



**CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI**  
Via della Repubblica n. 24 - 63100 Ascoli Piceno

Servizio Idrico Integrato

# COMUNE DI FERMO

Potenziamento fino alla potenzialita' di 70.000 AE  
del Depuratore Basso Tenna nel Comune di Fermo  
1° Stralcio + 2° Stralcio

## PROGETTO DEFINITIVO

elaborato:

All. 1.03

titolo:

**RELAZIONE GEOLOGICA CON  
INDICAZIONI GEOTECNICHE**

data:

Marzo 2016



VISTO:  
IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO TECNICO  
Dott. Ing. Alessandro Tesei

COLLABORAZIONE ALLA PROGETTAZIONE

Geom. Gianni Balestra

N. REV.	DATA	DESCRIZIONE AGGIORNAMENTO
---------	------	---------------------------

AGGIORNAMENTI

CODICE PROGETTO: D028 D044

CODICE COMMESSA: DX28 DX44

IDENTIFICATIVO AATO:  
192049  
192050

La presente relazione si compone dei seguenti allegati:

n.	Allegato	scala
1	<i>SPETTRI DI RISPOSTA SISMICA</i>	
2	<i>COROGRAFIA</i>	1:25.000 1:10.000
3	<i>COORDINATE GEOGRAFICHE</i>	
4	<i>CARTA DEL PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO PAI</i>	1:10.000
5	<i>SEZIONI GEOLOGICHE</i>	1:100
6	<i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</i>	

## **1**    **PREMESSA**

La presente indagine geologica rientra nella serie degli elaborati tecnici da presentare insieme alla pratica edilizia per l'ampliamento fino alla potenzialità di 70.000 abitanti equivalenti del Depuratore Basso Tenna in Località ex molino Mancini, in Comune di Fermo.

Pertanto è stato effettuato uno studio particolareggiato per definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area e di un suo intorno significativo, nonché i parametri geotecnici relativi al terreno e quindi stabilire gli eventuali interventi da attuare per la realizzazione dell'area in oggetto.

Con questo studio si vogliono pertanto individuare le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche di un intorno dell'area in oggetto, spingendo l'osservazione ad un zona sufficientemente ampia ed a profondità tale da interessare un volume significativo di terreno, in ottemperanza alle norme tecniche contenute nel:

-D.M. 14 Gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"

-Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

D.P.G.R. n°23 del 14/09/89: Regolamento edilizio tipo

In tal modo si potranno fornire al progettista tutti i parametri necessari per permettergli di verificare l'interazione tra terreno e struttura in progetto, sia in condizione statica sia in situazione di accelerazione sismica, al fine di favorire una scelta progettuale idonea, che garantisca sicurezza e che sia in accordo con il contesto ambientale locale.

E' stata pertanto studiata la geologia, litologia e la stratigrafia dei terreni presenti, si sono rilevati i caratteri morfologici dell'area, si è osservato il regime delle acque superficiali e di falda, sono stati ricavati tutti i parametri fisici e meccanici necessari ad una completa caratterizzazione geotecnica del sito in parola.

Le varie fasi del lavoro possono essere così riassunte:

- reperimento delle basi topografiche esistenti nonché di studi o relazioni fatte in aree limitrofe;
- inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area mediante un dettagliato rilevamento di campagna eseguito per il progetto della realizzazione dell'Impianto di depurazione (Agosto 2009);
- ricostruzione della successione stratigrafica attraverso l'osservazione diretta dei terreni in affioramento, diffusamente presenti nell'area, mediante il reperimento dell'intera campagna geognostica eseguita dallo scrivente per la realizzazione del progetto dell'impianto di depurazione (Agosto 2009) nonché mediante esecuzione di n° 3 differenti sondaggi geognostici per l'area di sedime dell'ampliamento;
- Caratterizzazione geotecnica dei terreni di posa delle fondazioni esistenti mediante interpretazione di prove geotecniche in sito fatte eseguire dallo scrivente per la realizzazione dell'impianto di depurazione (Agosto 2009) nonché dall'esecuzione di altre tre prove SPT in sito realizzate *ad hoc* per il presente progetto di ampliamento;

## **2**    **LOCALIZZAZIONE**

L'area da lottizzare è situata in località ex molino Mancini, nel Comune di Fermo in provincia di Fermo, compreso nel foglio 125 della Carta d'Italia in Scala 1:100.000, I° quadrante tavoletta NO "Porto Sant' Elpidio", ad una quota di circa 8 m.s.l.m., ed è parte integrante delle particelle n° 4, 55 e 58 distinte al foglio catastale n°2:

CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA			
Foglio Scala 1:100.000	Quadrante Scala 1:50.000	Tavoletta scala 1:25.000	Sezione Scala 1:10.000
125	125 I°	125 I° NO Porto Sant'Elpidio	302130 Porto Sant'Elpidio

COORDINATE GEOGRAFICHE	
Gradi decimali	
longitudine	13.761398°
latitudine	43.227642°
quota	8,2 m s.l.m.

Località Ex Molino Mancini

RIFERIMENTI CATASTALI	
Foglio	2
Particella	4pp, 55pp, 58pp

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nell'area in studio affiorano estesamente i terreni di età Plio-Pleistocenica costituita da alternanze di strati arenacei e pelitici (argille ed argille siltose) organizzati in rapporti di continuità, sia laterale che verticale, abbastanza variabili e cartograficamente raggruppati in associazioni distinte secondo la prevalenza del litotipo (ad es.: Ass. arenacea, arenaceo-pelitica ecc..)

I sedimenti anzi descritti risultano fortemente sovraconsolidati ed a luoghi ricoperti da depositi continentali quaternari che sono costituiti da depositi Alluvionali terrazzati del Fiume Tenna.

I depositi alluvionali, che si sono accumulati a seguito dell'alternarsi di fasi erosive e di deposito succedutesi durante il Quaternario, sono costituiti da commistioni di ghiaie (prevalenti) e sabbie e limi argillosi, per quel che concerne i Depositi Alluvionali del Fiume Tenna, organizzati in livelli e lenti la cui disposizione spaziale, determinata dai tipi litologici attraversati e dalla dinamica fluviale al tempo della loro deposizione, che risulta estremamente variabile sia in senso laterale che verticale

#### 3.1 Stratigrafia

La litostratigrafia dell'area, ricostruita soprattutto mediante la visione diretta degli affioramenti, questa può essere così schematizzata:

DESCIZIONE LITOSTRATIGRAFICA			
LITOLOGIA	PROF.TA'	SPES.SOR.E	ETA'
A Depositi di copertura	0.0	1.00	<b><u>Depositi di copertura:</u></b> LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE MARRONE BRUNASTRO CON ALTA PERCENTUALE ORGANICA ED APPARATI RADICALI
	1.0		

<b>B</b> Substrato (Ass.pelitica)	1.0	15.00	<b><u>Depositi Alluvionali terrazzati</u></b> SONO CARATTERIZZATI DA COMMISSIONI DI SABBIE E GHIAIE CALCAREE ETEROMETRICHE CON LIVELLETTI DI SABBIA E LIMO.
<b>C</b> Substrato (Ass.pelitica)	16		<b><u>Substrato: Depositi Pelitici</u></b> UNA PORZIONE SUPERIORE E' RAPPRESENTATA DA ARGILLE NOCCIOLA AVANA VERDASTRE AL DI SOTTO SI RINVIENE LA FORMAZIONE INTEGRA COSTITUITA DA ARGILLE ASCIUTTE DI COLORE GRIGIO CELESTI ALTERNATA A LIVELLI SOTTILI DI ARGILLE.

#### **4 GEOMORFOLOGIA**

L'evoluzione geomorfologica dell'area in studio, cui si deve l'aspetto attuale, è avvenuta in varie fasi durante il Quaternario ed è legata principalmente all'azione delle acque correnti superficiali, le quali hanno generato sia erosione del substrato e successivo trasporto dei materiali erosi, che deposizione ed accumuli dei materiali trasportati.

In generale l'area in parola è inserita in un contesto caratterizzato da alternanze di morfologie dolci e da morfologie piuttosto aspre; le prime, costituite da litologie più erodibili, risultano avere versanti meno acclivi che si raccordano in maniera più graduale con i fondovalle, le seconde genericamente costituiscono la porzione più alta dei rilievi e sono rappresentate da litologie più resistenti all'erosione.

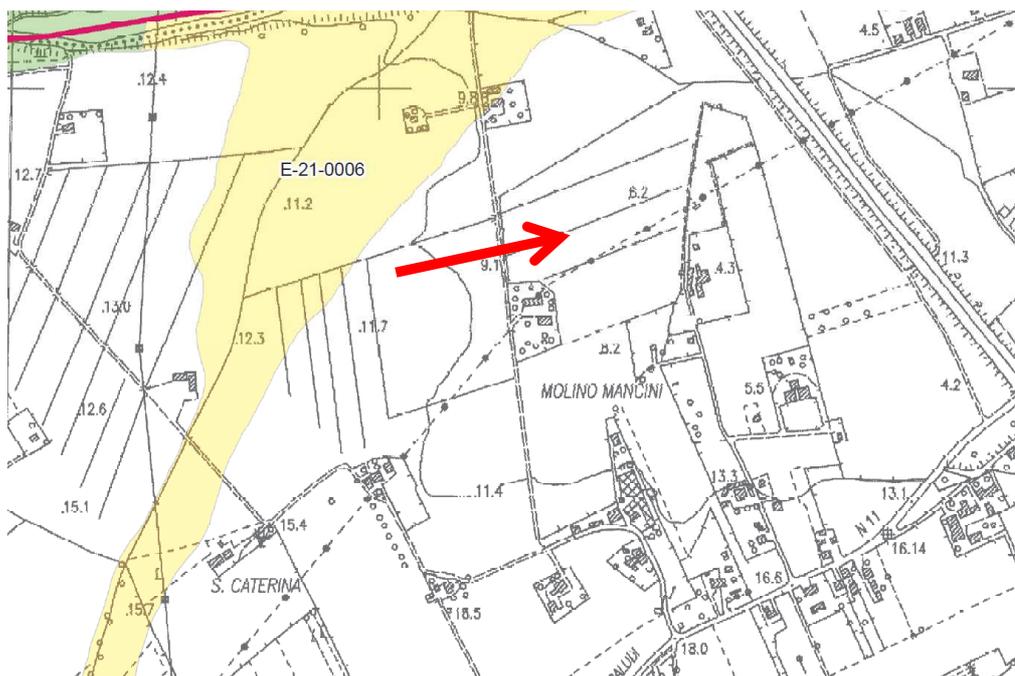
In particolare l'area in studio è ubicata ad una quota di circa 8 m s.l.m., subito a Ovest di Lido San Tommaso, sui depositi Alluvionali del Fiume Tenna, che scorre subito a Nord dell'area in studio.

Nell'area in studio, il substrato, localmente non affiorante, risulta coperto da uno spessore variabile di depositi Alluvionali terrazzati del Fiume Tenna e di depositi Colluviali. L'origine degli stessi è da attribuirsi in parte all'attività dell'uomo ed in parte agli agenti esogeni che hanno causato l'alterazione e la disgregazione del substrato con la produzione di materiale che si accumula sul posto "eluvium" o che, trasportato dall'acqua superficiale e da fenomeni gravitativi (reptazioni, soliflussi, piccole frane...) si deposita lungo i versanti fino al fondo delle valli "colluvium" con il conseguente trasporto e deposito lungo il versante dei materiali. Questi sedimenti sono costituiti da sabbie, limi ed argille di vario colore (bruno, oca, grigio, ecc..), che inglobano una percentuale variabile di clasti arenacei grossolani.

Le acque meteoriche e di scolo in parte sono assorbite dai terreni agricoli circostanti ed in parte si raccolgono nel Fiume Tenna, che scorre subito a Nord dell'area in esame.

Le altre forme osservabili nella zona sono il frutto di modificazioni avvenute nei secoli dall'opera dell'uomo attraverso l'edificazione, la pratica agricola e la realizzazione di strade.

**Dalla visione della carta del Piano Assetto Idrogeologico redatta dall'Autorità di Bacino l'area in studio non ricade in un'area censita come a rischio di esondazione né a rischio idrogeologico di frana**



Dalla lettura della cartografia elaborata dai tecnici della Regione Marche, per la stesura del "Piano Assetto Idrogeologico (PAI)", l'area in oggetto **non è stata inserita** all'interno di aree perimetrare come a rischio idrogeologico o di esondazione.

## **5 IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA**

### **5.1. Idrografia superficiale**

Nelle immediate vicinanze della struttura in oggetto si rinviene una unica via di scorrimento preferenziale delle acque superficiali, rappresentata dal Fiume Tenna; durante periodi caratterizzati da intense precipitazioni, le acque meteoriche, che cadono nell'area circostante ed in quella in esame, vengono a) in parte vengono assorbite dai terreni circostanti e b) in parte defluiscono nel Fiume Tenna.

### **5.2. Acque sotterranee**

Da un punto di vista idrologico i depositi alluvionali presenti nell'area possono essere classificati come "mediamente permeabili" con un coefficiente di permeabilità relativa ( $k$ ) compreso tra  $10^{-3}$  e  $10^{-2}$  cm/sec; le intercalazioni lenticolari limoso-sabbiose ed argillose possono essere classificati come "scarsamente permeabili" ( $10^{-3} > k > 10^{-7}$  cm/sec) oppure "praticamente impermeabili"  $k < 10^{-7}$  cm/sec

spessore	Grado di permeabilità						K cm/s	Descrizione
	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-3</sup>				
	imper. abile	Molto basso	basso	Medio	alto	litologia		
								<b>Substrato</b> In questi sedimenti la circolazione idrica è legata al grado di alterazione che genera fratture ed interstizi, sono perciò impermeabili laddove integri. Vista le caratteristiche che presentano in sito posso essere considerati permeabili nei primi cm, in quanto fortemente alterati, mentre man mano che si va in profondità, diminuisce l'alterazione, e divengono impermeabili. Pertanto nel complesso possono essere considerati <b>"terreni a drenaggio povero"</b>

## 6 PEDOLOGIA

L'area è in zona agricola e pertanto il suolo agrario risulta completamente in situ.

## 7 STATO DELLE OPERE E CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

L'intervento di "Potenziamento fino alla potenzialità di 70.000 AE del depuratore Basso Tenna nel comune di Fermo I° e II° Stralcio" si colloca all'interno di una pianificazione mirata a recepire integralmente gli scarichi urbani ed industriali delle zone del comune di Fermo e a dismettere il vicino impianto del LIDO DI FERMO per ovvi motivi di collocazione.

Come anticipato, si mira nel medio termine alla dismissione dell'impianto del LIDO DI FERMO, che ormai si colloca a ridosso delle abitazioni in una posizione impattante per il turismo, come peraltro evidenziato dall'Amministrazione Comunale di Fermo.

Il presente progetto preliminare tratta esclusivamente della realizzazione dell'ampliamento dell'impianto di depurazione da 20.000 AE a 70.000 AE.

Alla base della progettazione vi è infatti una scelta strategica condivisa dai progettisti in fase di riunione preliminare insieme alla stazione appaltante, di far rimanere separate le condotte di adduzione della fognatura all'impianto rispettivamente per l'esistente agglomerato del I° Lotto per 20.000 AE rispetto all'ampliamento del II° lotto per ulteriori 50.000 AE.

