	82,2 %	D50	0,04140 mm
Argilla	11,5 %			D60	0,04926 mm
				D90	0,11064 mm
Coefficiente di uniformità		11,48	Coefficiente di curvatura		2,27



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,1770	100,00	0,0450	53,53	0,0092	16,09				
0,1250	93,13	0,0332	40,51	0,0066	12,83				
0,1050	88,66	0,0240	32,37	0,0047	11,20				
0,0750	82,15	0,0174	24,23	0,0033	6,32				
0,0592	73,07	0,0128	20,97	0,0014	3,06				

Classificazione A.G.I. del campione: Limo sabbioso e argilloso.

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/F2 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23

DATA DI EMISSIONE: 15/09/23

Inizio analisi: 06/09/23

Apertura campione: 06/09/23

Fine analisi: 08/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50 RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	200	400	600
Tensione a rottura (kPa):	149	251	357
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1,53 -0,10	2,71 -0,23	2,85 -0,14
Umidità iniziale e umidità finale (%):	17,7 17,0	17,8 16,3	17,3 15,5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,5 20,3	19,7 21,3	19,7 21,3
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	79,9 87,3	82,3 99,0	80,6 95,4

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 43,5 kPa
Angolo di attrito interno: 27,5 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

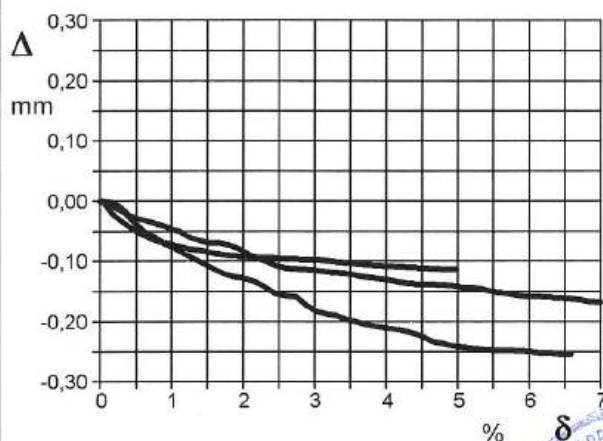
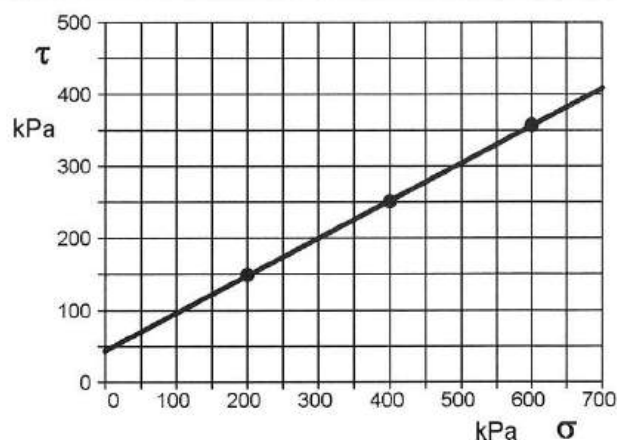


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

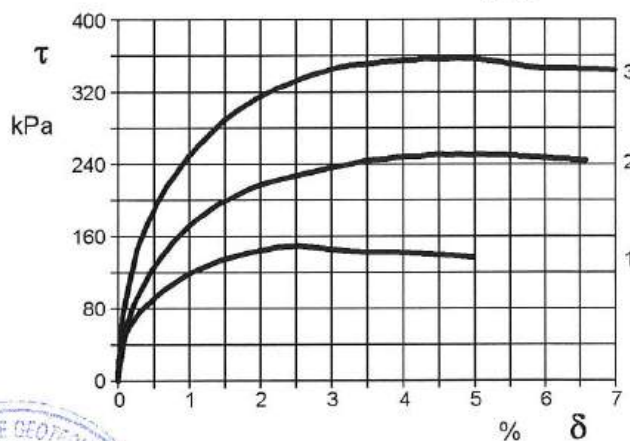


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/F2	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 06/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 08/09/23

COMMITTENTE:	Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)			RICHIEDENTE:	Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro		
RIFERIMENTO:	depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)						
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C2	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE:	TR1174 del 31/08/23

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/F2	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 06/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 08/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)		RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro	
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50
		RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

SONDAGGIO S2

STRATIGRAFIA - S2

SCALA 1 : 125

Pagina 1/1

Riferimento: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Depuratore acque Gaudiano di Lavello (PZ)		Sondaggio: S2
Località: Gaudiano - Lavello (PZ)		Quota: 156 metri slm
Impresa esecutrice: Trivellazioni Cupo S.r.l.		Data: 08/08/2023
Coordinate: 41.098995 15.864884		Redattore: Dott. Geol. Gennaro Di Lucchio
Perforazione: carotaggio 101 mm - rivestimento 127 mm		

[illegible]