Questa scelta infatti permette a meno di un grado di libertà realizzato per le manutenzioni in testa ai pretrattamenti, di ripartire equamente e proporzionalmente alle dimensioni i carichi idraulici e di massa rispettivamente sul 20.000 AE e sul 50.000 AE. **In base alle risultanze della campagna geognostica realizzata per l'ampliamento ed a quella reperita, il piano di posa delle fondazioni delle opere, situato a circa 3,5 m dal piano campagna attuale, risulta essere quello delle ghiaie sabbiose calcaree che hanno buone caratteristiche geotecniche anche in funzione della tipologia della fondazione, verosimilmente realizzata con platee.**

## 8 GEOTECNICA E MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA

### 7.1 Caratteristiche Litologiche e Geotecniche medie

La situazione stratigrafica locale è stata ottenuta mediante la visione diretta degli affioramenti esistenti nell'area in esame, dall'interpretazione di prove penetrometriche effettuate dallo scrivente nelle aree vicine. Tali dati sono stati confrontati con dati ricavati

da prove eseguite in aree limitrofe su terreni simili a quelli in sito. I coefficienti geotecnici medi ( $\gamma_M$ ) di seguito riportati sono stati desunti dall'interpretazione di prove penetrometriche eseguite per l'espletamento di elaborati eseguiti per la realizzazione di alcuni edifici limitrofi alla zona in esame e correlati con valori presi dalla letteratura tecnica esistente.

Le caratteristiche geomeccaniche, espresse per quel che riguarda i parametri meccanici attraverso valori caratteristici dei terreni presenti nell'area, utili per la completa definizione del modello geotecnico del sottosuolo, sono state desunte dalle prove geomeccaniche eseguite mediante il martello di Schmidt sul substrato affiorante nell'area, dalle analisi e prove di laboratorio effettuate, nelle immediate vicinanze, su materiali analoghi per caratteristiche litologiche e dalla letteratura tecnica esistente.

Queste possono essere così attribuite:

		Depositi Alluvionali Terrazzati							
		Parametri di campagna		Parametri medi ( $\gamma_M$ )					
		P.1	P.2	media	U.M.			U.M.	
Peso di Volume	$\gamma$	17,00	17,00	$\gamma_M$	17,00	kN/m <sup>3</sup>	x	1,733	g/cm <sup>3</sup>
Densità Relativa	$D_r$	80,00	80,00	$D_{rM}$	80,00	%	x	80	%
Modulo di elasticità	$E$	450,00	450,00	$E$	450,00	MPa	x	4588	kg/cm <sup>2</sup>
Coesione efficace	$c'$	0,00	0,00	$c'_M$	0,00	kPa		0	kg/cm <sup>2</sup>
Angolo di attrito	$\varphi$	31,0	31,0	$\varphi$	31,0	gradi	x	31	gradi
Modulo di reazione	$K_0$	2,10	2,10	$K_{0M}$	2,10		x	2,10	
Modulo di def. al taglio	$G$	566,00	566,00	$K_s$	566,00		x	566	kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,33	0,33	$\nu$	0,33		x	0,33	

## 7.2 Parametri geotecnici caratteristici

Nel presente paragrafo sono quantificati i parametri caratteristici ( $F_k$ ) dei litotipi rilevati nel sito di progetto, sui quali si applicano i coefficienti di sicurezza parziali (CP) in funzione dello stato limite considerato nelle verifiche allo S.L.U.

Il D.M. 14.01.2008 fissa, per i parametri geotecnici del terreno, in particolare di resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo Gaussiano, un valore  $X=-1,645$ .

Da cui:

$$\varphi'k = \varphi'm \cdot (1 + X \cdot V\varphi) = \varphi'm \cdot (1 - 1,645 \cdot V\varphi)$$

$$c'k = c'm \cdot (1 + X \cdot Vc) = c'm \cdot (1 - 1,645 \cdot Vc)$$

(°) = coefficiente di variazione = rapporto tra lo scarto quadratico medio e la differenza dei valori

La deviazione standard si esplicita nella forma a tre variabili:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N t_i^2}{N} - \left(\bar{t}\right)^2}$$

I parametri geotecnici caratteristici ( $F_k$ ) possono essere ricavati applicando la deviazione standard partendo dai dati di campagna riportati nel precedente paragrafo.

### 7.3 Vita Nominale $V_N$

Il D.M. 14.01.2008 prevede che la vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  sia intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I delle NTC08.

Tab. 2.4.I delle NTC-08 – Vita nominale

TIPI DI COSTRUZIONE		VITA NOMINALE $V_N$ (IN ANNI)
1	OPERE PROVVISORIE – OPERE PROVVISORIALI – STRUTTURE IN FASE COSTRUTTIVA	$\leq 10$
2	OPERE ORDINARIE, PONTI, OPERE INFRASTRUTTURALI E DIGHE DI DIMENSIONI CONTENUTE O DI IMPORTANZA NORMALE	$\geq 50$
3	GRANDI OPERE, PONTI, OPERE INFRASTRUTTURALI E DIGHE DI GRANDI DIMENSIONI O DI IMPORTANZA STRATEGICA	$\geq 100$

Nel nostro caso abbiamo una **tipologia di costruzione 2 con Vita nominale  $V_N \geq 50$  anni**

### 7.4 Classi d'Uso (CU)

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono divise in classi d'uso così definite:

CLASSE I	COSTRUZIONI CON PRESENZA SOLO OCCASIONALE DI PERSONE, EDIFICI AGRICOLI
CLASSE II	COSTRUZIONI IL CUI USO PREVEDA NORMALI AFFOLLAMENTI, SENZA CONTENUTI PERICOLOSI PER L'AMBIENTE E SENZA FUNZIONI PUBBLICHE E SOCIALI ESSENZIALI. INDUSTRIE CON ATTIVITÀ NON PERICOLOSE PER L'AMBIENTE. PONTI, OPERE INFRASTRUTTURALI, RETI VIARIE NON RICADENTI IN CLASSE D'USO III E IV, RETI FERROVIARIE LA CUI INTERRUZIONE NON PROVOCI SITUAZIONI DI EMERGENZA. DIGHE IL CUI COLLASSO NON PROVOCI CONSEGUENZE RILEVANTI
CLASSE III	COSTRUZIONI IL CUI USO PREVEDA AFFOLLAMENTI SIGNIFICATIVI. INDUSTRIE CON ATTIVITÀ PERICOLOSE PER L'AMBIENTE. RETI VIARIE EXTRAURBANE NON RICADENTI IN CLASSE D'USO IV, RETI FERROVIARIE LA CUI INTERRUZIONE PROVOCI SITUAZIONI DI EMERGENZA. DIGHE RILEVANTI PER LE CONSEGUENZE DI UN LORO EVENTUALE COLLASSO
CLASSE IV	COSTRUZIONI CON FUNZIONI PUBBLICHE O STRATEGICHE IMPORTANTI, ANCHE CON RIFERIMENTO ALLA GESTIONE DELLA PROTEZIONE CIVILE IN CASO DI CALAMITÀ. INDUSTRIE CON ATTIVITÀ PARTICOLARMENTE PERICOLOSE PER L'AMBIENTE. RETI VIARIE DI TIPO A E B, DI CUI AL D.M. 5 NOVEMBRE 2001 N. 6792 "NORME FUNZIONALI E GEOMETRICHE PER LA COSTRUZIONE DELLE STRADE", E DI TIPO C QUANDO APPARTENENTI AD ITENERARI DI COLLEGAMENTO TRA CAPOLUOGHI DI PROVINCIA NON ALTRESÌ SERVITI DA STRADE DI TIPO A O B. PONTI E RETI FERROVIARIE DI IMPORTANZA CRITICA PER IL MANTENIMENTO DELLE VIE DI COMUNICAZIONE, PARTICOLARMENTE DOPO UN EVENTO SISMICO. DIGHE CONNESSE AL FUNZIONAMENTO DI ACQUEDOTTI E A IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Nel caso in esame si ricade nella **Classe II**

### 7.5 Vita di riferimento

La vita di riferimento di ciascuna costruzione viene valutata in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella Tab. 2.4 II delle NCT08.

Tab. 2.4.II delle NTC-08

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0.7	1	1.5	2

La vita di riferimento per il caso in esame è uguale a:  $V_R = 50 \cdot 1 = 50$  anni

## 8 AZIONE SISMICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (T.U. Norme Tecniche per costruzioni in zone sismiche), si è provveduto alla caratterizzazione delle diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione a partire dal piano di posa, tramite il discriminare delle differenti  $V_s$ .

### 8.1 Aspetti geodinamici e sismicità

Il Comune di Fermo (AP) è classificato in **Zona Sismica 2** in base alla classificazione sismica del territorio nazionale riportata nell'Ordinanza P.C.M. n°3274 del 25 Marzo 2003.

Il comune in oggetto viene compreso in zona:

Comune	zona
Fermo	2

Per tale Zona sismica si associa un valore di  $A_{(g)}$ , accelerazione orizzontale al suolo espressa come frazione dell'accelerazione di gravità (g) pari a:

ZONA	$A_{(g)}$ d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)	$A_{(g)}$ con probabilità di superamento della soglia pari al 10% in 50 anni
2	0.25	0.15 ÷ 0.25

## 8.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO

Per classificare un sito da un punto di vista sismico è necessario conoscere le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti:

> Il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il bedrock o il bedrock-like, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrock-like) con velocità delle onde S nettamente maggiori ai livelli sovrastanti (in genere  $V_s > 500$  m/s).

> La velocità delle onde S negli strati di copertura.

L'ordinanza della P.C.M. n°3274 del 25 Marzo 2003 e ss.mm.ii. aggiornava la normativa sismica vigente con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale di un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo e propone una classificazione di un sito basata sulle tipologie di suolo del profilo stratigrafico che vengono individuate in relazione ai parametri di velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ) mediate sui primi trenta metri di terreno, o sulla base dei valori NSPT ed infine sulla base dei valori della CU. Tale Ordinanza prevede inoltre l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S1 e S2)

*Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni, sono:*

<b>A.</b>	AMMASSI ROCCIOSI AFFIORANTI O TERRENI MOLTO RIGIDI CARATTERIZZATI DA VALORI DI $V_{s,30}$ SUPERIORI A 800 M/S, EVENTUALMENTE COMPRESI IN SUPERFICIE UNO STRATO DI ALTERAZIONE, CON SPESSORE MASSIMO PARI A 3 M.
<b>B.</b>	ROCCE TENERE E DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA MOLTO ADDENSATI O TERRENI A GRANA FINA MOLTO CONSISTENTI CON SPESSORI SUPERIORI A 30 M, CARATTERIZZATI DA UN GRADUALE MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE CON LA PROFONDITÀ E DA VALORI DI $V_{s,30}$ COMPRESI TRA 360 M/S E 800 M/S (OVVERO $NSPT_{30} > 50$ NEI TERRENI A GRANA GROSSA E $CU_{30} > 250$ KPA NEI TERRENI A GRANA FINA).
<b>C.</b>	DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA MEDIAMENTE ADDENSATI O TERRENI A GRANA FINA MEDIAMENTE CONSISTENTI CON SPESSORI SUPERIORI A 30 M, CARATTERIZZATI DA UN GRADUALE MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE CON LA PROFONDITÀ E DA VALORI DI $V_{s,30}$ COMPRESI TRA 180 M/S E 360 M/S (OVVERO $15 < NSPT_{30} < 50$ NEI TERRENI A GRANA GROSSA E $70 < CU_{30} < 250$ KPA NEI TERRENI A GRANA FINA).
<b>D.</b>	DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA SCARSAMENTE ADDENSATI O DI TERRENI A GRANA FINA SCARSAMENTE CONSISTENTI, CON SPESSORI SUPERIORI A 30 M, CARATTERIZZATI DA UN GRADUALE MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE CON LA PROFONDITÀ E DA VALORI DI $V_{s,30}$ INFERIORI A 180 M/S (OVVERO $NSPT_{30} < 15$ NEI TERRENI A GRANA GROSSA E $CU_{30} < 70$ KPA NEI TERRENI A GRANA FINA).
<b>E.</b>	TERRENI DEI SOTTOSUOLI DI TIPO C O D PER SPESSORE NON SUPERIORE A 20 M, POSTI SUL SUBSTRATO DI RIFERIMENTO (CON $V_s > 800$ M/S).
<b>S1.</b>	DEPOSITI DI TERRENI CARATTERIZZATI DA VALORI DI $V_{s,30}$ INFERIORI A 100 M/S (OVVERO $10 < CU_{30} < 20$ KPA), CHE INCLUDONO UNO STRATO DI ALMENO 8 M DI TERRENI A GRANA FINA DI BASSA CONSISTENZA, OPPURE CHE INCLUDONO ALMENO 3 M DI TORBA O DI ARGILLE ALTAMENTE ORGANICHE.
<b>S2.</b>	DEPOSITI DI TERRENI SUSCETTIBILI DI LIQUEFAZIONE, DI ARGILLE SENSITIVE O QUALSIASI ALTRA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO NON CLASSIFICABILE NEI TIPI PRECEDENTI.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (T.U. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche), si è provveduto alla caratterizzazione delle diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, a partire dal piano di posa, tramite il discriminare delle differenti " $V_s$ ".

La classificazione del suolo è stata effettuata mediante la visione degli affioramenti esistenti, comparata con indagini sismiche effettuate dallo scrivente su suoli analoghi.

Secondo la parametrizzazione effettuata, essendo presenti terreni a grana fine mediamente addensati con spessore non superiore a 20,0m poggianti su un suolo rigido con  $V_s > 800$  m/s

(arenarie), riferendosi alla classificazione fatta nel D.M. in oggetto, i trenta metri di terreno, a partire dal piano di fondazione, possono essere considerati:

VELOCITA' ONDE Vs30	SUOLO
Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di VS30 (velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio) superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.	<b>A</b>

### 8.3 Amplificazione topografica

Il D.M. 14/01/08 prevede che nei siti suscettibili di amplificazione topografica venga introdotto un coefficiente moltiplicativo ( $S_T \geq 1$ ) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto di tale caratteristica morfologica.

Categoria topografica	$\alpha$	Ubicazione dell'opera	$S_T$
<b>T1</b>	$\alpha$	-	<b>1.0</b>
<b>T2</b> <i>Pendii e rilievi isolati</i>	$\alpha > 15$	<i>In corrispondenza della sommità del pendio</i>	<b>1.2</b>
<b>T3</b> <i>Rilievi con larghezze alla sommità molto inferiori a quella alla base</i>	$15 < \alpha < 30$	<i>In corrispondenza della cresta del pendio</i>	<b>1.2</b>
<b>T4</b>	$\alpha > 30$	<i>In corrispondenza della cresta del pendio</i>	<b>1.4</b>

$\alpha$  = inclinazione media del versante.

Per l'area di progetto con " $\alpha$ " = 15°, si ha: **categoria sismica T1**, con  **$S_T = 1,0$**

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
<b>T1</b>	*Pendii e rilievi con pendenza $i > 30^\circ$

Il coefficiente di amplificazione topografica, funzione dell'inclinazione del versante può essere ricavato mediante una verifica più rigorosa con la seguente equazione empirica ottenuta interpolando i valori di  $S_T$  indicati nel D.M. 14/01/08 (con " $\alpha$ " inclinazione MEDIA del pendio):

$$S_T = e^{(0.7 \cdot \tan \alpha)}$$

Per l'area di progetto, con " $\alpha$ " = 15° si ha: **Categoria T1 con  $S_T = 1.0$**

### 8.4 Amplificazione stratigrafica

Il D.M. 14/01/08 prevede che nei siti suscettibili di amplificazione stratigrafica venga introdotto un coefficiente ( $S_S$ ) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto di tale caratteristica morfologica.

Il fattore di amplificazione stratigrafica  $S_S$  può essere calcolato in funzione dei valori  $F_0$  e  $A_g/g$  mediante le espressioni fornite nella tabella sottostante nelle quali:

$F_0$  = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, sul sito di riferimento rigido orizzontale

$A_g$  = accelerazione orizzontale massima al suolo del terreno riscontrabile su sito di riferimento rigido orizzontale

$g$  = accelerazione di gravità

Categoria suolo	$S_s$
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 \times a_{g/g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 \times a_{g/g} \leq 1,50$
D	$1,00 \leq 2,40 - 1,50 F_0 \times a_{g/g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 \times a_{g/g} \leq 1,60$

Per l'area di progetto, con una categoria di Suolo **B** abbiamo:  $S_s =$

Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia (SLV)	Collasso (SLC)
<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>

### 8.5 Valori di Pericolosità sismica

L'ordinanza della P.C.M. n°3519 del 28/04/2006 s.m.i., nell'allegato "b", definisce i valori standard di  $A_{(g)}$  (SLV) e relative variabili: operatività (SLO), danno (SLD) e collasso (SLC) calcolati su griglia con passo  $0.02^\circ$ , in relazione alle coordinate geografiche dell'area di riferimento (latitudine e longitudine) su base in scala 1:10.000

Nel seguito sono restituiti i relativi valori specifici per il "sito di progetto"

Area	Latitudine (Nord)	Longitudine (Est)	Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia (SLV)	Collasso (SLC)
Depuratore Basso Tenna	<b>43.227954°</b>	<b>13.760377°</b>	<b>0.048</b>	<b>0.061</b>	<b>0.182</b>	<b>0.237</b>

### 8.5 Valori di Pericolosità sismica

La massima accelerazione,  $a_{max}$ , usata nell'analisi quantitativa delle verifiche, è l'accelerazione orizzontale massima su un suolo rigido di categoria "A" corretta alle amplificazioni locali.

L'accelerazione di picco al suolo, in assenza di analisi specifica della risposta sismica locale (microzonazione), può essere secondo la relazione proposta dal D.M. 14 Gennaio 2008:

$$a_{max} = a_g \times S = a_g \times (S_s - S_T)$$

con "S" coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), mentre  $A_g$  è l'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido.

L'accelerazione massima ( $A_{max}$ ) risulta pari a:

Salara

Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia (SLV)	Collasso (SLC)
<b>0.469</b>	<b>0.597</b>	<b>1.782</b>	<b>2.321</b>

Via  n°

Comune  Cap

Provincia

---

**WGS84 (\*)**

Latitudine

Longitudine

Isola



Visualizza vertici della maglia di appartenenza



(1)\* Il software converte i dati del sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.  
 (2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

(1)\* Coordinate WGS84 (\*)  
 Latitudine  Longitudine

(1)\* Coordinate ED50 (\*)  
 Latitudine  Longitudine

Classe dell'edificio

**C<sub>te</sub> = 1**

Vita nominale    
 (Opere provvisorie <= 10, Opere ordinarie >= 50, Grandi opere >= 100)

Interpolazione

Stato Limite	T <sub>r</sub> [anni]	a <sub>0</sub> [g]	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> * [s]
Operatività (SLO)	30	0,048	2,404	0,280
Danno (SLD)	50	0,061	2,529	0,283
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,182	2,467	0,302
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,237	2,517	0,317
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

**CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI**

Muri di sostegno  Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Sa * Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc * Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,012	0,049	0,071
kv	0,005	0,006	0,025	0,036
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,469	0,597	1,782	2,321
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

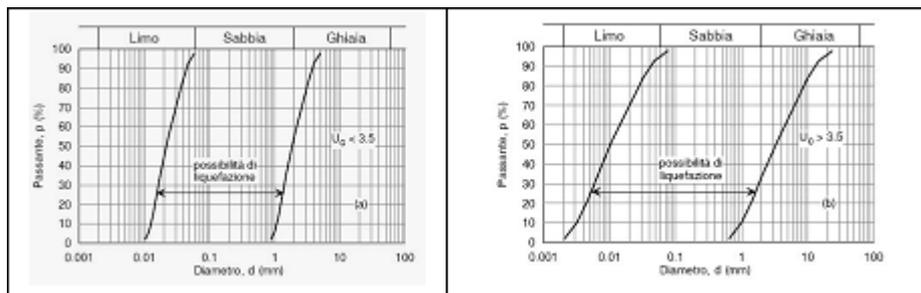
## 8.6 Verifica alla liquefazione dinamica

Il D.M. 14 Gennaio 2008 decreta al punto 7.11.3.4.2 che il sito di progetto nel quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno dovesse risultare suscettibile di liquefazione e gli effetti delle conseguenze appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

Una efficace valutazione di simile parametro deve tener conto delle seguenti variabili di progetto:

1. *magnitudo del sisma di progetto (per  $M < 5$ , la verifica può essere omessa)*
2. *accelerazioni massime attese  $A_{max}$  al piano campagna in assenza di manufatti (per  $A_{max} < 0.10g$  le verifiche possono essere omesse)*
3. *profondità media stagionale della falda (per falda assente e/o profondità della falda superiore a 15 m dal piano campagna le verifiche possono essere omesse)*
4. *tipologia di deposito (per depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $N_{spt} > 30$  oppure  $q_c > 100MPa$ )*
5. *distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura a sinistra nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  e nella figura a destra nel caso di terreni con coefficiente di Uniformità  $U_c > 3.5$*
- 6.



La sussistenza di uno solo dei 5 punti precedenti rende necessaria la verifica alla liquefazione. **Pur rilevandosi nel sito in esame la profondità della falda media stagionale inferiore a 15 m dal piano campagna, condizione che richiederebbe una verifica alla liquefazione, si rileva che i materiali suscettibili di liquefazione quali sabbie e limi non sono monogranulari e che lo spessore dei materiali è esiguo (minore di 30 cm) e non continuo per l'intera area in esame. Pertanto si omette la verifica alla liquefazione**

## 09 CONCLUSIONI

Dai dati emersi mediante le indagini effettuate vengono fatte alcune considerazioni utili al progettista al fine di favorirlo nelle sue scelte progettuali:

- ✓ Le opere da realizzare sono poggiate sui depositi alluvionali terrazzati del Fiume Tenna, abbondantemente diffusi nell'area in questione.
- ✓ L'area in esame non presenta dissesti in atto o potenziali pertanto si può definire attualmente stabile.

- ✓ Le opere da realizzare non modificano in nessun modo il regime idrogeologico esistente non avendosi interferenza tra le fondazioni e l'alveo attuale del Fiume.
- ✓ Il piano di posa delle fondazioni è individuato sulle ghiaie alluvionali poste a 3,5 m dal piano campagna attuale, aventi buone caratteristiche meccaniche come si evince dall'elaborazione delle prove SPT allegate al presente studio
- ✓ Si dovrà porre particolare attenzione al livello di falda durante l'esecuzione degli sbancamenti, evitando periodi particolarmente piovosi, in quanto il livello di falda misurato nei fori di sondaggio (Marzo 2016) si attesta intorno ai 3,00 - 3,3 m dal piano campagna attuale
- ✓ Nel rimodellamento morfologico finale dell'area, si dovrà porre particolare attenzione nell'evitare che si formino zone di ristagno dell'acqua con deleteri fenomeni di saturazione del terreno e scadimento delle proprietà meccaniche del calcestruzzo di fondazione.

Ascoli Piceno, MARZO 2016

## IL GEOLOGO

DR. DIEGO PACETTI





Cerreto d'Esi, 03 agosto 2009

COMMITTENTE: C.I.I.P. - Ascoli Piceno (AP)

CANTIERE: Impianto di Depurazione Basso Tenna

### PROVA SCPT: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

#### caratteristiche tecniche del penetrometro

Tipo di attrezzatura: Penetrometro modello Deep Drill SCPT

Peso del maglio: 73,0 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 30 cm

Dimensioni punta: area = 20,27 cm<sup>2</sup>      angolo = 60°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm      lunghezza = 0,90 m

Peso aste: 8,00 Kg./m.      Peso sistema battuta: 30 Kg.

#### legenda per la rappresentazione grafica

H = profondità

NC = numero di colpi

q<sub>d</sub> = resistenza alla penetrazione dinamica

#### legenda per la caratterizzazione geomeccanica

NC<sub>m</sub> = numero di colpi medio per quel determinato strato

C = coefficiente di correlazione fra il numero di colpi dello SPT e quelli del SCPT

N<sub>spt equiv</sub> = numero di colpi dello SPT equivalenti ricavati per correlazione

Dr = densità relativa (Gibbs e Holtz)

φ = angolo di attrito interno (De Mello)

E = modulo di elasticità (Schmertmann, Webb)

Ed = modulo edometrico (Stroud e Butler 1975)

γ = peso unità di volume

V<sub>s</sub> = velocità onde di taglio

K<sub>o</sub> = modulo di reazione

ν = modulo di Poisson

C<sub>u</sub> = coesione non drenata (Terzaghi e Peck)



**Geodrill** s.a.s.  
 Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.  
**SERVIZI GEOLOGICI**  
 Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888  
 60043 Cerreto d'Esi (AN)  
 P.IVA: 02334920424  
 E-Mail: a\_geodrill@libero.it

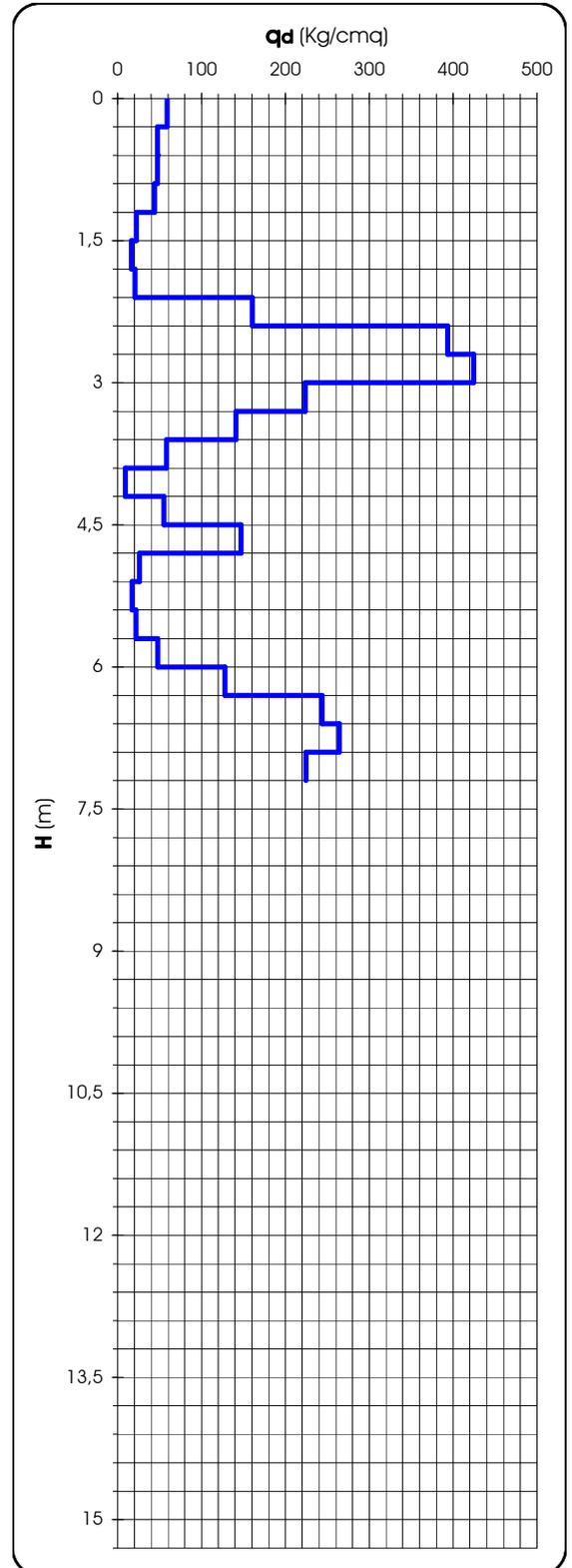
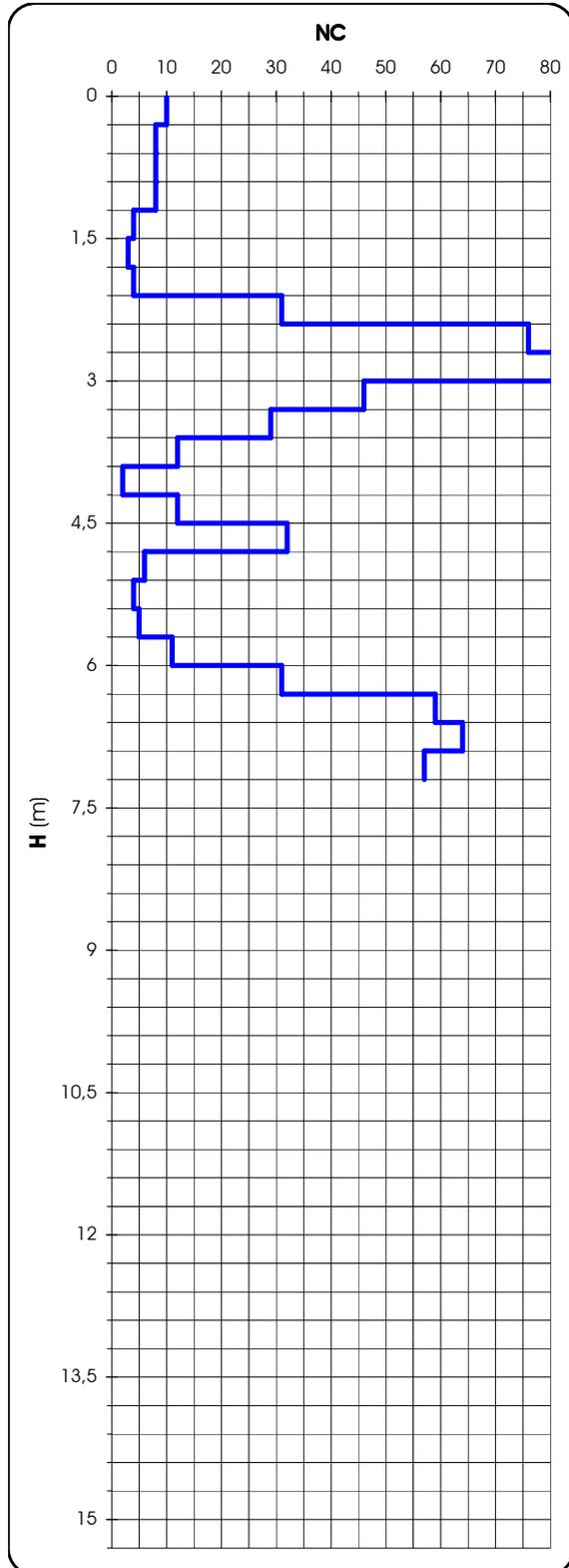
COMMITTENTE: C.I.I.P. - Ascoli Piceno (AP)  
 CANTIERE: Impianto di Depurazione Basso Tenna

PROVA N.3 del 27/07/09

PROF.: 7,50 m

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA**

H (m)	NC	q <sub>d</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,3	10	59,19
0,6	8	47,33
0,9	8	47,35
1,2	8	44,14
1,5	4	22,07
1,8	3	16,55
2,1	4	20,72
2,4	31	160,43
2,7	76	393,63
3,0	82	424,71
3,3	46	223,93
3,6	29	141,17
3,9	12	58,42
4,2	2	9,20
4,5	12	55,18
4,8	32	147,14
5,1	6	26,12
5,4	4	17,41
5,7	5	21,76
6,0	11	47,88
6,3	31	128,12
6,6	59	243,84
6,9	64	264,51
7,2	57	224,53
7,5	rifiuto	
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		
12,3		
12,6		
12,9		
13,2		
13,5		
13,8		
14,1		
14,4		
14,7		
15,0		
15,3		







Cerreto d'Esi, 03 agosto 2009

COMMITTENTE: C.I.I.P. - Ascoli Piceno (AP)

CANTIERE: Impianto di Depurazione Basso Tenna

### PROVA SCPT: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

#### caratteristiche tecniche del penetrometro

Tipo di attrezzatura: Penetrometro modello Deep Drill SCPT

Peso del maglio: 73,0 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 30 cm

Dimensioni punta: area = 20,27 cm<sup>2</sup>      angolo = 60°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm      lunghezza = 0,90 m

Peso aste: 8,00Kg./m.      Peso sistema battuta: 30Kg.