S2 FOTO CASSETTE 1-2-3



CASSETTA 1 da 0.00 a 5.00 mt



CASSETTA 2 da 5.00 a 10.00 mt



CASSETTA 3 da 10.00 a 15.00 mt

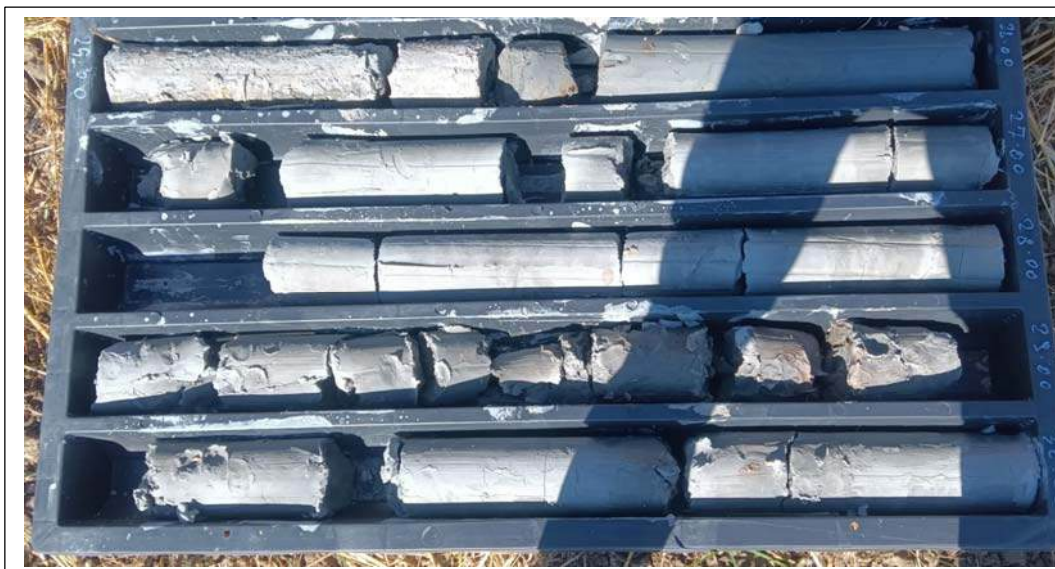
S2 FOTO CASSETTE 4-5-6



CASSETTA 4 da 15.00 a 20.00 mt



CASSETTA 5 da 20.00 a 25.00 mt



CASSETTA 6 da 25.00 a 30.00 mt

S2 FOTO POSTAZIONE



S2 FOTO CASSETTE 1-2-3



CASSETTA 1 da 0.00 a 5.00 mt



CASSETTA 2 da 5.00 a 10.00 mt



CASSETTA 3 da 10.00 a 15.00 mt

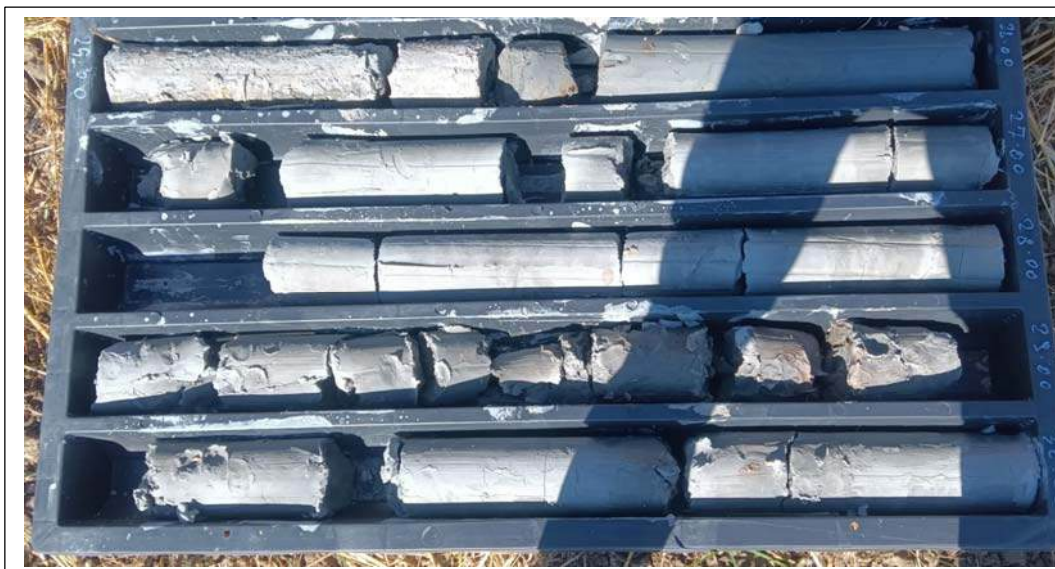
S2 FOTO CASSETTE 4-5-6



CASSETTA 4 da 15.00 a 20.00 mt



CASSETTA 5 da 20.00 a 25.00 mt



CASSETTA 6 da 25.00 a 30.00 mt

S2 FOTO POSTAZIONE



COMMITTENTE:	Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE:	Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO:	depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)		
SONDAGGIO:	S2	CAMPIONE:	C1
PROFONDITA':	m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE:	TR1174 del 31/08/23

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	24,3	%
Peso di volume	18,9	kN/m ³
Peso di volume secco	15,2	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,3	kN/m ³
Peso specifico	26,3	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,727	
Porosità	42,1	%
Grado di saturazione	89,5	%
Limite di liquidità	42,8	%
Limite di plasticità	13,7	%
Indice di plasticità	29,1	%
Indice di consistenza	0,64	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	19,0	kPa	ϕ' 21,3 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
25,0 ÷ 50,0	3195	---	---
50,0 ÷ 100,0	5051	---	---
100,0 ÷ 200,0	6365	---	---
200,0 ÷ 400,0	8724	---	---
400,0 ÷ 800,0	16087	---	---
800,0 ÷ 1600,0	18349	---	---

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,6	%
Sabbia	30,8	%
Limo	39,9	%
Argilla	28,7	%
D 10		mm
D 50	0,033966	mm
D 60	0,062238	mm
D 90	0,296901	mm
Passante set. 10	97,6	%
Passante set. 42	94,1	%
Passante set. 200	68,6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------



COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 5,00 - 5,50

RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23



CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/A3	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 31/08/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 01/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23
CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE	
Modalità di prova: Norma ASTM D 2216	

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 24,3 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/B3	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 04/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 04/09/23
COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)		RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro	
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23
PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE			
Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E			

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,9 kN/m³



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/C3	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 01/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 01/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,3 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,2 kN/m³

Metodo: ☐ A ☒ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,7 °C

Disaerazione eseguita per bollitura



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/D3	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 06/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 07/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

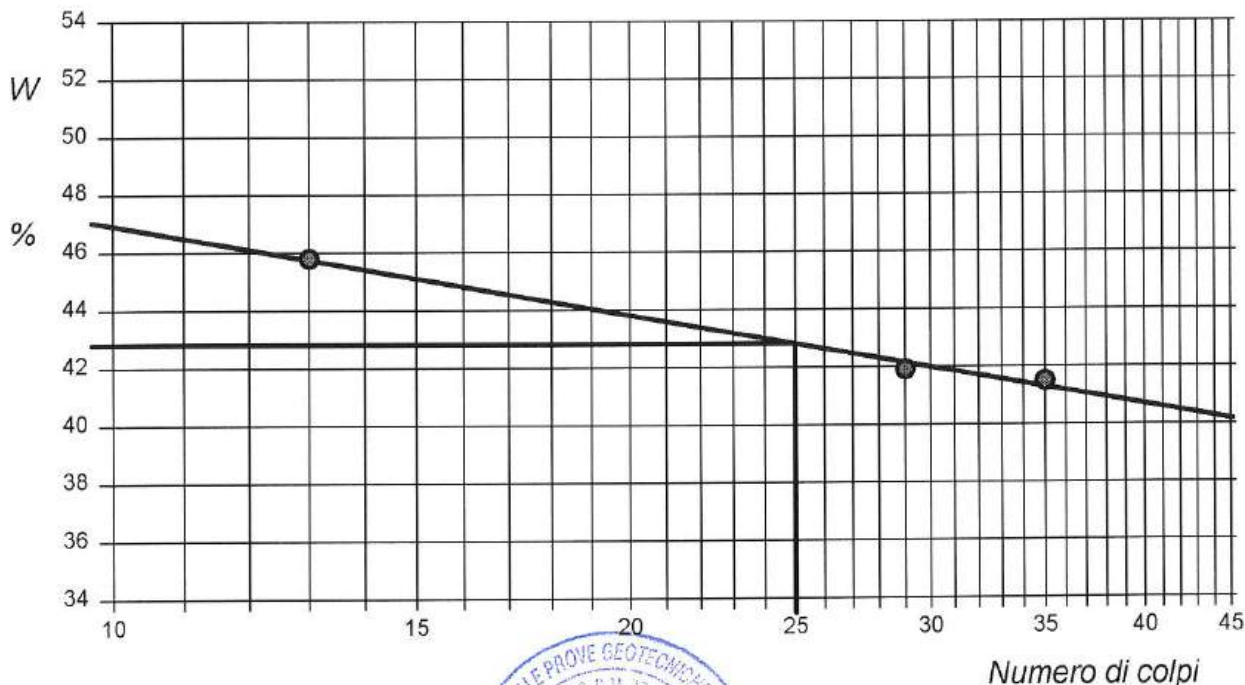
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	42,8 %
Limite di plasticità	13,7 %
Indice di plasticità	29,1 %

La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	13	29	35		Umidità (%)	13,9	13,5
Umidità (%)	45,8	41,9	41,5		Umidità media	13,7	

Determinazione del Limite di liquidità



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità
Certificata UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

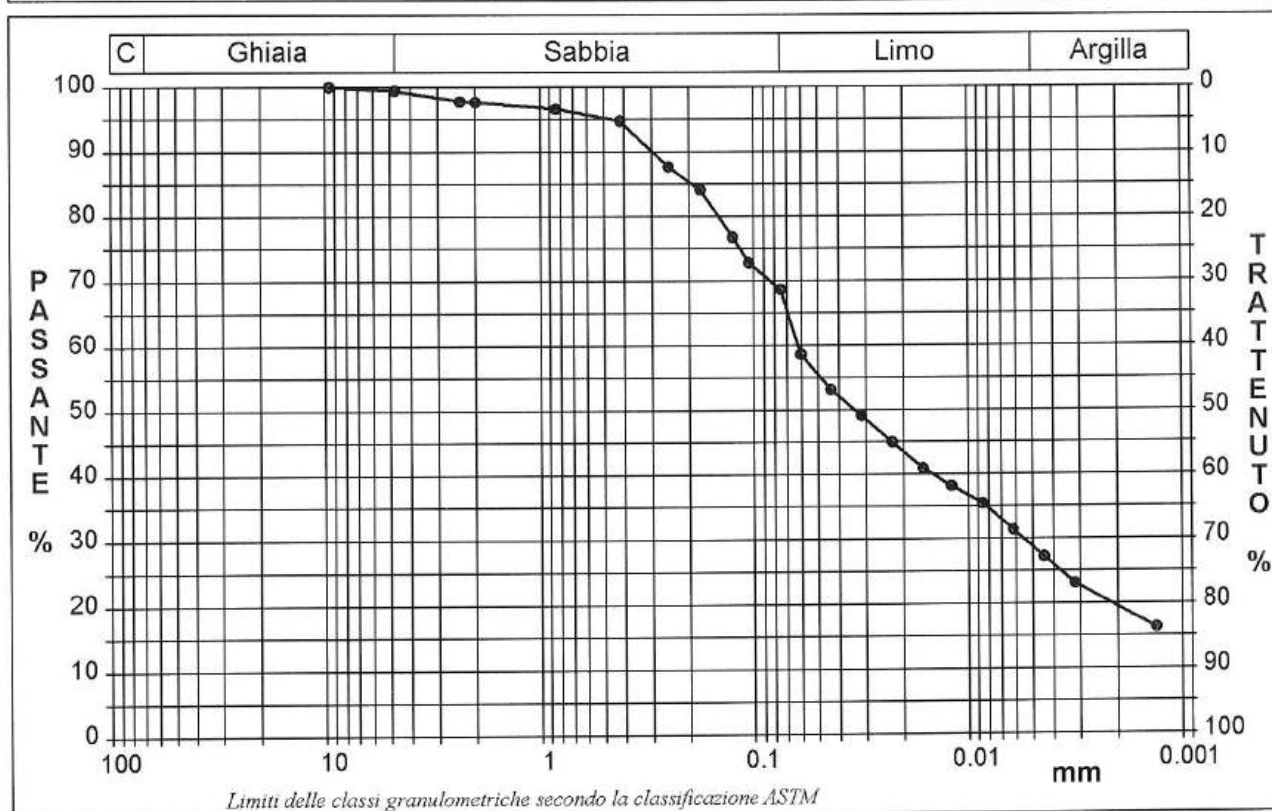
CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/E3	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 01/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 06/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	97,6 %	D10	---	mm
Sabbia	30,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94,1 %	D30	0,00555	mm
Limo	39,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	68,6 %	D50	0,03397	mm
Argilla	28,7 %			D60	0,06224	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,29690 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
9,5200	100,00	0,4200	94,75	0,0750	68,63	0,0163	40,86	0,0032	23,08
4,7500	99,43	0,2500	87,65	0,0604	58,63	0,0120	38,12	0,0013	16,24
2,3600	97,77	0,1770	84,06	0,0438	53,16	0,0086	35,39		
2,0000	97,64	0,1250	76,71	0,0315	49,06	0,0062	31,28		
0,8410	96,57	0,1050	72,74	0,0226	44,96	0,0044	27,18		