#### legenda per la rappresentazione grafica

H = profondità

NC = numero di colpi

q<sub>d</sub> = resistenza alla penetrazione dinamica

#### legenda per la caratterizzazione geomeccanica

NC<sub>m</sub> = numero di colpi medio per quel determinato strato

C = coefficiente di correlazione fra il numero di colpi dello SPT e quelli del SCPT

N<sub>spt equiv</sub> = numero di colpi dello SPT equivalenti ricavati per correlazione

Dr = densità relativa (Gibbs e Holtz)

φ = angolo di attrito interno (De Mello)

E = modulo di elasticità (Schmertmann, Webb)

Ed = modulo edometrico (Stroud e Butler 1975)

γ = peso unità di volume

V<sub>s</sub> = velocità onde di taglio

K<sub>o</sub> = modulo di reazione

ν = modulo di Poisson

C<sub>u</sub> = coesione non drenata (Terzaghi e Peck)



COMMITTENTE: C.I.I.P. - Ascoli Piceno (AP)

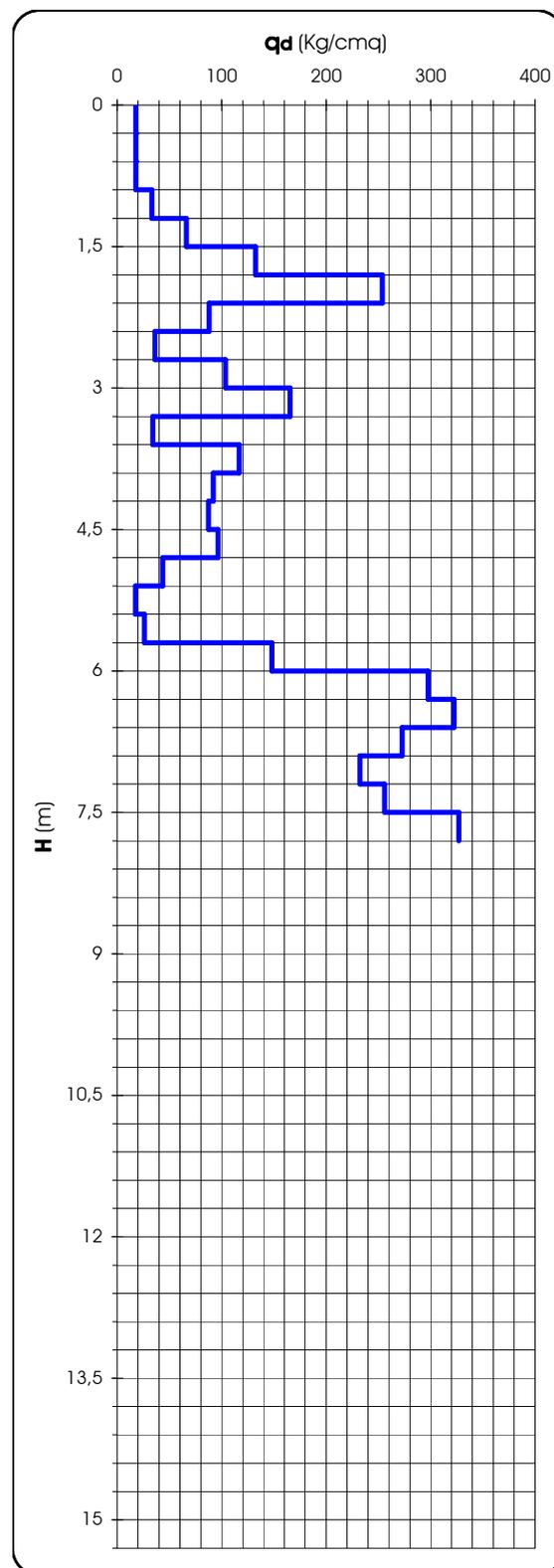
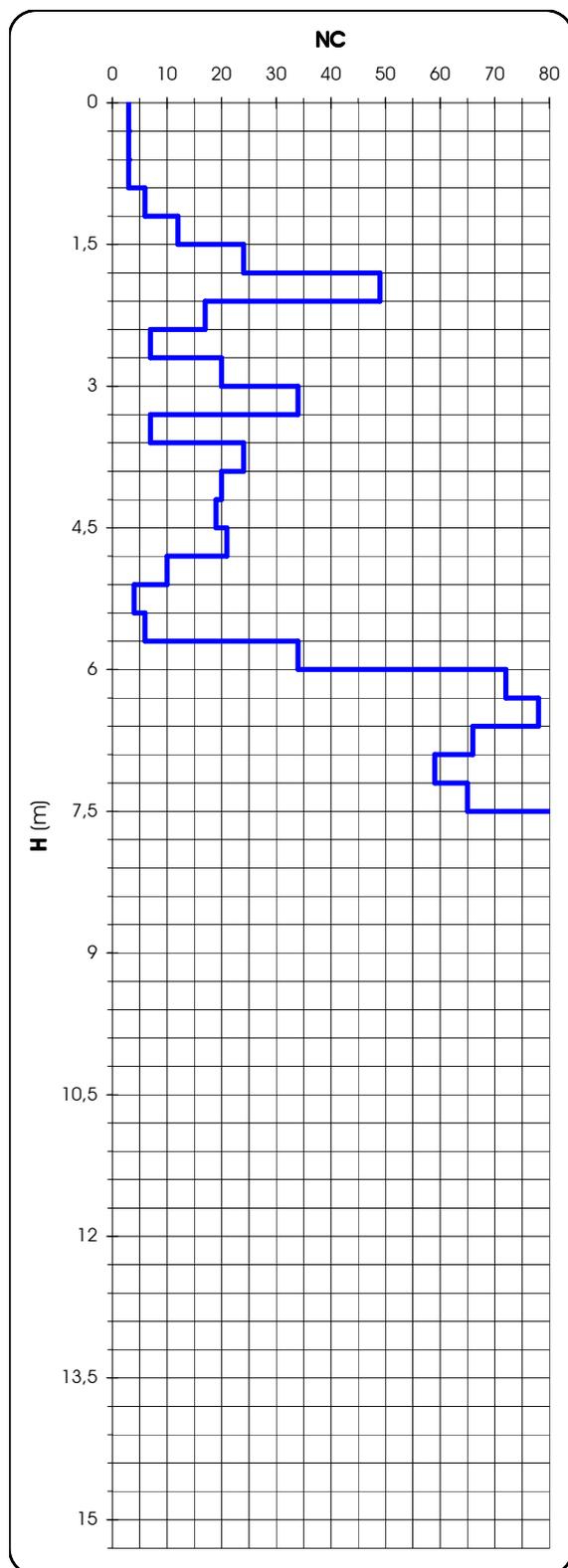
CANTIERE: Impianto di Depurazione Basso Tenna

PROVA N.4 del 29/07/09

PROF.: 8,10 m

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA**

H (m)	NC	q <sub>d</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,3	3	17,76
0,6	3	17,75
0,9	3	17,76
1,2	6	33,10
1,5	12	66,20
1,8	24	132,41
2,1	49	253,79
2,4	17	87,98
2,7	7	36,26
3,0	20	103,59
3,3	34	165,51
3,6	7	34,08
3,9	24	116,83
4,2	20	91,96
4,5	19	87,37
4,8	21	96,56
5,1	10	43,53
5,4	4	17,41
5,7	6	26,12
6,0	34	148,00
6,3	72	297,57
6,6	78	322,37
6,9	66	272,77
7,2	59	232,40
7,5	65	256,04
7,8	83	326,94
8,1	rifuto	
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		
12,3		
12,6		
12,9		
13,2		
13,5		
13,8		
14,1		
14,4		
14,7		
15,0		
15,3		







Cerreto d'Esi, 03 agosto 2009

COMMITTENTE: C.I.I.P. - Ascoli Piceno (AP)

CANTIERE: Impianto di Depurazione Basso Tenna

### PROVA SCPT: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

#### caratteristiche tecniche del penetrometro

Tipo di attrezzatura: Penetrometro modello Deep Drill SCPT

Peso del maglio: 73,0 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 30 cm

Dimensioni punta: area = 20,27 cm<sup>2</sup>      angolo = 60°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm      lunghezza = 0,90 m

Peso aste: 8,00 Kg./m.      Peso sistema battuta: 30 Kg.

#### legenda per la rappresentazione grafica

H = profondità

NC = numero di colpi

q<sub>d</sub> = resistenza alla penetrazione dinamica

#### legenda per la caratterizzazione geomeccanica

NC<sub>m</sub> = numero di colpi medio per quel determinato strato

C = coefficiente di correlazione fra il numero di colpi dello SPT e quelli del SCPT

N<sub>spt equiv</sub> = numero di colpi dello SPT equivalenti ricavati per correlazione

Dr = densità relativa (Gibbs e Holtz)

φ = angolo di attrito interno (De Mello)

E = modulo di elasticità (Schmertmann, Webb)

Ed = modulo edometrico (Stroud e Butler 1975)

γ = peso unità di volume

V<sub>s</sub> = velocità onde di taglio

K<sub>o</sub> = modulo di reazione

ν = modulo di Poisson

C<sub>u</sub> = coesione non drenata (Terzaghi e Peck)



COMMITTENTE: C.I.I.P. - Ascoli Piceno (AP)

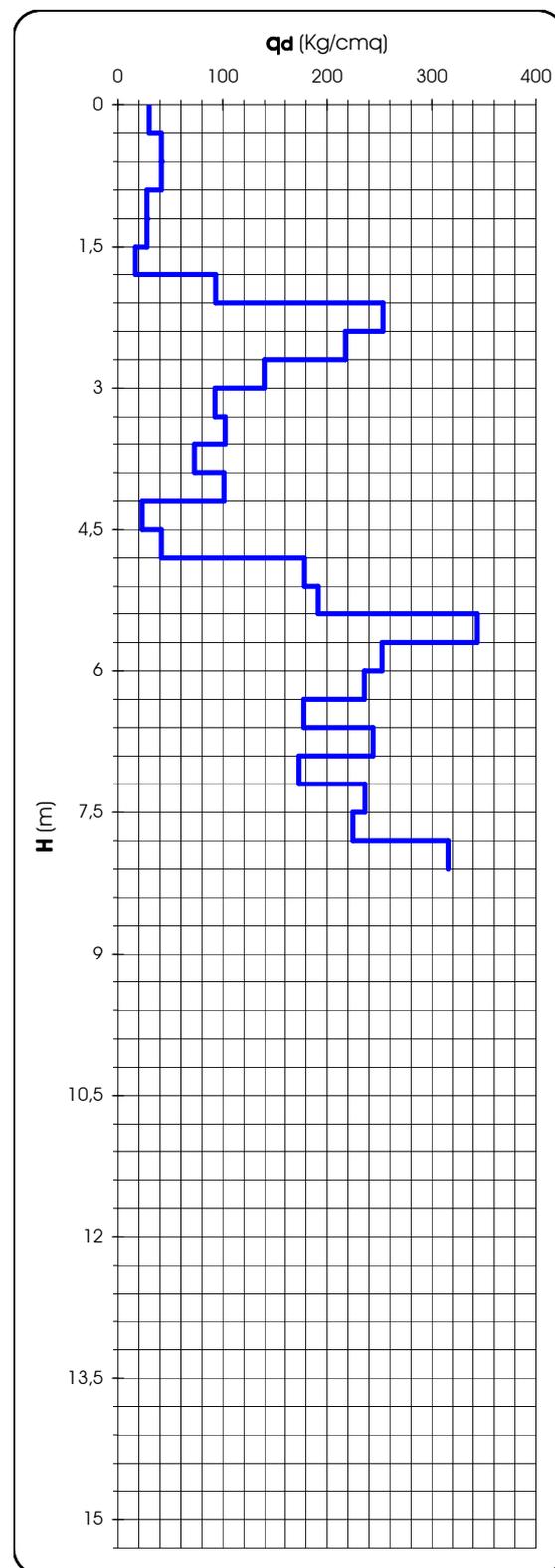
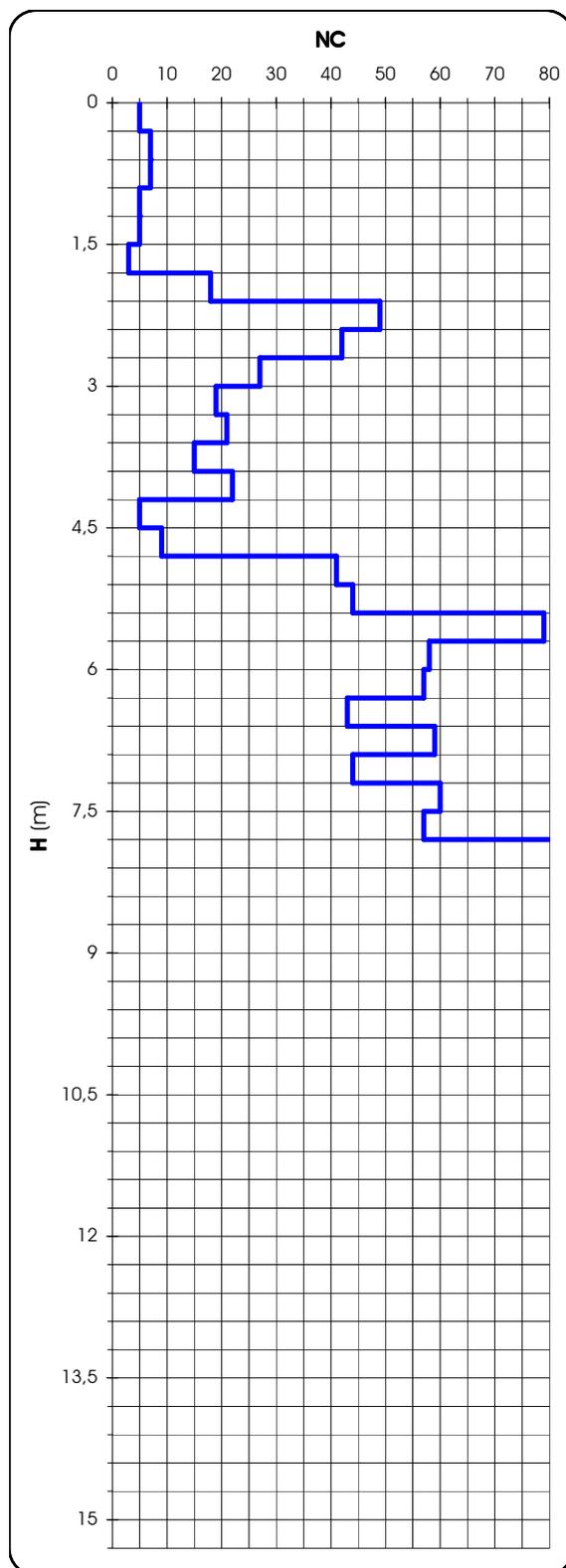
CANTIERE: Impianto di Depurazione Basso Tenna

PROVA N.5 del 27/07/09

PROF.: 8,40 m

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA**

H (m)	NC	q <sub>d</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,3	5	29,59
0,6	7	41,41
0,9	7	41,43
1,2	5	27,59
1,5	5	27,59
1,8	3	16,55
2,1	18	93,23
2,4	49	253,59
2,7	42	217,53
3,0	27	139,84
3,3	19	92,49
3,6	21	102,23
3,9	15	73,02
4,2	22	101,16
4,5	5	22,99
4,8	9	41,38
5,1	41	178,47
5,4	44	191,52
5,7	79	343,87
6,0	58	252,46
6,3	57	235,58
6,6	43	177,72
6,9	59	243,84
7,2	44	173,32
7,5	60	236,34
7,8	57	224,53
8,1	84	315,86
8,4	rifuto	
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		
12,3		
12,6		
12,9		
13,2		
13,5		
13,8		
14,1		
14,4		
14,7		
15,0		
15,3		





# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: CIIP-VETTORE SPA  
Cantiere: AMPLIAMENTO DEPURATORE BASSO TENNA  
Località: FERMO

## Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.76 m
Peso sistema di battuta	4.2 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1
Rivestimento/fanghi	No

### OPERATORE

OPERE SPECIALI SRL  
Gaetano Matricardi



### RESPONSABILE

DR. GEOL. DIEGO PACETTI



**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... spt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

**penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica

( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 20 \text{ kg}$ , altezza di caduta  $H=0.20 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta = 10 \text{ cm}$ , punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 73 \text{ kg}$ , altezza di caduta  $H=0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta=30 \text{ cm}$ , punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8 \text{ mm}$ , area base cono  $A=20.27 \text{ cm}^2$  rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente  $M=63.5 \text{ kg}$ , altezza caduta  $H=0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta=20-30 \text{ cm}$ , punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5 \text{ mm}$ , area base cono  $A = 20 \text{ cm}^2$ , rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con $N_{spt}$

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

$M$  = peso massa battente;

$M'$  = peso aste;

$H$  = altezza di caduta;

$A$  = area base punta conica;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );

$e$  = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );

$M$  = peso massa battente (altezza caduta  $H$ );

$P$  = peso totale aste e sistema battuta.

### Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

## **Valutazioni statistiche e correlazioni**

### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media + s**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media - s**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione  $d = 1$  mt..

## Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

### Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda

$N_{spt}$  corretto =  $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)

Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).

Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.

De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .

Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).

Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da  $D_r$  %.

Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.

Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .

Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.

Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

### Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie  $D_r$  viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Meyerhof (1957).

Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

### Modulo Di Young ( $E_y$ )

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buisman-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

### **Peso di volume saturo**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

### **Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

### **Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

### **Velocità onde di taglio $V_s$ (m/sec)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

### **Modulo di deformazione di taglio (G)**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.  
Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

### **Modulo di reazione (K<sub>0</sub>)**

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q<sub>c</sub>)**

- Robertson 1983 Q<sub>c</sub>

## **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

### **Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.  
Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max*.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat . (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).

Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .

Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .

Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .

Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.

- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

#### **Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )**

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (  $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

#### **Modulo Di Young ( $E_\gamma$ )**

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

#### **Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )

## PROVA ... Nr.10

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Falda:

PROVE SPT IN FORO  
23/02/2016  
-3,00m

Profondità (m)	Nr. Colpi
3.15	8
3.30	4
3.45	2

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.10

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	6	3.45	10.5	Gibbs & Holtz 1957	81.33

##### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	6	3.45	10.5	Sowers (1961)	30.94

##### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	6	3.45	10.5	Bowles (1982) Sabbia Media	127.50

##### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	6	3.45	10.5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	49.03

##### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	6	3.45	10.5	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

##### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	6	3.45	10.5	Meyerhof ed altri	1.75

##### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	6	3.45	10.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	6	3.45	10.5	(A.G.I.)	0.33

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	6	3.45	10.5	Ohsaki (Sabbie pulite)	592.70

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	6	3.45	10.5		178.22

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	6	3.45	10.5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	6	3.45	10.5	Navfac 1971-1982	2.21

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	6	3.45	10.5	Robertson 1983	21.00

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.11****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	12	3.45	13.5	Gibbs & Holtz 1957	92.22

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	12	3.45	13.5	Sowers (1961)	31.78

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Bowles (1982) Sabbia Media	142.50

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	55.19

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	12	3.45	13.5	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Meyerhof ed altri	1.84

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	12	3.45	13.5	(A.G.I.)	0.33

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Ohsaki (Sabbie pulite)	750.63

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	12	3.45	13.5		202.08

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	12	3.45	13.5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	12	3.45	13.5	Navfac 1971-1982	2.83

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Robertson 1983	27.00

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.12****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	101	3.45	58	Gibbs & Holtz 1957	100

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	101	3.45	58	Sowers (1961)	44.24

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	101	3.45	58	Bowles (1982) Sabbia Media	365.00

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	101	3.45	58	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	146.60

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	101	3.45	58	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	101	3.45	58	Meyerhof ed altri	2.27

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	101	3.45	58	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	101	3.45	58	(A.G.I.)	0.24

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	101	3.45	58	Ohsaki (Sabbie pulite)	2954.85

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Velocità onde
--	------	--------------	-------------------	--------------	---------------

		(m)	presenza falda		m/s
Strato 1	101	3.45	58		418.87

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	101	3.45	58	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	101	3.45	58	Navfac 1971-1982	9.50

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	101	3.45	58	Robertson 1983	116.00

# COMUNE DI FERMO

(Prov. Fermo)

**Oggetto: Indagine geofisica tramite sismica a rifrazione per la  
realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"  
in loc. paludi di Fermo**

**Committente: CIIP Vettore**

**Cicli Integrati Impianti Primari spa**

*Viale della Repubblica, 24 Ascoli Piceno*

Monterubbiano agosto 2009

Il Geologo



**Dr. Geologo Gianni Papaveri Via Raffaello Sanzio, 145 63026 Monterubbiano (FM)**

*P.I. 01749300446 mail: giapapa@virgilio.it*

### **PREMESSA**

La presente prospezione geofisica è stata eseguita su incarico della soc. CIIP Vettore (*Cicli Integrati Impianti Primari spa*).

Lo scopo è quello di caratterizzare la stratigrafia (strati geosismici) sottostanti una zona dove dovrà essere realizzato un nuovo depuratore denominato "basso Tenna" in loc. Paludi di Fermo, ubicato ad ovest del tracciato autostradale, meglio individuata dalle planimetrie di progetto.

L'acquisizione sismica a rifrazione, ha permesso di ricostruire i terreni attraversati mediante la velocità di propagazione delle onde di compressione e la conseguente derivazione delle onde di taglio.

### **PRINCIPI GENERALI**

Le indagini geosismiche vengono realizzate utilizzando il metodo sismico a rifrazione, che utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) Tali onde sono generate, e si propagano nel terreno, ogni qualvolta quest' ultimo è sottoposto a sollecitazioni meccaniche sia di tipo naturale, sia di tipo artificiale (esplosioni, mazze battenti, vibratorii ecc.).

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di sparo o scoppio), in corrispondenza di una molteplicità di sensori disposti allineati sulla superficie topografica (geofoni).

Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni, la compattezza dei materiali e la loro stratificazione da queste attraversati.

Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla probabile composizione litologica di massima dei terreni al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, alla profondità in cui si trova la roccia di fondo ("bedrock"), alla sua forma e talora, in terreni alluvionali, alla profondità della falda freatica.

L'elaborazione dei dati sismici con un completo modello matematico bidimensionale appoggiato da procedure iterative, consente di massimizzare la risoluzione e il dettaglio di ricostruzione del modello di velocità attribuito al terreno in esame.

Utilizzando quindi le distanze tra il punto di scoppio e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici, sono ricavate le dromocrone (curve tempi-distanze – vedi allegato), dalle quali si risale, tramite opportuno programma di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione.

Questa procedura di tipo "classico" è stata seguita per fornire un modello di velocità iniziale alla procedura d'iterazione topografica.

Per questa parte di procedura interpretativa l'algoritmo utilizzato dal programma di calcolo è stato pubblicato nel 1986 da Dereck Palmer in un articolo dal titolo "The Generalized Reciprocal Method of Seismic Refraction Interpretation GRM (Society of Exploration Geophysicists).

### **ELABORAZIONE - METODO GRM**

Nel caso in cui la morfologia del rifrattore sia irregolare è possibile utilizzare il metodo reciproco generalizzato (G.R.M.) (Palmer, 1980).

Questa metodologia interpretativa consente di ricostruire l'andamento di strati di forma qualsiasi, anche nel caso di variazioni laterali di velocità.

Per ricostruire l'andamento dell'interfaccia di strato lungo tutto lo stendimento, è necessario che i segnali provenienti dal singolo rifrattore siano ricevuti da tutti i geofoni messi in opera.

Il grafico distanza-tempi che si ottiene è considerevolmente più complesso rispetto al caso del metodo convenzionale.

L'interpretazione del grafico distanza-tempi prevede due passaggi:

- la ricostruzione delle dromocrone relative ai singoli strati;
- la stima delle velocità e delle profondità di ogni singolo rifrattore.

La fase essenziale quella di ricostruire la dromocrona relativa ad ogni strato, seguendola, se possibile, da un estremo all'altro dello stendimento, assemblando quindi insieme tratti di dromocrone relative a sorgenti differenti, ma i cui segnali provengono dallo stesso rifrattore.

Ciò è stato eseguito sia per il tiro diretto che per quello coniugato.

Con il metodo reciproco generalizzato si parte dall'ipotesi che esista una distanza intergeofonica XY ottimale, distanza che fornisce il maggior dettaglio possibile nella ricostruzione della morfologia del rifrattore.

Per determinare la distanza XY ottimale in pratica si è proceduto come indicato di seguito:

- Si fa variare XY da un valore minimo corrispondente alla spaziatura reale fra i geofoni fino a un valore massimo di 9-10 volte tale distanza;
- quindi se i geofoni sono spazati di 3 m, si dovranno prendere in considerazione intervalli di XY uguali a 3 e sui multipli.
- Per ogni valore di XY scelto si stima, con un passo di calcolo uguale a XY, la funzione velocità.

### **ATTREZZATURE**

Per l'indagine sismica è stata utilizzata un'attrezzatura ad acquisizione digitale costituita da:

Acquisitore digitale per prospezione sismica MAE A3000S con le seguenti caratteristiche tecniche:

- risoluzione scheda di acquisizione: 12 bit
- numero canali : da 1 a 16
- visualizzazione fenomeno intero o parziale per ogni canale
- funzione di analisi del rumore ambientale pre-acquisizione
- funzione test geofoni automatico
- funzioni grafiche limita ed evidenza onda
- funzioni lettura velocità e picking primi arrivi in tempo reale
- filtri settabili e parzializzabili da software
- CPU chipset VIA 500 Mhz
- monitor colori LCD tranflettivo 6.4" touch-screen
- salvataggio dati su disk on module interno allo stato solido e/o su memoria USB
- interfaccia LAN 10/100 per controllo e diagnosi da remoto
- interfaccia USB per periferiche esterne
- Alimentazione: 12 Volt tramite BOX batteria esterno

Il sistema di energizzazione costituito da massa battente da 10 Kg e piastra di battuta in alluminio per le onde longitudinali, mentre lo sviluppo delle onde trasversali si è utilizzata una trave di legno massello vincolata al suolo.

Geofoni Geospace 10 hz

### **MODALITA' OPERATIVE**

Sono stati eseguiti 13 stendimenti, della lunghezza di 55 m. con distanza intergeofonica di 5 metri, al fine di ricostruire l'andamento in profondità degli strati su tutta l'area da indagare:

- Gli stendimenti denominati L3 – L5 – L8 – L10 – L12 sono stati eseguiti sulla direttrice est – ovest dell'area da indagare;
- Gli stendimenti L1 e L2 sono stati realizzati perpendicolarmente all'inizio della linea L3, lo stendimento L4 è stato eseguito a cavallo tra la fine di L3 e l'inizio di L5, L6 ed L7 alla fine di L8, L9 a sud dell'allineamento L8 – L10 e L11 tra L10 e L11.
- Lo stendimento L13 è stato eseguito nella porzione nord orientale dell'area di indagine.

**CLASSIFICAZIONE SECONDO LA NORMATIVA SISMICA VIGENTE**

Nella sezione elaborata, sono stati riscontrati tre strati o sismostrati a differente velocità, il primo con velocità media di 448 m/s; è caratteristico del deposito eluvio colluviale e di alterazione del substrato non saturo d’acqua, dove la velocità delle onde di compressione può anche essere inferiore a quella ottenuta nell’aria, ha uno spessore che può variare da 2,5 a 3.5 metri come si può osservare in dettaglio nelle sezioni allegate.

Lo strato intermedio con velocità media di 1849 m/s, è riconducibile ad una litologia sabbioso-ghiaiosa più costipata, satura in acqua (il top dello strato rappresenta la parte satura) la geometria del letto dello strato è articolata, probabilmente il substrato è stato prima eroso creando anche canali che sono stati successivamente riempiti.

Il terzo sismo-strato è rappresentato dal substrato integro con velocità di 3323 m/s che rappresenta il substrato argilloso (associazione arenaceo-pelitica) molto competente e con una elevata velocità delle onde di compressione.

Di seguito vengono ricapitolate le velocità e gli spessori:

N. Strato	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Spessore fino a 30 m. [m]
1	340,0	488,0	3,0
2	985,0	1849,0	12,0
3	1860,0	3323,0	15,0

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto in base al D.M. 14.01.2008, si determina la categoria di riferimento del sito in funzione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m. di profondità, secondo la seguente equazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 1031.96 \cdot m/s$$

Possiamo a questo punto valutare la categoria e l’effetto della risposta sismica locale in base alla Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo del D.M. 14.01.2008.

Suolo di categoria **A Vs30 > 800 m/s**

### VALUTAZIONE MODULI ELASTICI DEI MEZZI ATTRAVERSATI

L'attenuazione delle onde sismiche dipende direttamente dalle caratteristiche elasto-meccaniche delle diverse parti che costituiscono il mezzo materiale che esse attraversano, i parametri che intervengono nella modificazione del segnale sismico sono:

- $\gamma_{din}$  – densità geofisica;
- $\rho$  – coefficiente di Poisson;
- E – Modulo di Young;
- $G_0$  – Modulo di taglio.