Classificazione A.G.I. del campione: Limo con sabbia e argilla.

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/F3 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23

DATA DI EMISSIONE: 15/09/23

Inizio analisi: 31/08/23

Apertura campione: 31/08/23

Fine analisi: 13/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 5,00 - 5,50

RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³)	20,19
Umidità (%)	24,3
Peso specifico (kN/m³)	26,26
Altezza provino (cm)	2,00
Diametro provino (cm)	7,00
Sezione provino (cm²)	38,48
Volume provino (cm³)	76,97
Volume dei vuoti (cm³)	29,36
Indice dei vuoti	0,62
Porosità (%)	38,15
Saturazione (%)	100,0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

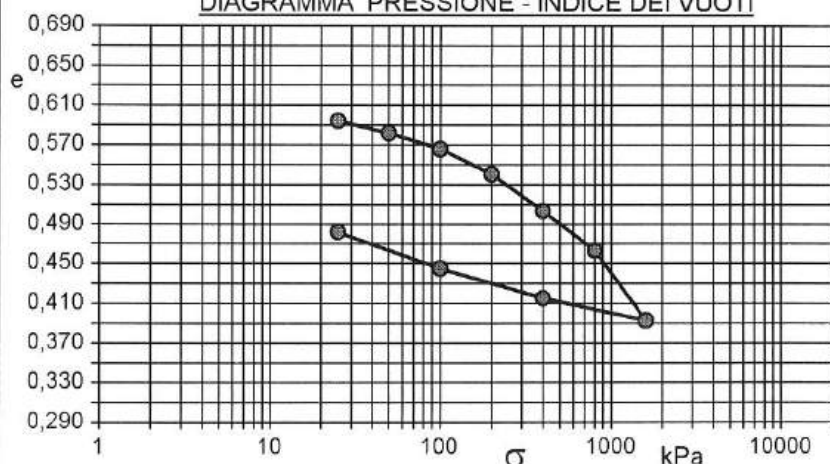
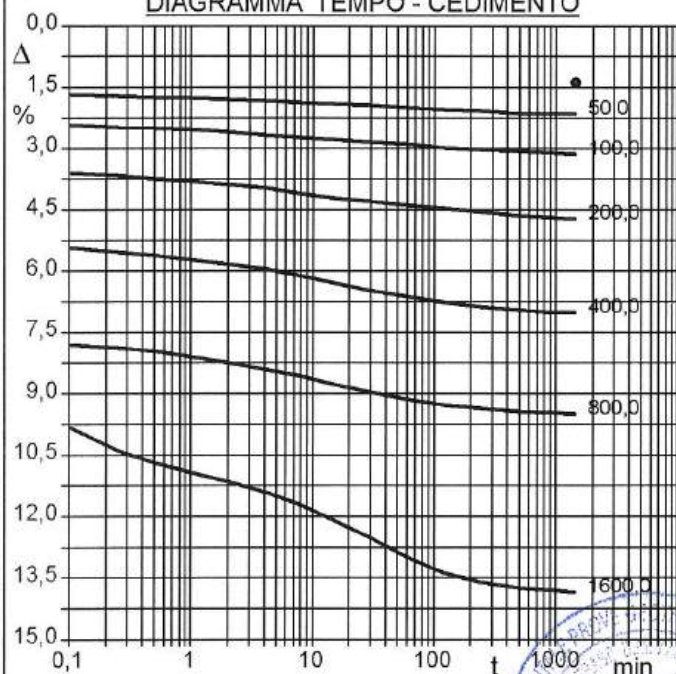


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
25,0	27,6	0,595	
50,0	43,3	0,582	0,042
100,0	63,1	0,566	0,053
200,0	94,5	0,540	0,084
400,0	140,3	0,503	0,123
800,0	190,1	0,463	0,134
1600,0	277,3	0,393	0,234
400,0	249,3	0,415	
100,0	212,4	0,445	
25,0	166,6	0,482	

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/G3	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 04/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 06/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	200	400	600
Tensione a rottura (kPa):	93	179	248
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2,60 -0,16	3,44 -0,26	2,95 -0,26
Umidità iniziale e umidità finale (%):	24,3 22,0	24,5 22,4	24,1 25,7
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,0 19,5	18,9 20,5	18,8 20,8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	90,8 92,0	89,6 100,0	88,1 100,0

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione: 19,0 kPa
Angolo di attrito interno: 21,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,003 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

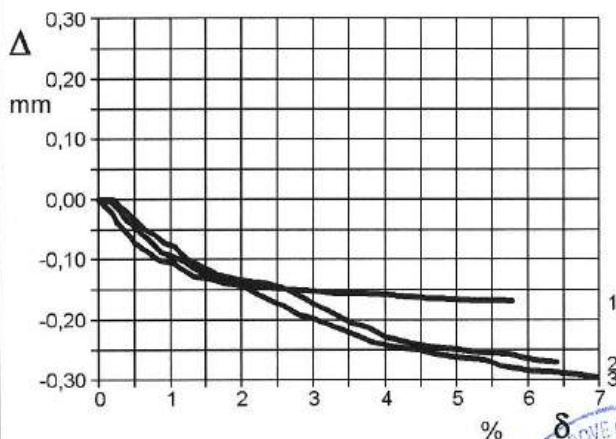
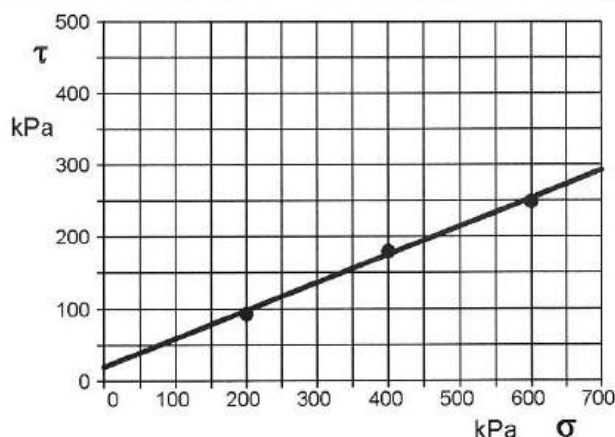


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

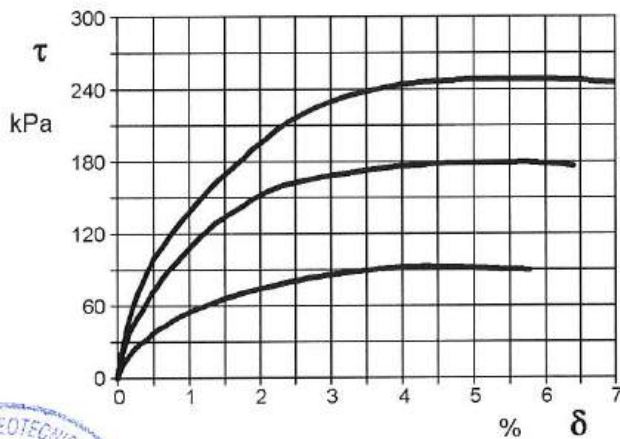


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/G3	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 04/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 06/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,022	7,7	-0,01	0,017	10,0	0,00	0,013	10,3	0,00
0,088	17,6	-0,02	0,034	19,9	0,00	0,032	20,7	0,00
0,154	25,2	-0,04	0,062	28,1	0,00	0,053	30,9	0,00
0,237	31,5	-0,06	0,091	36,2	0,00	0,075	40,4	0,00
0,303	37,5	-0,07	0,125	42,9	-0,01	0,096	48,1	0,00
0,385	42,7	-0,08	0,164	49,8	-0,01	0,117	55,6	0,00
0,462	47,8	-0,09	0,210	56,8	-0,03	0,171	71,0	-0,01
0,545	52,0	-0,10	0,243	63,4	-0,04	0,232	85,2	-0,02
0,710	59,2	-0,12	0,283	69,8	-0,04	0,304	99,0	-0,03
0,880	65,3	-0,13	0,328	76,1	-0,05	0,387	111,1	-0,05
1,057	70,5	-0,14	0,374	82,4	-0,06	0,467	122,0	-0,06
1,238	75,2	-0,15	0,419	88,5	-0,07	0,552	132,7	-0,07
1,425	79,3	-0,15	0,521	99,3	-0,09	0,646	143,2	-0,08
1,618	82,9	-0,15	0,617	109,9	-0,10	0,742	153,8	-0,10
1,810	85,9	-0,15	0,719	119,6	-0,10	0,843	164,2	-0,11
2,014	88,2	-0,16	0,827	128,9	-0,12	0,947	172,8	-0,12
2,207	90,4	-0,16	0,940	135,9	-0,12	1,046	181,6	-0,13
2,410	91,9	-0,16	1,047	142,2	-0,13	1,144	190,3	-0,14
2,603	92,6	-0,16	1,155	149,5	-0,13	1,243	198,3	-0,15
2,751	92,2	-0,17	1,268	155,5	-0,14	1,339	206,1	-0,16
2,960	91,7	-0,17	1,393	160,0	-0,14	1,443	213,0	-0,17
3,164	90,5	-0,17	1,546	163,4	-0,15	1,558	218,8	-0,18
3,373	90,0	-0,17	1,698	166,4	-0,16	1,675	224,6	-0,19
			1,834	168,8	-0,18	1,798	229,5	-0,20
			1,981	170,6	-0,19	1,923	233,7	-0,21
			2,117	173,0	-0,21	2,049	237,2	-0,22
			2,259	174,5	-0,21	2,174	240,0	-0,23
			2,395	176,0	-0,23	2,299	242,2	-0,24
			2,536	176,9	-0,23	2,419	244,4	-0,24
			2,683	178,2	-0,24	2,542	245,9	-0,25
			2,831	178,8	-0,25	2,676	246,7	-0,25
			2,995	178,8	-0,25	2,812	247,2	-0,26
			3,142	179,1	-0,25	2,948	248,4	-0,26
			3,295	179,1	-0,26	3,092	248,4	-0,26
			3,436	179,4	-0,26	3,236	248,4	-0,27
			3,578	178,5	-0,26	3,372	248,3	-0,28
			3,714	177,7	-0,27	3,505	248,3	-0,28
			3,844	176,3	-0,27	3,641	248,1	-0,29
						3,772	248,0	-0,29
						3,905	247,7	-0,29
						4,044	246,2	-0,29
						4,183	245,9	-0,30

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con Sistema di Qualità per la Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/G3	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 04/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 31/08/23	Fine analisi: 06/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)			RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro		
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)					
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	5,00 - 5,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

COMMITTENTE:	Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)				RICHIEDENTE:	Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro	
RIFERIMENTO:	depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)						
SONDAGGIO:	S2	CAMPIONE:	C2	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE:	TR1174 del 31/08/23

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	26,0	%
Peso di volume	19,9	kN/m ³
Peso di volume secco	15,8	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,7	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,683	
Porosità	40,6	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità	34,6	%
Limite di plasticità	12,2	%
Indice di plasticità	22,4	%
Indice di consistenza	0,38	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	11,1	%
Limo	68,4	%
Argilla	20,5	%
D 10	0,002250	mm
D 50	0,023625	mm
D 60	0,033842	mm
D 90	0,083999	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 42	100,0	%
Passante set. 200	88,9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_{u \text{ Rim}}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta					
c'	20,7	kPa	ϕ'	22,5	°
c' Res		kPa	ϕ'_{Res}		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec



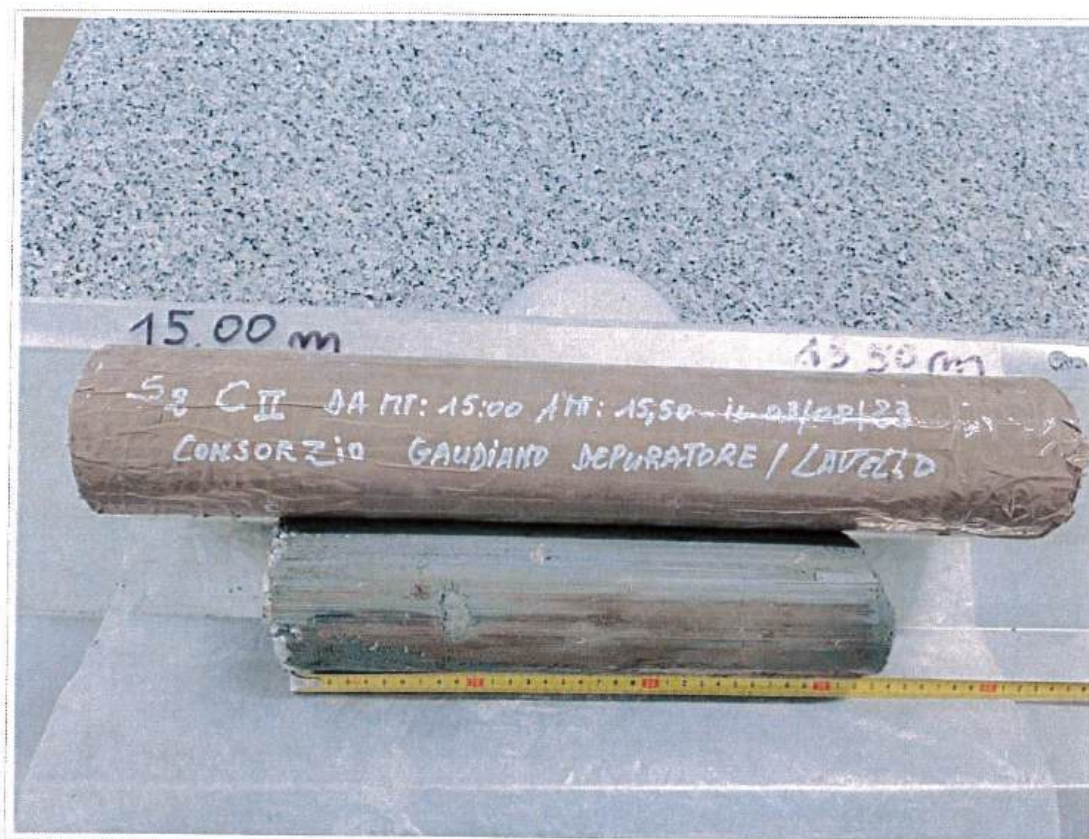
COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50

RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23



CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/A4	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 06/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 07/09/23
COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)		RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro	
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23
CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE			
Modalità di prova: Norma ASTM D 2216			

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 26,0 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/B4 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 06/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23	Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 06/09/23
COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ) RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro		
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)		
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50 RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23		
PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE		
Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E		

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,9 kN/m³



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/C4	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 08/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174	del 31/08/23	Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 08/09/23
COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)		RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro	
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23
PESO SPECIFICO DEI GRANULI			
Modalità di prova: Norma ASTM D 854			

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 26,5 kN/m³

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 26,5 kN/m³

Metodo: ☐ A ☒ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 26,5 °C

Disaerazione eseguita per bollitura



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/D4	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 11/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 12/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)	
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C2
PROFONDITA': m 15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