#### DENSITÀ GEOFISICA ( $\gamma_{din}$ )

Esprime la concentrazione volumetrica di un corpo. Può essere calcolata indirettamente in condizioni dinamiche in relazione alla velocità  $V_p$ . La densità geofisica è espressa dalla seguente relazione:

$$\gamma_{din} = 0,51 \times V_p^{0,19} \Rightarrow \text{Possiamo determinarci il suo valore per ogni sismostrato}$$

N. Strato	$\gamma_{din}$	$V_p$ [m/s]
1	1,6534	488.00
2	2,1296	1849.0
3	2,3805	3323.0

#### COEFFICIENTE DI POISSON ( $\nu$ )

Indica la misura di cambiamento geometrico di un corpo. Può presentare un intervallo di variazione tra 0.1 e 0.5. Viene definito dalla seguente relazione:

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \times (V_p^2 - V_s^2)}$$

N. Strato	$V_s$ [m/s]	$V_p$ [m/s]	$\nu$ Poisson
1	340.0	488.00	0,340482
2	985.0	1849.0	0,301880
3	1860.0	3323.0	0,271876

#### MODULO DI YOUNG (E)

Esprime la resistenza alla deformazione lineare di un corpo ad uno sforzo di trazione o di compressione.

$$E = V_p^2 \times \gamma \frac{(1+\nu) \times (1-2\nu)}{1-\nu} \quad (\text{espresso in MPa})$$

<i>N. Strato</i>	<i>E_Young</i>	<i>Vp [m/s]</i>	<i>v_Poisson</i>	<i>γ<sub>din</sub></i>
1	0.53245	488.0	0,340482	1,6534
2	5.59015	1849.0	0,301880	2,1296
3	21.76825	3323.0	0,271876	2,3805

**MODULO DI TAGLIO** ( $G_0$ )

Misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di una spinta tangenziale; è funzione della velocità  $V_s$  ed esprime quindi la capacità del materiale a resistere cambiando di forma e non di volume.

$$G_0 = \frac{\gamma \times (V_s)^2}{g} \quad (\text{espresso in MPa})$$

<i>N. Strato</i>	<i>Vs [m/s]</i>	<i>G<sub>0</sub>_Taglio</i>	<i>γ<sub>din</sub></i>
1	340.0	1,854261	1,6534
2	985.0	19,04835	2,1296
3	1860.0	76,64176	2,3805

Monterubbiano lì 20 agosto.2009

Dott. Geologo  
Gianni Papaveri



## **ALLEGATI**

- **Tabelle dei tempi**
- **Dromocrone**
- **Sezioni geosismiche**

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 1

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	11sx.sg2
1.50	0.00	11ax.sg2
32.50	0.00	11-cxx.sg2
65.00	0.00	11rx.sg2
75.00	0.00	11dx.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 1.5 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	21.40	7.00	32.20	40.60	44.20
2	10.00	0.00	24.60	17.80	29.80	38.40	42.40
3	15.00	0.00	27.00	21.40	28.40	37.40	41.20
4	20.00	0.00	29.00	26.60	24.60	36.20	40.40
5	25.00	0.00	31.60	28.20	21.40	35.60	39.20
6	30.00	0.00	33.60	31.40	9.69	34.60	38.00
7	35.00	0.00	35.00	32.60	8.80	33.40	36.40
8	40.00	0.00	36.20	34.00	18.80	31.00	34.40
9	45.00	0.00	38.20	36.00	24.40	29.00	31.80
10	50.00	0.00	40.00	36.60	26.60	26.00	29.40
11	55.00	0.00	41.60	38.00	27.80	23.40	27.20
12	60.00	0.00	44.20	40.60	29.20	15.80	26.20

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	2.9	9.3
2	2.8	10.2
3	3.2	8.4
4	3.1	9.4
5	2.7	13.0
6	2.7	13.5
7	3.0	12.6
8	3.1	13.1
9	3.7	10.5
10	3.7	10.7
11	3.8	11.6
12	4.2	10.4

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	400.8
2	1873.5
3	3469.6

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 2

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	l2s.sg2
0.00	0.00	l2a.sg2
32.50	0.00	l2c.sg2
65.00	0.00	l2r.sg2
75.00	0.00	l2d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	24.02	10.20	31.40	44.88	48.99
2	10.00	0.00	26.55	14.80	28.60	42.98	48.21
3	15.00	0.00	30.34	19.20	27.00	39.19	47.21
4	20.00	0.00	30.97	21.20	26.00	37.93	45.35
5	25.00	0.00	32.04	24.20	21.60	36.66	44.92
6	30.00	0.00	35.56	27.81	9.20	34.13	42.63
7	35.00	0.00	37.48	30.80	10.40	31.60	40.91
8	40.00	0.00	39.57	32.20	21.20	27.81	37.62
9	45.00	0.00	40.99	34.40	25.80	25.28	35.05
10	50.00	0.00	42.60	35.80	27.60	22.60	32.47
11	55.00	0.00	43.39	36.66	29.52	22.60	30.60
12	60.00	0.00	45.20	37.40	32.80	14.54	27.20

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	3.1	13.9
2	2.7	15.3
3	3.3	12.9
4	3.3	11.4
5	2.8	13.5
6	3.0	13.5
7	3.0	13.3
8	2.5	16.3
9	2.9	14.2
10	2.7	14.2
11	2.9	13.0
12	2.8	13.5

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	413.4
2	1940.1
3	3429.1

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 3

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	l3s.sg2
0.00	0.00	l3a.sg2
32.50	0.00	l3c.sg2
65.00	0.00	l3d.sg2
75.00	0.00	l3r.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	28.29	14.06	40.45	44.20	49.91
2	10.00	0.00	31.14	22.00	35.40	42.40	48.30
3	15.00	0.00	33.25	28.01	30.40	41.00	45.49
4	20.00	0.00	36.11	31.40	28.40	39.20	43.89
5	25.00	0.00	39.33	35.40	20.80	37.80	41.74
6	30.00	0.00	41.64	39.00	8.22	35.60	39.60
7	35.00	0.00	44.15	41.00	6.95	33.40	37.06
8	40.00	0.00	46.03	43.40	21.49	30.60	35.00
9	45.00	0.00	48.64	44.40	27.40	28.40	33.40
10	50.00	0.00	51.37	45.60	31.00	26.20	30.40
11	55.00	0.00	52.98	47.73	32.60	19.85	27.00
12	60.00	0.00	54.34	49.80	34.77	17.19	22.60

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.2	12.8
2	3.7	15.5
3	3.7	15.5
4	4.0	14.1
5	4.0	15.0
6	4.6	12.9
7	4.4	13.5
8	4.0	15.1
9	4.5	13.1
10	4.6	12.7
11	3.7	16.8
12	3.6	17.6

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	446.3
2	1863.8
3	2991.4

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 4

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	l4s.sg2
0.00	0.00	l4a.sg2
32.50	0.00	l4c.sg2
65.00	0.00	l4r.sg2
75.00	0.00	l4d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	27.29	19.40	31.65	44.27	46.46
2	10.00	0.00	28.99	24.40	31.95	43.04	44.88
3	15.00	0.00	31.40	28.40	29.95	41.40	42.94
4	20.00	0.00	32.20	28.40	25.05	40.40	41.73
5	25.00	0.00	34.80	31.40	28.15	39.04	40.03
6	30.00	0.00	38.20	34.40	22.85	37.10	38.00
7	35.00	0.00	41.80	38.40	23.80	33.40	35.80
8	40.00	0.00	43.40	40.00	27.60	30.00	33.20
9	45.00	0.00	43.40	41.72	25.30	27.80	30.00
10	50.00	0.00	46.46	43.61	26.85	24.80	27.78
11	55.00	0.00	48.52	44.88	29.90	20.20	24.74
12	60.00	0.00	49.97	47.20	32.55	15.80	23.17

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.2	9.9
2	3.9	11.4
3	4.0	10.6
4	3.5	12.6
5	3.2	14.3
6	3.3	14.3
7	3.5	12.8
8	3.2	13.1
9	3.5	12.9
10	3.5	12.8
11	3.3	14.0
12	3.6	12.7

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	394.7
2	1794.2
3	3059.6

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 5

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	l5s.sg2
0.00	0.00	l5a.sg2
32.50	0.00	l5c.sg2
65.00	0.00	l5r.sg2
75.00	0.00	l5d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	28.60	17.40	31.20	36.54	41.90
2	10.00	0.00	29.80	22.20	27.80	35.12	40.62
3	15.00	0.00	32.20	25.20	24.40	33.60	39.20
4	20.00	0.00	34.60	28.60	22.60	31.41	37.80
5	25.00	0.00	36.60	30.60	18.20	30.18	36.60
6	30.00	0.00	39.60	32.40	5.34	28.60	35.40
7	35.00	0.00	40.59	33.36	6.71	26.60	33.80
8	40.00	0.00	41.33	35.11	18.60	24.60	31.80
9	45.00	0.00	42.49	36.65	22.60	22.80	29.92
10	50.00	0.00	43.34	38.07	25.20	21.20	27.60
11	55.00	0.00	44.19	39.17	28.00	17.00	25.60
12	60.00	0.00	45.78	40.60	30.40	12.00	23.40

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.4	8.5
2	3.8	10.4
3	3.8	9.9
4	3.7	9.0
5	3.2	10.9
6	3.0	11.9
7	2.8	12.9
8	2.7	11.6
9	3.2	8.3
10	3.2	7.9
11	3.0	9.4
12	3.0	8.6

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	442.6
2	1981.2
3	3330.1

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 6

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	l6s.sg2
25.00	0.00	l6a.sg2
32.50	0.00	l6c.sg2
65.00	0.00	l6r.sg2
75.00	0.00	l6d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 2.5 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	22.60	10.60	31.80	46.78	51.57
2	10.00	0.00	27.60	19.80	27.80	45.51	50.19
3	15.00	0.00	30.60	25.60	25.60	42.80	49.31
4	20.00	0.00	33.60	26.40	23.40	41.00	48.00
5	25.00	0.00	37.80	28.20	18.20	37.80	46.60
6	30.00	0.00	39.40	32.87	5.69	34.80	44.60
7	35.00	0.00	41.60	36.03	6.32	32.40	42.00
8	40.00	0.00	43.40	37.93	19.80	29.00	39.00
9	45.00	0.00	45.20	40.45	23.40	27.20	36.60
10	50.00	0.00	46.65	41.09	25.60	24.20	33.20
11	55.00	0.00	48.39	43.61	29.40	21.80	28.00
12	60.00	0.00	50.00	45.51	31.40	13.91	23.40

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.1	13.8
2	3.6	15.7
3	4.0	14.5
4	4.2	13.6
5	3.9	15.0
6	4.2	13.7
7	4.4	15.1
8	4.0	15.2
9	4.4	14.4
10	4.2	15.5
11	4.6	14.2
12	4.1	16.1

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	499.6
2	1748.9
3	2970.6

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 7

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	17s.sg2
0.00	0.00	L7a.sg2
32.50	0.00	17c.sg2
65.00	0.00	17r.sg2
75.00	0.00	17d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	23.00	14.00	30.78	34.79	47.11
2	10.00	0.00	25.40	20.96	28.08	34.05	44.96
3	15.00	0.00	27.20	24.80	24.09	33.07	42.75
4	20.00	0.00	30.20	28.40	21.73	32.09	40.68
5	25.00	0.00	33.20	30.40	18.24	30.62	38.28
6	30.00	0.00	35.20	32.20	9.40	29.40	36.43
7	35.00	0.00	38.00	33.40	9.00	28.17	32.39
8	40.00	0.00	41.40	35.00	20.40	26.78	28.79
9	45.00	0.00	43.00	36.40	23.80	25.20	26.39
10	50.00	0.00	44.09	37.60	25.80	22.69	24.54
11	55.00	0.00	45.58	39.40	27.40	19.35	22.79
12	60.00	0.00	46.73	40.60	30.20	14.33	20.07

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.6	8.0
2	4.3	9.0
3	4.0	10.0
4	4.2	9.1
5	4.0	10.2
6	4.1	9.0
7	3.8	10.1
8	3.7	11.8
9	4.1	10.4
10	4.0	10.8
11	3.8	11.4
12	4.1	10.4

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	504.8
2	1860.6
3	3603.7

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 8

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	l8s.sg2
0.00	0.00	l8a.sg2
32.50	0.00	l8c.sg2
65.00	0.00	l8r.sg2
75.00	0.00	l8d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	21.20	13.00	28.40	39.12	42.29
2	10.00	0.00	22.60	17.80	24.60	38.47	41.06
3	15.00	0.00	25.40	20.80	22.00	37.83	40.40
4	20.00	0.00	28.00	24.00	20.40	36.45	39.58
5	25.00	0.00	31.00	26.80	17.80	35.25	38.33
6	30.00	0.00	32.58	29.20	6.80	33.84	37.20
7	35.00	0.00	33.79	31.26	5.20	31.12	35.34
8	40.00	0.00	35.27	32.36	9.00	29.60	34.19
9	45.00	0.00	36.74	33.28	12.40	26.60	31.97
10	50.00	0.00	38.02	34.37	18.96	24.80	29.40
11	55.00	0.00	39.86	35.02	24.02	18.71	26.40
12	60.00	0.00	41.71	35.61	26.55	12.29	22.80

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.0	8.6
2	3.2	10.7
3	3.3	11.1
4	3.7	12.4
5	3.7	13.2
6	3.8	13.5
7	3.8	13.5
8	3.8	12.4
9	3.7	12.5
10	3.9	11.6
11	4.1	11.1
12	4.0	11.6

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	548.9
2	1697.7
3	3361.2

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 9

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	l9s.sg2
0.00	0.00	l9a.sg2
32.50	0.00	l9c.sg2
65.00	0.00	l9r.sg2
75.00	0.00	l9d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	21.00	13.20	27.40	37.32	45.70
2	10.00	0.00	22.60	17.33	25.00	35.65	44.32
3	15.00	0.00	27.20	22.45	24.00	34.50	42.95
4	20.00	0.00	28.40	26.68	19.20	34.34	41.26
5	25.00	0.00	31.20	30.00	13.07	33.39	39.67
6	30.00	0.00	33.40	32.21	1.13	32.90	37.55
7	35.00	0.00	35.80	33.23	2.13	31.15	35.63
8	40.00	0.00	38.60	34.13	15.50	27.56	32.68
9	45.00	0.00	40.60	34.67	20.20	21.25	29.88
10	50.00	0.00	43.40	35.12	22.23	17.31	27.21
11	55.00	0.00	44.80	36.02	23.94	13.98	24.69
12	60.00	0.00	46.11	37.00	25.92	11.29	22.58

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.3	9.5
2	3.6	11.5
3	4.1	10.2
4	3.4	11.8
5	2.9	14.1
6	2.7	15.0
7	3.5	13.9
8	3.3	14.9
9	3.3	15.4
10	3.1	16.1
11	3.0	16.6
12	3.6	15.6

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	588.4
2	1710.4
3	3691.1

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 10

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	110s.sg2
0.00	0.00	110a.sg2
32.50	0.00	110c.sg2
65.00	0.00	110r.sg2
75.00	0.00	110d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	24.21	17.84	28.71	41.45	49.87
2	10.00	0.00	26.98	24.40	27.03	40.97	48.63
3	15.00	0.00	29.31	25.40	23.40	39.91	46.98
4	20.00	0.00	32.08	28.60	21.00	38.57	45.44
5	25.00	0.00	33.69	31.00	16.29	37.40	42.78
6	30.00	0.00	35.88	31.80	3.10	34.16	39.57
7	35.00	0.00	38.35	34.20	4.61	30.20	37.00
8	40.00	0.00	40.83	36.73	17.20	28.60	34.00
9	45.00	0.00	44.04	39.13	19.80	25.20	32.20
10	50.00	0.00	46.51	40.94	24.40	24.80	31.00
11	55.00	0.00	49.29	42.27	26.80	22.00	27.54
12	60.00	0.00	50.17	43.35	28.40	15.80	24.19

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	6.4	16.4
2	6.5	15.2
3	5.7	17.0
4	5.7	17.3
5	5.6	17.4
6	5.0	18.8
7	4.7	17.3
8	4.5	17.3
9	4.6	16.2
10	5.2	13.6
11	4.8	14.1
12	4.7	13.8