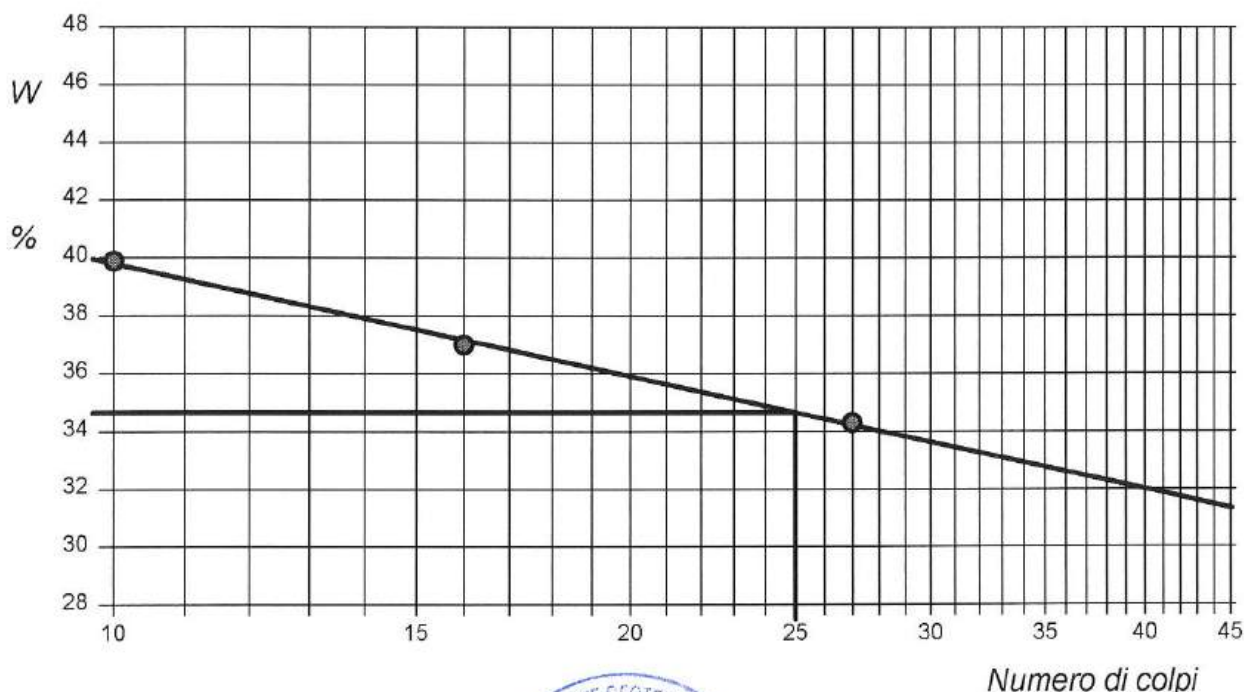
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	34,6 %
Limite di plasticità	12,2 %
Indice di plasticità	22,4 %

La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	10	16	27		Umidità (%)	12,7	11,7
Umidità (%)	39,9	37,0	34,3		Umidità media	12,2	

Determinazione del Limite di liquidità



Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità
Certificata UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/E4 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23

DATA DI EMISSIONE: 15/09/23

Inizio analisi: 08/09/23

Apertura campione: 06/09/23

Fine analisi: 12/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ) RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

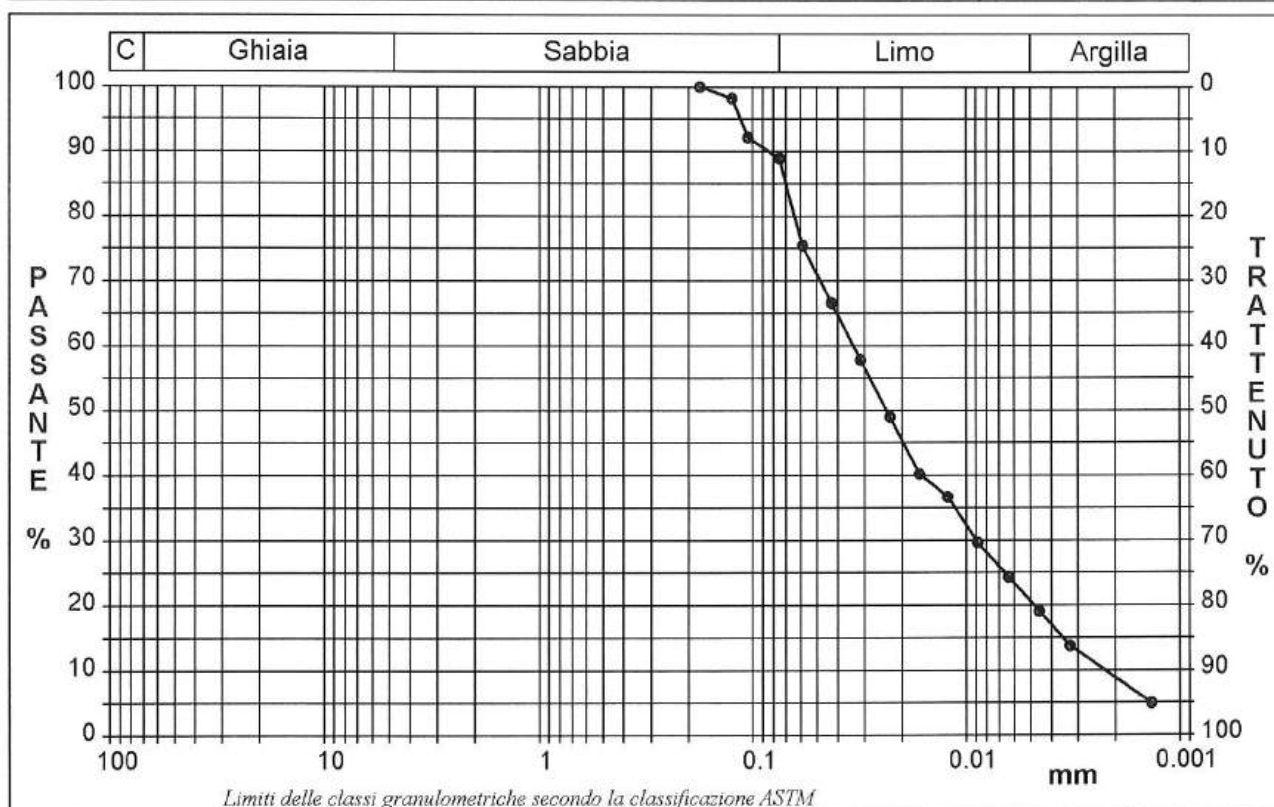
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50 RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	0,00225 mm	
Sabbia	11,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D30	0,00899 mm	
Limo	68,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	88,9 %	D50	0,02362 mm	
Argilla	20,5 %			D60	0,03384 mm	
Coefficiente di uniformità		15,04	Coefficiente di curvatura	1,06	D90	0,08400 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,1770	100,00	0,0429	66,60	0,0088	29,60				
0,1250	98,20	0,0313	57,79	0,0063	24,31				
0,1050	92,14	0,0228	48,98	0,0045	19,03				
0,0750	88,91	0,0166	40,17	0,0033	13,74				
0,0586	75,41	0,0122	36,65	0,0014	4,93				

Classificazione A.G.I. del campione: Limo argilloso e sabbioso.

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/F4 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23

DATA DI EMISSIONE: 15/09/23

Inizio analisi: 06/09/23

Apertura campione: 06/09/23

Fine analisi: 08/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ) RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro

RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 15,00 - 15,50 RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	200	400	600
Tensione a rottura (kPa):	114	176	280
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1,82 -0,10	3,62 -0,19	3,23 -0,27
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26,0 19,3	25,9 20,4	26,1 20,6
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,0 19,4	19,9 20,1	19,7 20,3
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	100,0 82,3	100,0 93,2	100,0 96,3

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione: 20,7 kPa
Angolo di attrito interno: 22,5 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,003 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

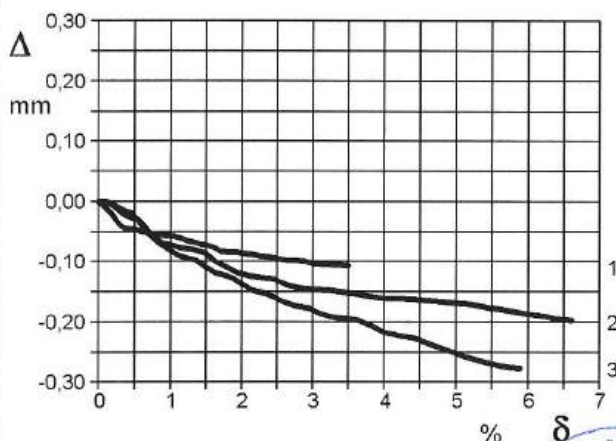
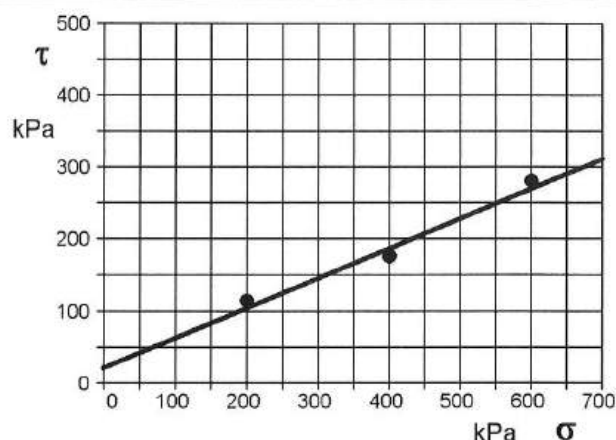


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

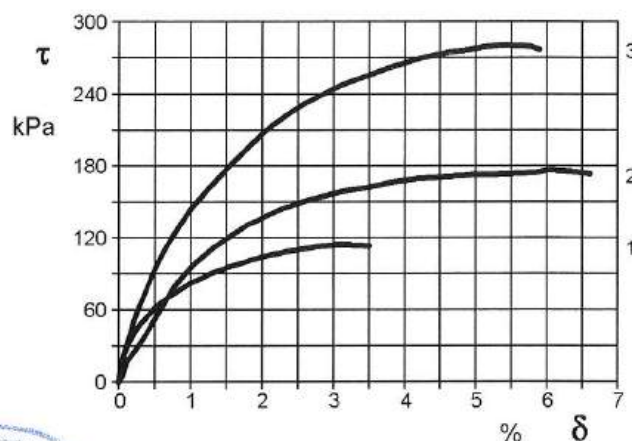


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capezoli

LABORATORIO I.P.M. s.r.l.

S.S. 19 delle Calabrie km 61+500 - 84030 Atena Lucana (SA) - Tel/Fax. 0975.374072 - Cell. 380.3125804 - 335.7165650 - 348.6909389
Codice Fiscale, Partita Iva e N° Iscr. Registro Imprese di Salerno: 006 811 107 63 - N° R.E.A. 398607 - Cap. Soc. Inter. Vers. Euro 119.000,00
www.laboratorioipm.it - info@laboratorioipm.it - laboratorioipm@pec.it

S.D.I. M5UXCR1



Organizzazione nel Sistema di Gestione per la Qualità
Certificato UNI EN ISO 9001:2015
N° Q/1320/20

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/F4	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 06/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 08/09/23

COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)			RICHIEDENTE: Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro		
RIFERIMENTO: depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)					
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE: TR1174 del 31/08/23	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

CERTIFICATO DI PROVA N°: TR1174/F4	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 15/09/23	Inizio analisi: 06/09/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: TR1174 del 31/08/23		Apertura campione: 06/09/23	Fine analisi: 08/09/23

COMMITTENTE:	Consorzio di Bonifica della Basilicata - Lavello (PZ)	RICHIEDENTE:	Dott. Geol. Di Lucchio Gennaro
RIFERIMENTO:	depuratore acque Gaudiano di Lavello - Lavello (PZ)		
SONDAGGIO:	S2	CAMPIONE:	C2
PROFONDITA':	m 15,00 - 15,50	RIF. ACCETTAZIONE:	TR1174 del 31/08/23

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

Lo Sperimentatore
Ing. Donatella Potenza

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Pasquale Capozzoli

PROSPEZIONE SISMICA MASW



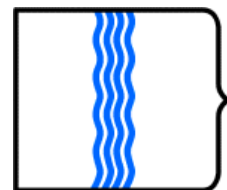
PROVINCIA DI POTENZA



COMUNE DI LAVELLO

CUP: C15H23001510003- CIG Z863BE85C1-
Affidamento diretto a favore della ditta Trivellazioni Cupo srl per
la realizzazione di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche
propedeutiche alla progettazione per l'adeguamento e
potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località
Gaudio di Lavello

REGIONE BASILICATA



N° ELABORATO

RAPPORTO TECNICO DELLE INDAGINI

DATA Ottobre 2023

COMMITTENTE:

CONSORZIO DI BONIFICA DELLA BASILICATA



ENGINEERING GEOLOGY
Via del Gallitello n°90/A
85100 Potenza
Tel.0971 26378 Fax 0971 1940737

ENGINEERING GEOLOGY SRL
AMMINISTRATORE UNICO
DIRETTORE TECNICO
Dott. Raffaele NARDONE



Società con sistema di gestione certificato
UNI EN ISO 9001:2008 - UNI EN ISO
14001:2005 UNI EN ISO 45001:2018
per la fornitura dei servizi di ingegneria e di
esplorazione geologica del sottosuolo



INDICE

1. Premessa	2
2. prospezioni sismiche di tipo Masw.....	3
2.1 Attrezzatura e metodologia utilizzata	3
2.2. Elaborazione dati	5
2.3. INTERPRETAZIONE.....	6
2.4 interpretazione MASW01	7
3. Rapporto fotografico.....	13
3.1 Indagine sismica di tipo masw.....	13



1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto “CUP: C15H23001510003- CIG Z863BE85C1- Affidamento diretto a favore della ditta Trivellazioni Cupo srl per la realizzazione di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche propedeutiche alla progettazione per l'adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque in località Gaudiano di Lavello” è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche con lo scopo di caratterizzare sismicamente i luoghi.

L'indagine ha previsto le seguenti lavorazioni:

- esecuzione di n° 1 Indagine sismica di tipo MASW;

Tali indagini sono state eseguite in conformità a quanto disposto da D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”, oltre che secondo le modalità tecnologiche dell'ANISIG.



2. PROSPEZIONI SISMICHE DI TIPO MASW

MASW è l'acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie.

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie (specificatamente delle onde di Rayleigh). Più in dettaglio, le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente ad impatto verticale (in genere mediante massa battente del peso di 10 Kg su piastra in alluminio) o da un cannoncino sismico e vengono poi registrate tramite geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5 Hz.

Più specificatamente si analizza la dispersione delle onde di superficie sapendo che frequenze diverse - e quindi lunghezze d'onda diverse - viaggiano a velocità diversa. Il principio di base quindi è piuttosto semplice: le varie componenti (frequenze) del segnale (cioè della perturbazione sismica che si propaga) viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo.

In particolare, le lunghezze d'onda più ampie (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda (in altre termini "sentono" gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (le frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale.

Poiché tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, ciò si rifletterà nel fatto che le frequenze più basse (delle onde di superficie) viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto le frequenze più alte.

2.1 ATTREZZATURA E METODOLOGIA UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata è il sismografo W2Z a 24 canali Wireless della DOLANG GEOPHYSICAL dalle seguenti caratteristiche tecniche: gestione a microprocessore, Sampling Frequency 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 16000 Hz; Number of samples in trigger mode 256, 516, 1024, 4096, 8192, 16384; risoluzione a 24 bit; acquisizione dei dati e codifica dei file in formato Seg-2-Y E DAT.



I geofoni sono connessi al pc in modalità wireless con range massimo di 500 m in campo aperto con la possibilità di inserire in serie 256 geofoni con frequenza propria di 4,5 Hz, il sensore trigger è inserito all'interno della mazza battente di 10 kg.



Le indagini si sono svolte secondo la seguente geometria:

- Numero di geofoni: 12
- Spaziatura tra i geofoni: 2 m
- Numero di offset: 2 rispettivamente a 9, 10; m dal primo geofono.

Per l'interpretazione dei dati è stato utilizzato il software *WinMasw Pro 4.4.2* della *Eliosoft*. I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (.sgy format file). Il software a questo punto permette di sommare due dataset acquisiti con offset diversi in modo da ottenere un unico dataset equivalente ad un'acquisizione effettuata con 24 canali e spaziatura tra i geofoni pari a $B/2$ rispetto a quella utilizzata in campagna.