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	579.4
2	2057.5
3	3576.9

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 11

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	l11s.sg2
0.00	0.00	l11ax.sg2
32.50	0.00	l11cx.sg2
65.00	0.00	l11r.sg2
75.00	0.00	l11d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	30.32	16.00	37.93	42.48	49.87
2	10.00	0.00	32.53	18.46	36.03	41.59	49.08
3	15.00	0.00	34.63	22.63	30.34	39.52	48.18
4	20.00	0.00	37.07	26.27	23.39	38.33	46.67
5	25.00	0.00	39.83	28.16	20.86	35.12	43.83
6	30.00	0.00	41.27	30.58	17.70	33.14	41.25
7	35.00	0.00	43.60	33.28	5.06	30.18	38.24
8	40.00	0.00	45.37	35.70	8.60	27.14	36.63
9	45.00	0.00	47.47	37.32	17.40	24.78	34.55
10	50.00	0.00	49.35	39.07	20.60	21.63	32.24
11	55.00	0.00	51.63	41.90	23.39	18.88	30.08
12	60.00	0.00	53.07	42.71	30.34	15.44	26.61

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.8	7.7
2	3.5	11.6
3	2.5	15.0
4	2.6	15.3
5	2.4	16.6
6	2.5	16.9
7	2.4	17.8
8	2.4	18.3
9	2.7	18.9
10	2.7	18.7
11	4.0	16.1
12	3.4	18.3

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	542.9
2	1675.5
3	3199.5

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 12

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	l12s.sg2
0.00	0.00	l12a.sg2
32.50	0.00	l12c.sg2
65.00	0.00	l12r.sg2
75.00	0.00	l12d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	24.56	13.22	32.39	39.08	45.47
2	10.00	0.00	27.77	23.80	29.80	38.28	43.89
3	15.00	0.00	29.37	25.60	26.80	36.97	41.57
4	20.00	0.00	31.17	28.40	23.40	35.66	39.99
5	25.00	0.00	32.58	31.40	21.00	34.36	38.31
6	30.00	0.00	34.76	33.20	6.42	33.05	35.47
7	35.00	0.00	36.74	33.60	9.83	32.00	34.21
8	40.00	0.00	38.53	35.78	20.10	29.40	31.78
9	45.00	0.00	39.48	37.04	22.65	26.40	29.89
10	50.00	0.00	41.46	37.91	25.35	24.00	28.10
11	55.00	0.00	43.19	38.79	28.60	18.60	26.00
12	60.00	0.00	44.69	39.43	31.05	13.80	22.84

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.8	12.2
2	4.7	11.7
3	4.4	13.0
4	4.1	13.3
5	4.1	13.2
6	4.1	11.6
7	4.1	11.4
8	3.9	12.2
9	3.8	10.1
10	3.8	9.1
11	3.3	10.4
12	3.1	10.0

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	475.9
2	1971.7
3	3261.7

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE linea 13

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-10.00	0.00	113s.sg2
0.00	0.00	113a.sg2
32.50	0.00	113c.sg2
65.00	0.00	113r.sg2
75.00	0.00	113d.sg2

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -10 [ms]	FBP da 0 [ms]	FBP da 32.5 [ms]	FBP da 65 [ms]	FBP da 75 [ms]
1	5.00	0.00	26.00	21.20	30.00	39.89	44.66
2	10.00	0.00	29.40	23.20	27.20	38.39	43.30
3	15.00	0.00	34.00	27.20	24.00	36.90	41.83
4	20.00	0.00	36.00	29.65	20.80	35.29	39.94
5	25.00	0.00	37.80	32.14	15.80	33.37	37.94
6	30.00	0.00	39.80	33.87	3.89	31.66	36.47
7	35.00	0.00	41.00	35.36	1.79	30.00	34.80
8	40.00	0.00	42.60	37.47	15.80	27.60	31.40
9	45.00	0.00	44.32	39.33	20.00	24.40	29.80
10	50.00	0.00	45.60	40.94	22.00	21.60	27.40
11	55.00	0.00	46.76	42.81	27.20	18.60	25.60
12	60.00	0.00	48.11	44.29	30.60	14.00	22.91

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	4.9	12.7
2	4.9	12.6
3	5.2	11.5
4	4.9	12.3
5	4.1	14.5
6	3.5	15.7
7	3.5	15.5
8	2.9	17.5
9	3.1	16.5
10	2.9	16.6
11	3.2	15.3
12	4.1	12.2

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	525.4
2	1872.0
3	3262.3

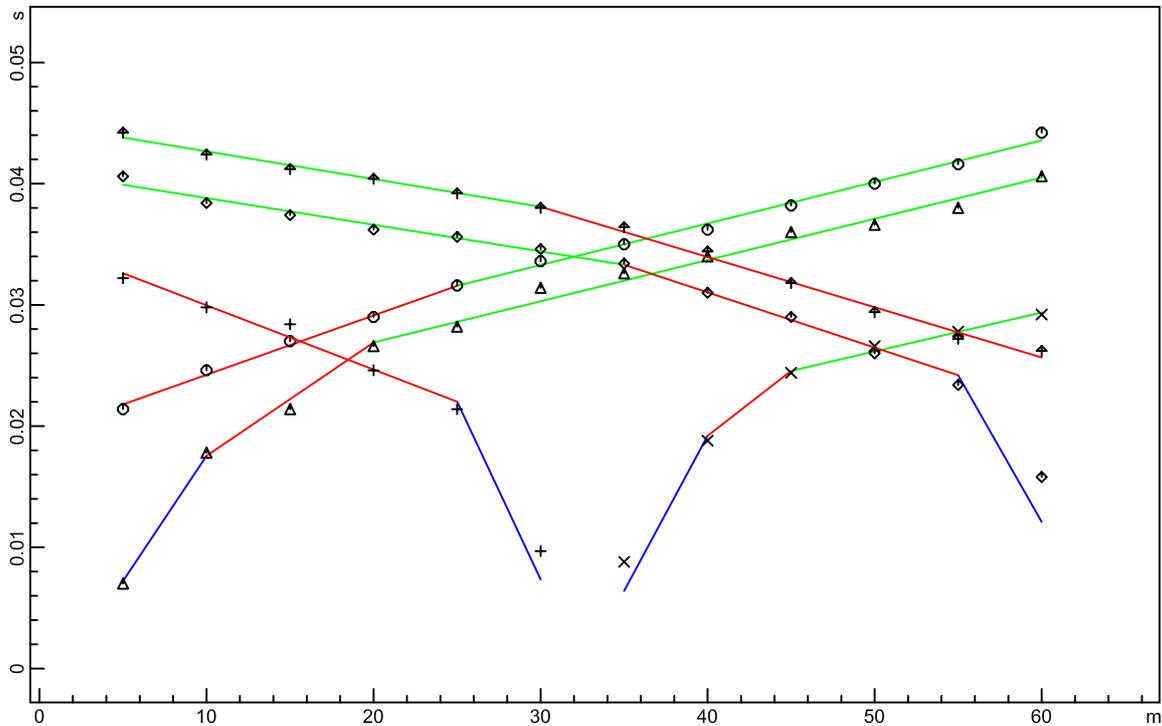


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

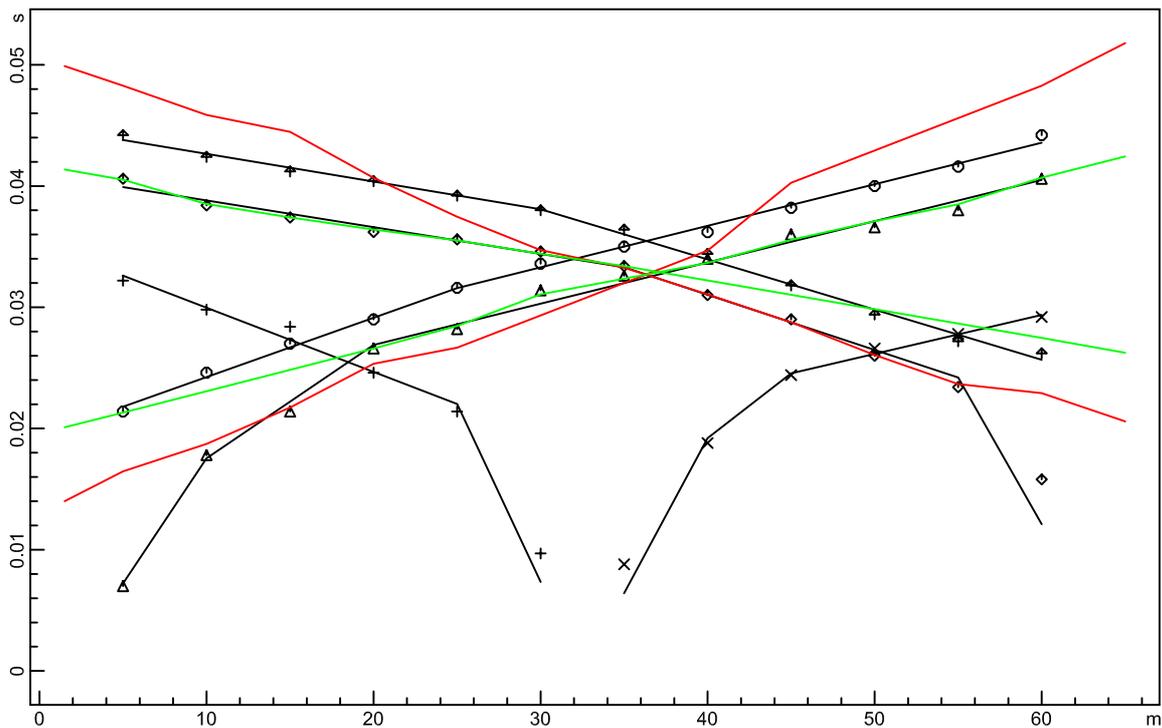
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI linea 1



DROMOCRONE TRASLATE linea 1



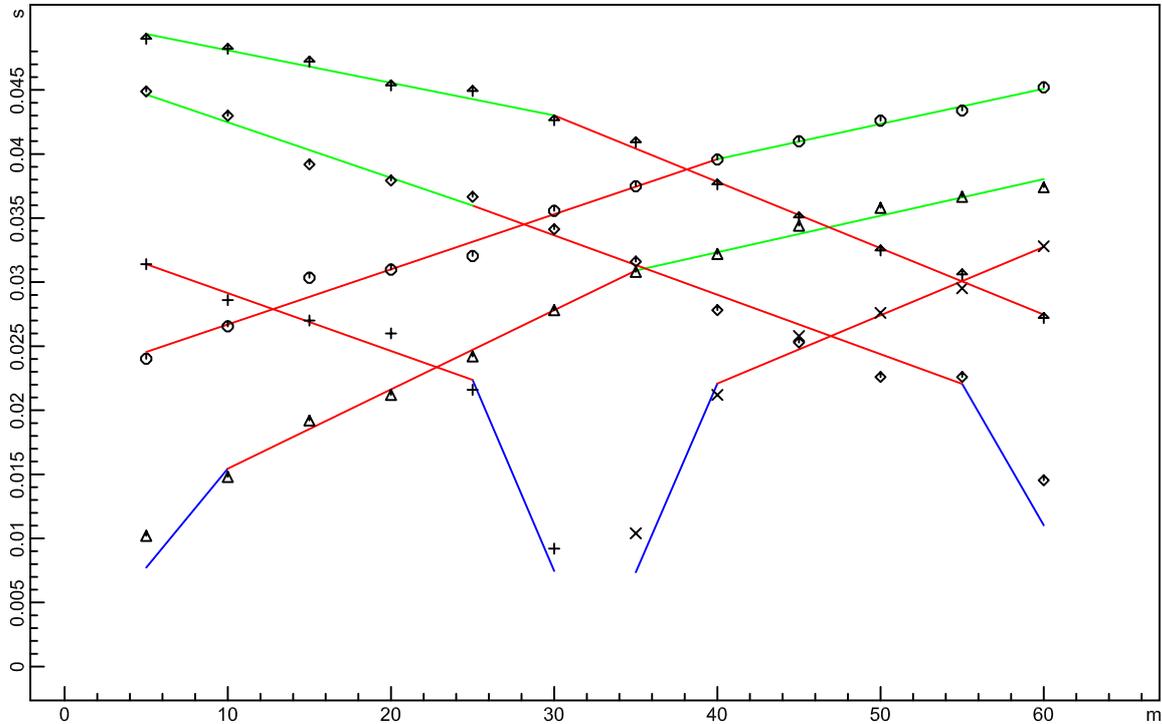


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

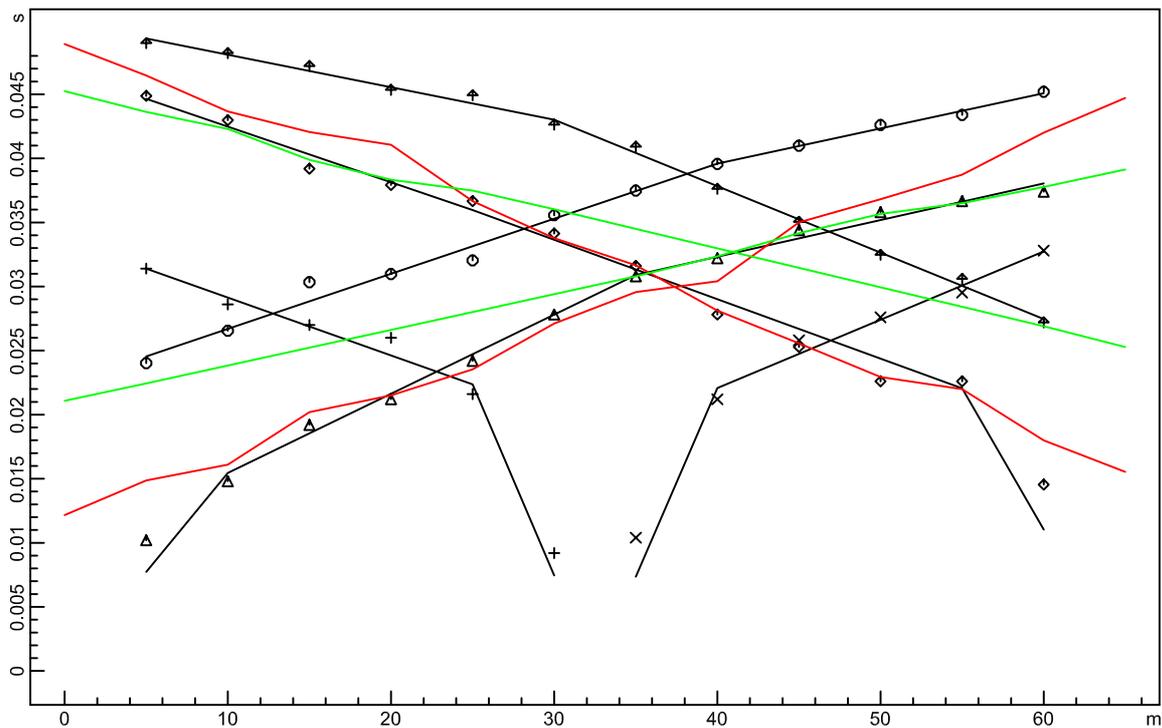
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI linea 2