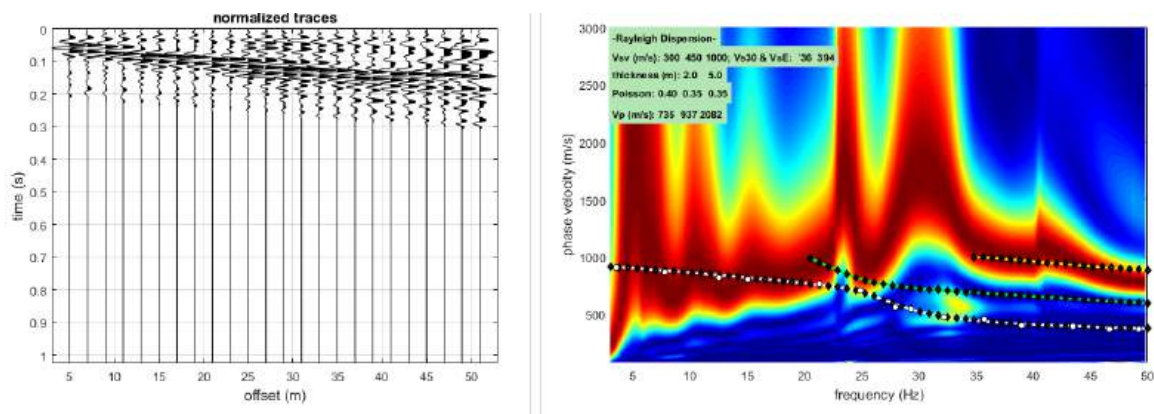
2.2. ELABORAZIONE DATI

L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocity-frequency (c-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica. Dallo spettro bidimensionale ottenuto dalle registrazioni è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie, in quanto le onde di Rayleigh presentano un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple). Sullo spettro di frequenza viene eseguito un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze. Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo. Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali.

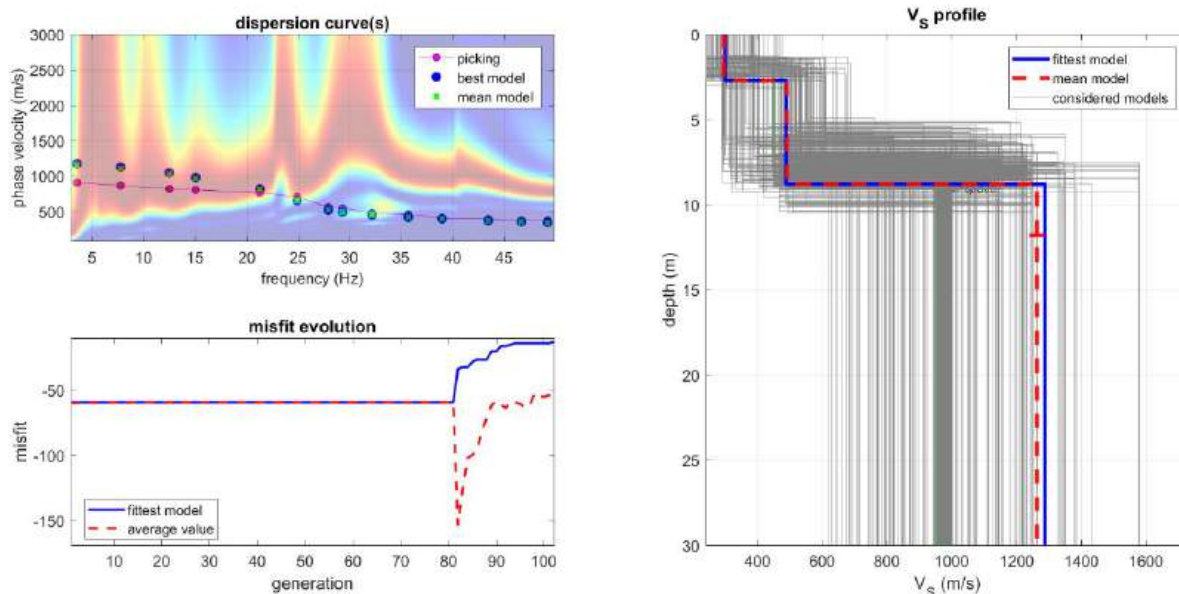
Di seguito i dati di campagna acquisiti e lo spettro di velocità calcolato per ogni indagine effettuata.

2.3. INTERPRETAZIONE

Masw 01.



Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale V_s identificato (vedi anche Tabella 1). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici – Dal Moro et al., 2007).



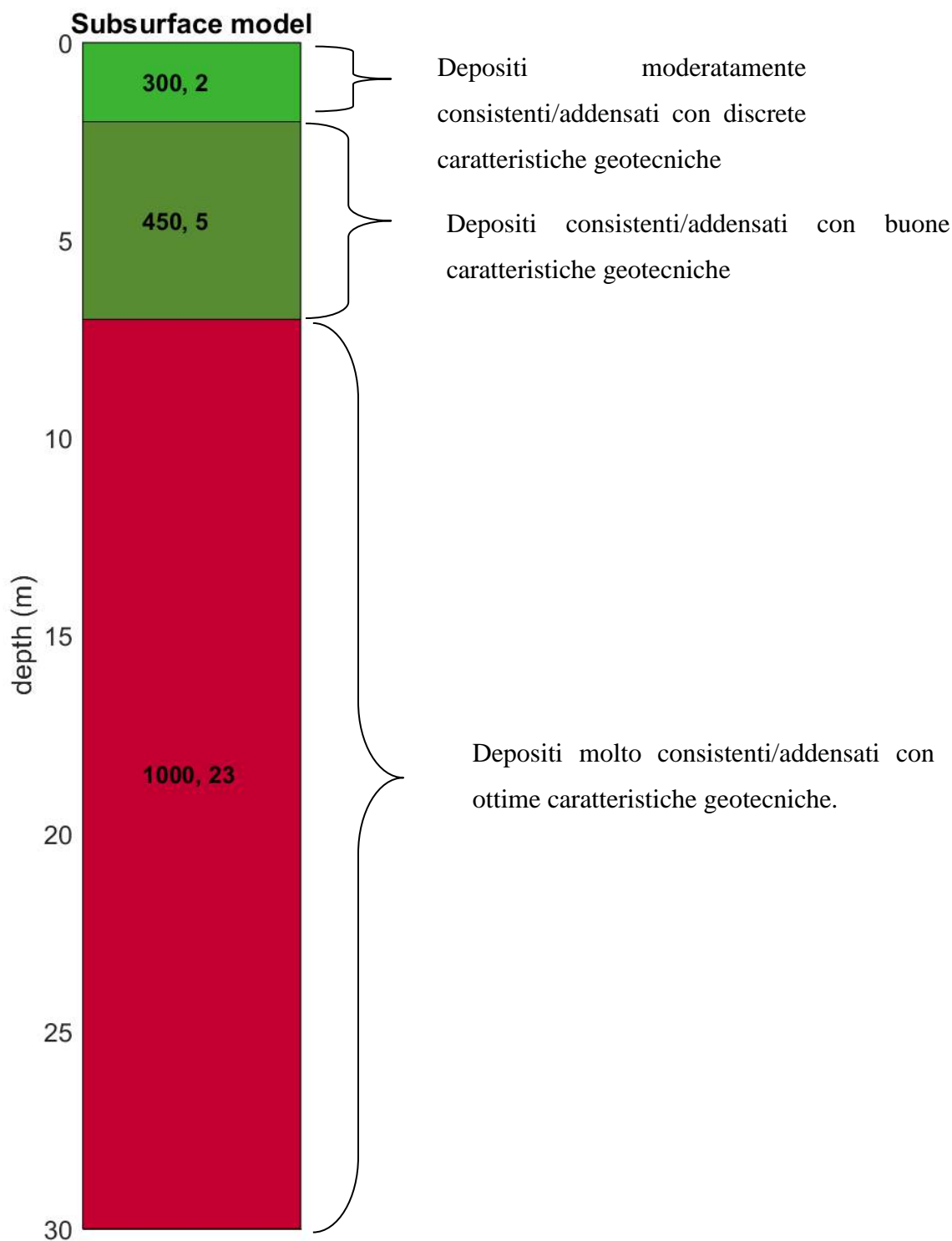


2.4 INTERPRETAZIONE MASW01

In tabella e in figura sottostante sono riportati gli strati del modello medio individuato a cui corrisponde una V_{seq} di **408 m/s** a partire dal p.c secondo la .D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le Costruzioni*”.

Spessore (m)	V_s (m/s) e deviazioni standard
2	300.±9
5	450± 10
semi-spazio	1000± 30

V_s	density	thickness
(m/s)	(gr/cm ³)	(m)





La stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da due sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 2 m, con velocità media delle onde di taglio di 300 m/s e corrisponde depositi moderatamente consistenti/addensati con discrete caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato presenta uno spessore di circa 5 m, con velocità media delle onde di taglio di 450 m/s e corrisponde depositi consistenti/addensati con buone caratteristiche geotecniche;
- Il terzo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 7 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità V_s media di 1000 m/s.

A partire dai valori di velocità delle onde sismiche V_s (m/s), ed adottando opportuni valori del Peso di volume γ (gr/cm³) e del rapporto di Poisson rappresentativo dei litotipi presenti, è possibile inoltre stimare attraverso relazioni empiriche, la velocità delle onde di compressione V_p e i moduli dinamici del sottosuolo per ogni orizzonte sismico individuato.

La velocità delle onde P è stata ricavata empiricamente attraverso la seguente relazione:

$$V_p^2 = V_s^2 * (2-2\lambda)/(1-2\lambda)$$

Sono stati definiti inoltre i seguenti moduli dinamici:

- Modulo di taglio dinamico (G)

E' definito dalla seguente equazione:

$$G = \gamma \cdot V_s^2$$

Dove γ = densità





Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua.

- Modulo di Young (E_d)

E' definito dalla seguente equazione:

$$E_d = [V_p^2 \cdot \gamma \cdot (1+\lambda) \cdot (1-2\lambda)] / (1-\lambda)$$

Con λ = coeff. di Poisson

Rigidità sismica

$$R_s = \gamma V_s$$

Tale modulo dipende dalla porosità e dalla pressione litostatica.

Modulo di incompressibilità dinamica

E' definito dalla seguente equazione:

$$K = \gamma[V_p^2 - 4/3 \cdot V_s^2]$$

ed è detto *Bulk Modulus*.

Calcolo dei parametri elastici statici dei terreni

I moduli elastici dinamici sono misurati per piccole deformazioni ($<10^{-4}$) e si osserva che i loro valori decrescono con l'aumentare delle deformazioni. I moduli elastici statici misurati in laboratorio sono pertanto più piccoli di quelli misurati in sito e delle correlazioni empiriche permettono di ottenerli partendo da quelli elastici dinamici.

Nelle misure di laboratorio il rapporto E_d/E_s (E_d modulo di Young o elastico dinamico - E_s modulo di Young o elastico statico) è comunemente 2.0 (Cheng and Johnston, 1981), ma per misure in sito questo rapporto varia fra 1.5 e 9.1 (Gudmundsson, 1990; Link, 1968).



Rzhevsky e Novik hanno proposto le seguente relazione:

$$E_{din}=8.3 E_{stat}+0.97 \quad E_{stat}= (E_{din}-0.97)/8.3$$

Massarch (1984) ha proposto la seguente relazione per passare dal modulo di taglio dinamico a quello statico :

$$G_{stat}=R \cdot G$$

Dove R è un parametro che 0.18 per le ghiaie, 0.15 per le sabbie mediamente dense e 0.11 per le argille, dai due parametri si ricavano gli altri parametri elastici.

Modulo di Poisson	$\nu=(E-2G)/(2G)$
Modulo di compressibilità volumetrico	$K=G \cdot E/[3(3G-E)]$
Modulo edometrico	$E_{ed}=G \cdot (4G-E)/(3G-E)$
Modulo di carico su piastra	$M_e=16G^2/[\pi(4G-E)]$

PARAMETRI FISICI E DINAMICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 01									
STRATO	SPESSORE	Vp	Vs	γ	λ	MODULO DI YOUNG	R	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	2.0	735	300	1.81	0.40	4561	0.543	1629	7602
2	5.0	937	450	1.97	0.35	10771	0.887	3989	11968
3	23	2082	1000	2.11	0.35	56970	2.110	21100	63300

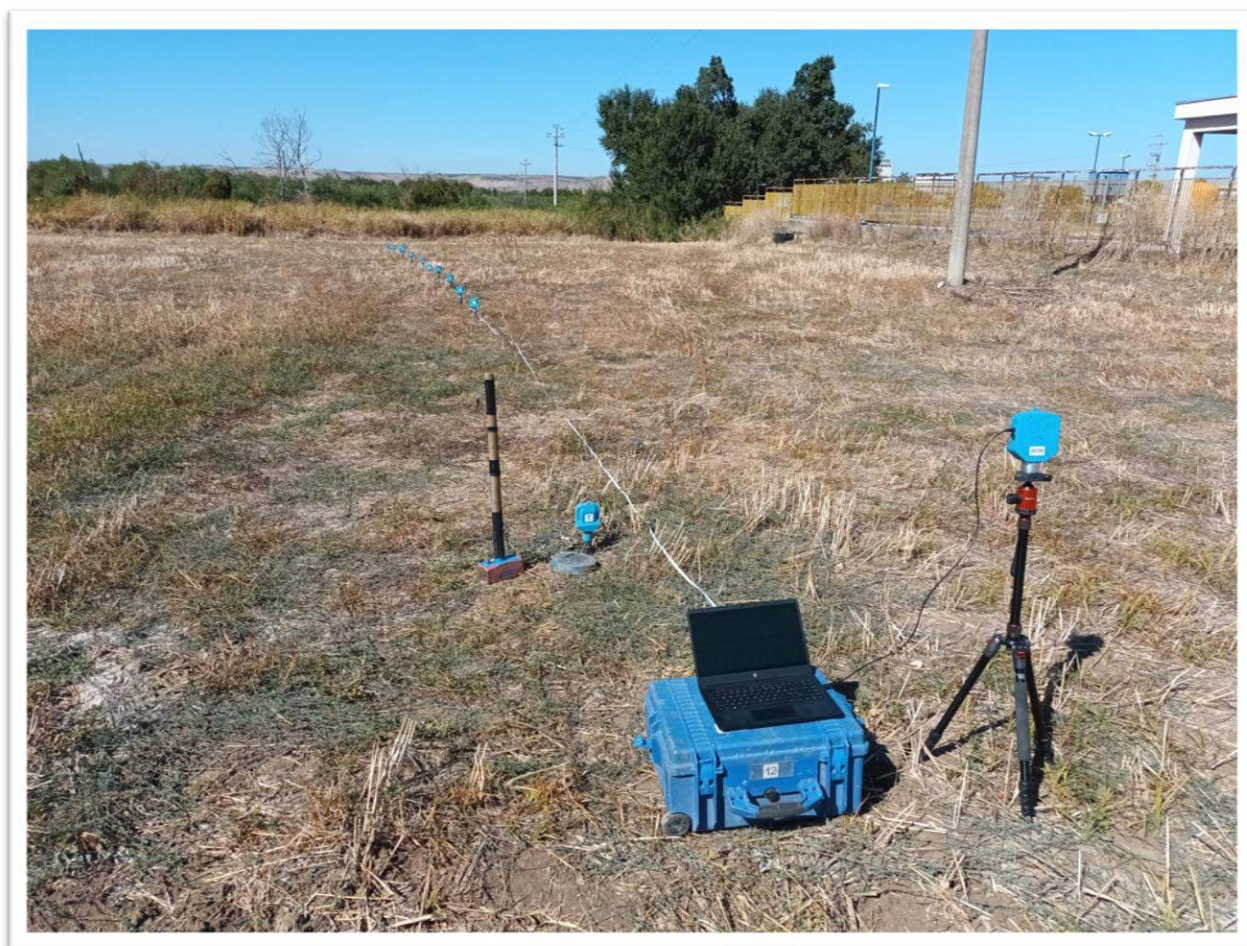
PARAMETRI STATICI MEDI DEL SOTTOSUOLO INDAGATO CON LA MASW 01									
STRATO	SPESSORE	Vp	γ	λ	Modulo di carico su piastra	MODULO DI YOUNG	Modulo Edometrico	MODULO DI TAGLIO	Mod.di Incompressibilità
	m	m/s	g/cm ³	(-)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	2.0	735	1.81	0.40	706.31	549.40	561	250.77	566
2	5.0	937	1.97	0.35	1764.25	1297.59	1560	518.57	4345
3	23	2082	2.11	0.35	7199.78	6863.74	8254	2743	15322

Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018), il sito in esame rientra quindi nella categoria **B** ovvero:

- **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa** molto addensati o terreni a grana fine 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

3. RAPPORTO FOTOGRAFICO

3.1 INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW



Indagine sismica Masw 01