DROMOCRONE TRASLATE linea 2



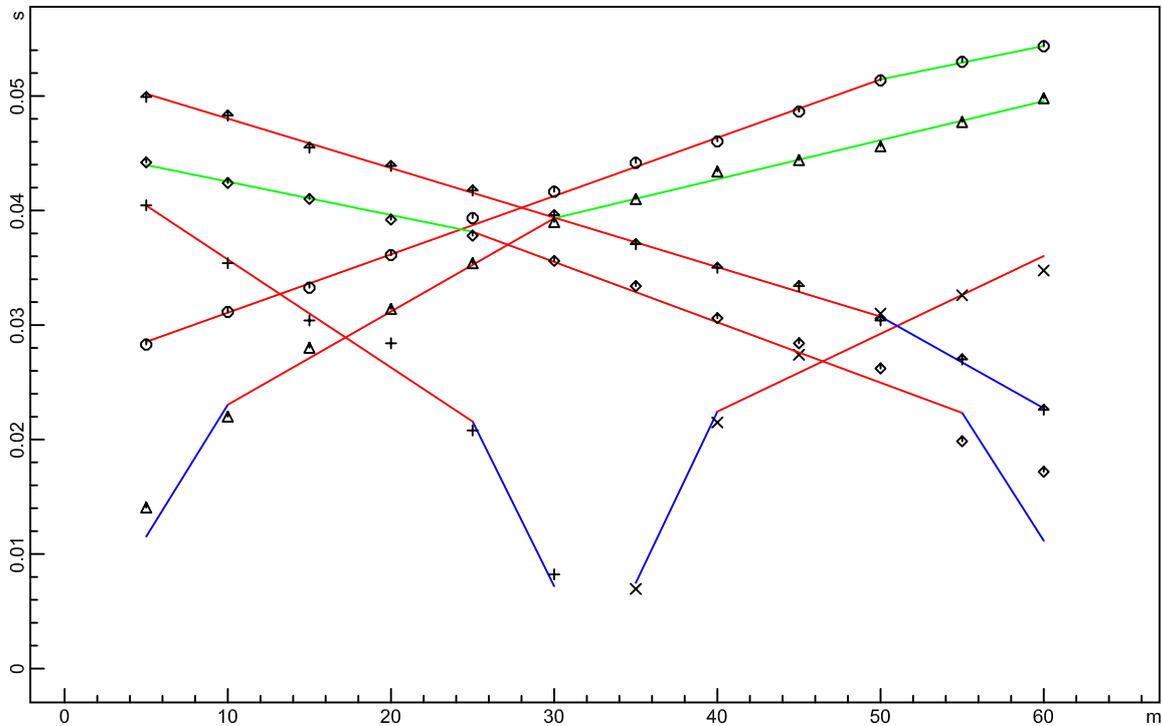


# Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo

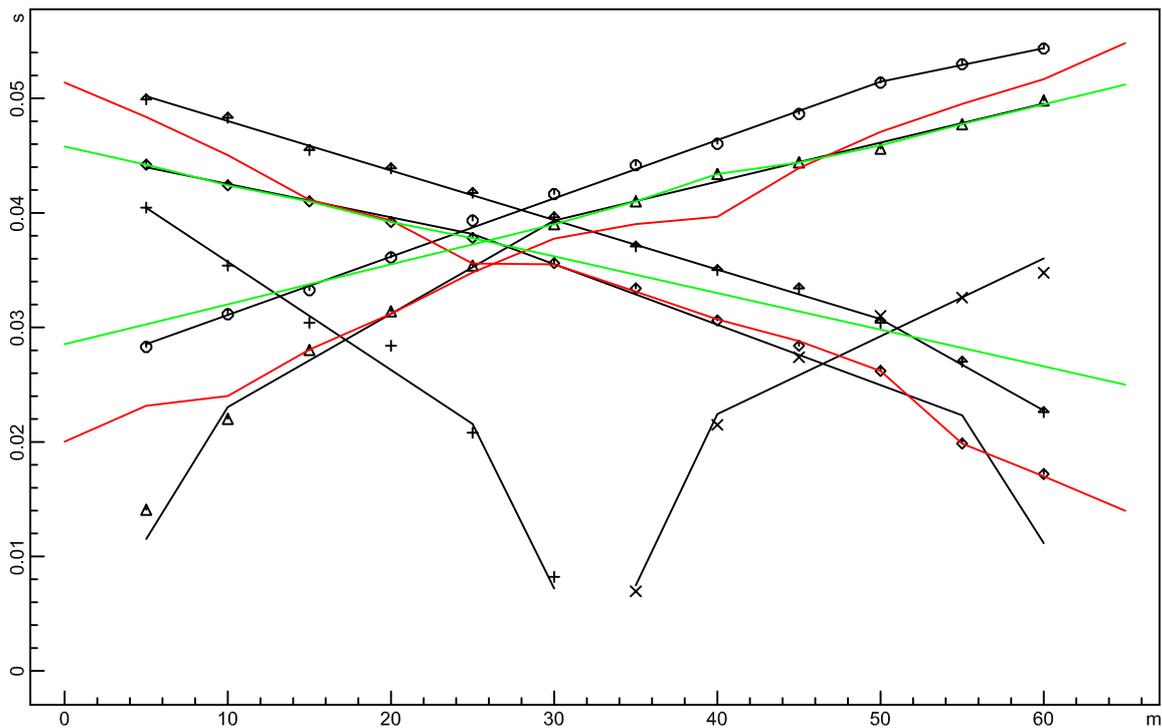
Committente: CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

Oggetto: Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

### DROMOCRONE ORIGINALI linea 3



### DROMOCRONE TRASLATE linea 3



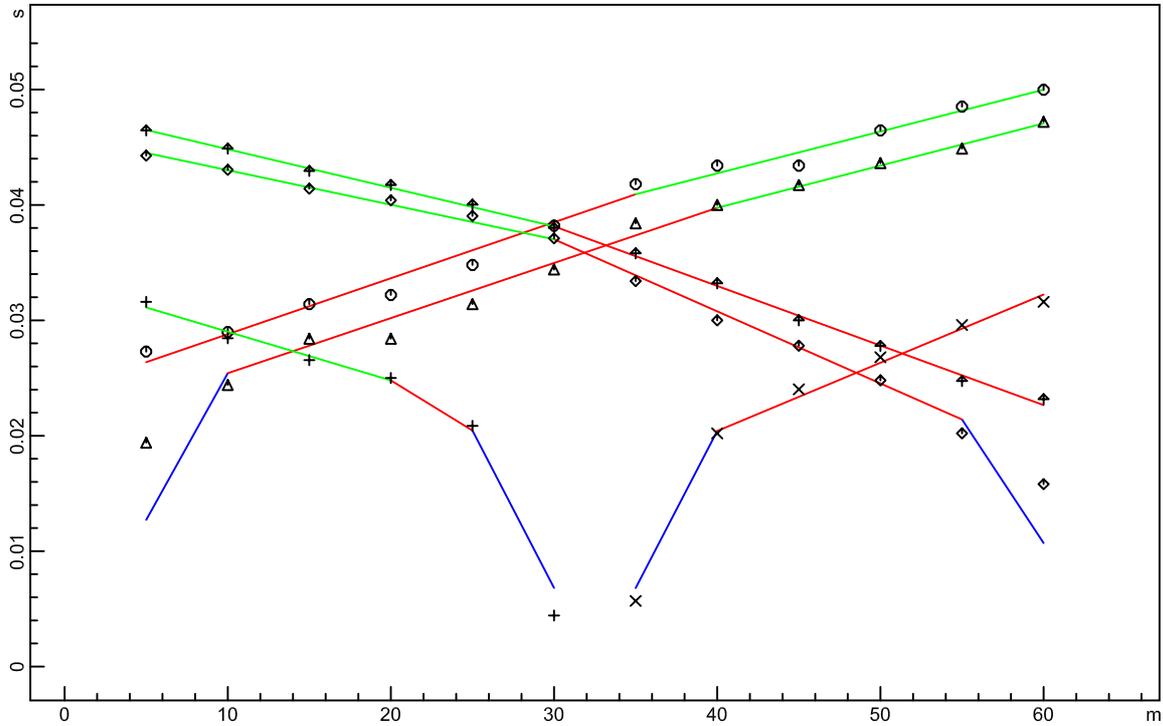


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

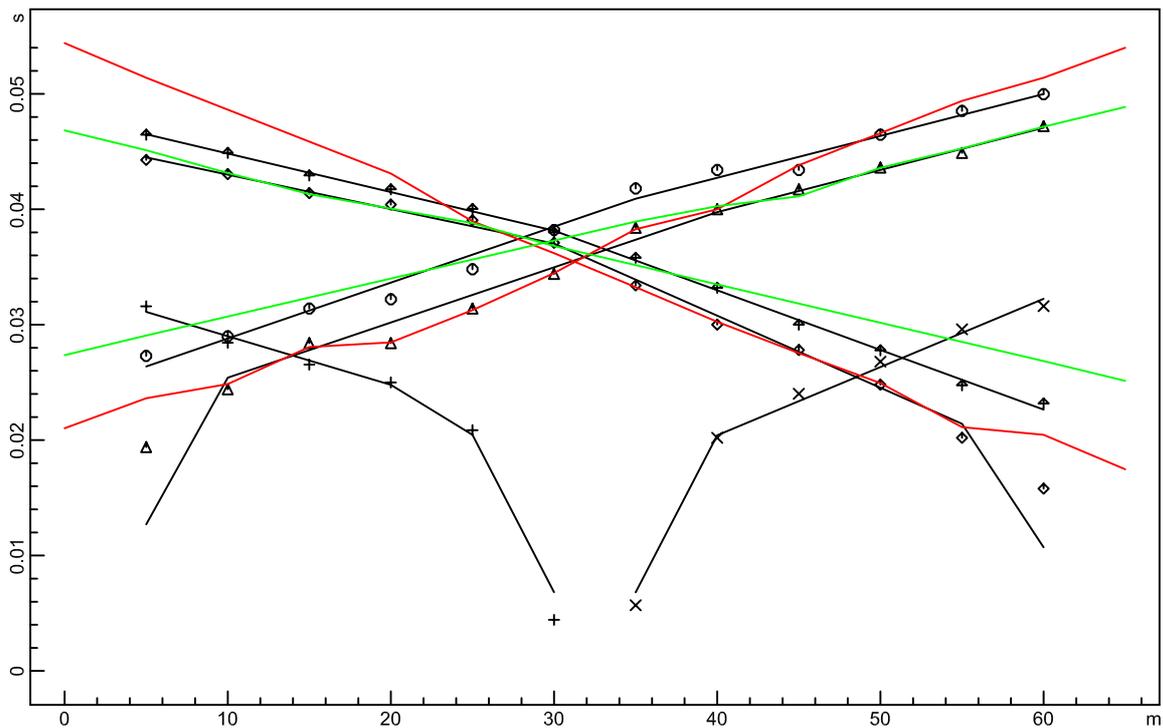
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI lina 4



DROMOCRONE TRASLATE lina 4



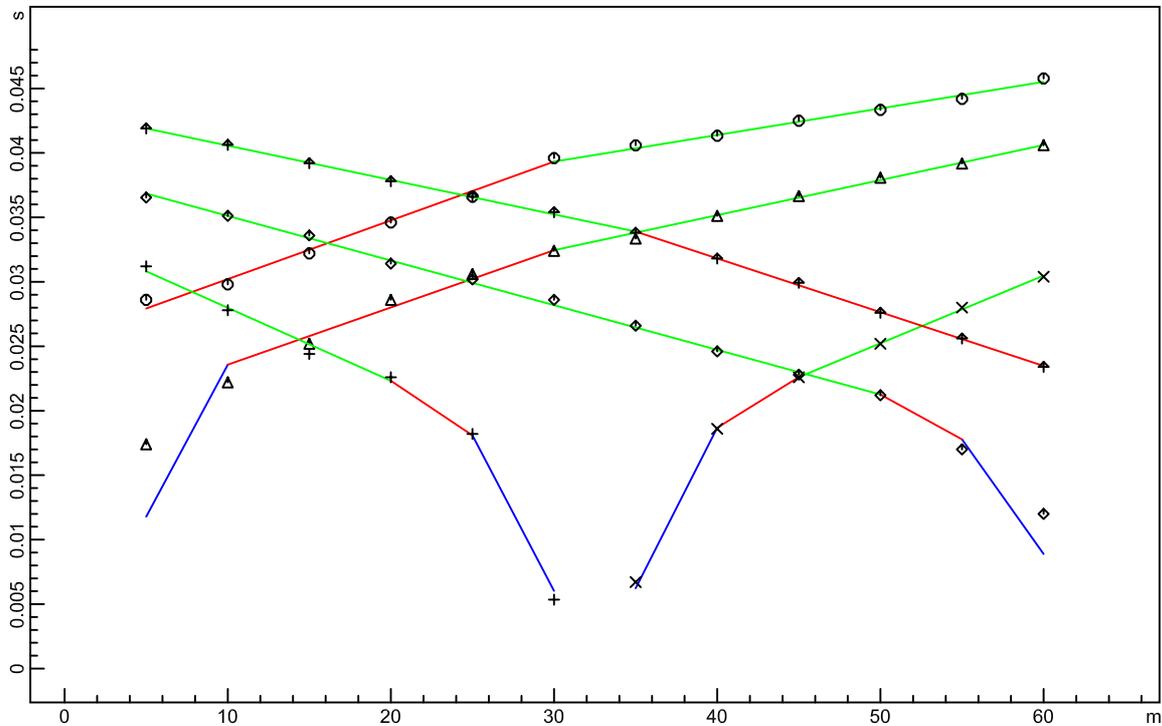


# Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo

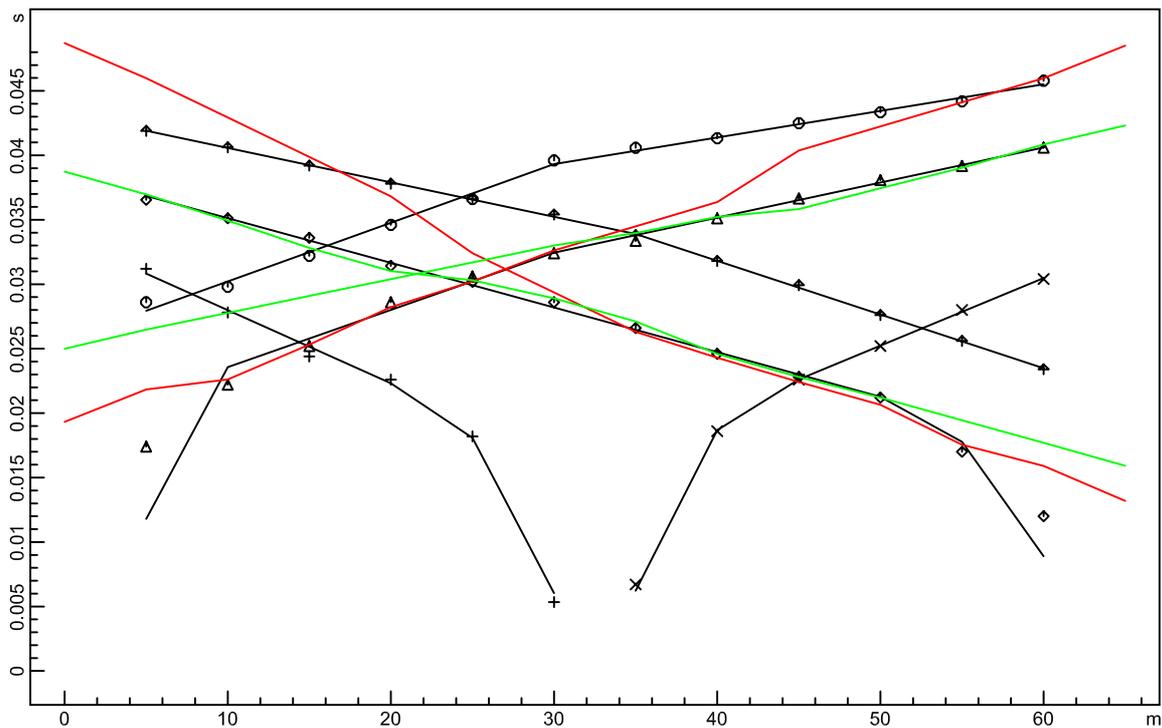
Committente: CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

Oggetto: Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

### DROMOCRONE ORIGINALI lina 5



### DROMOCRONE TRASLATE



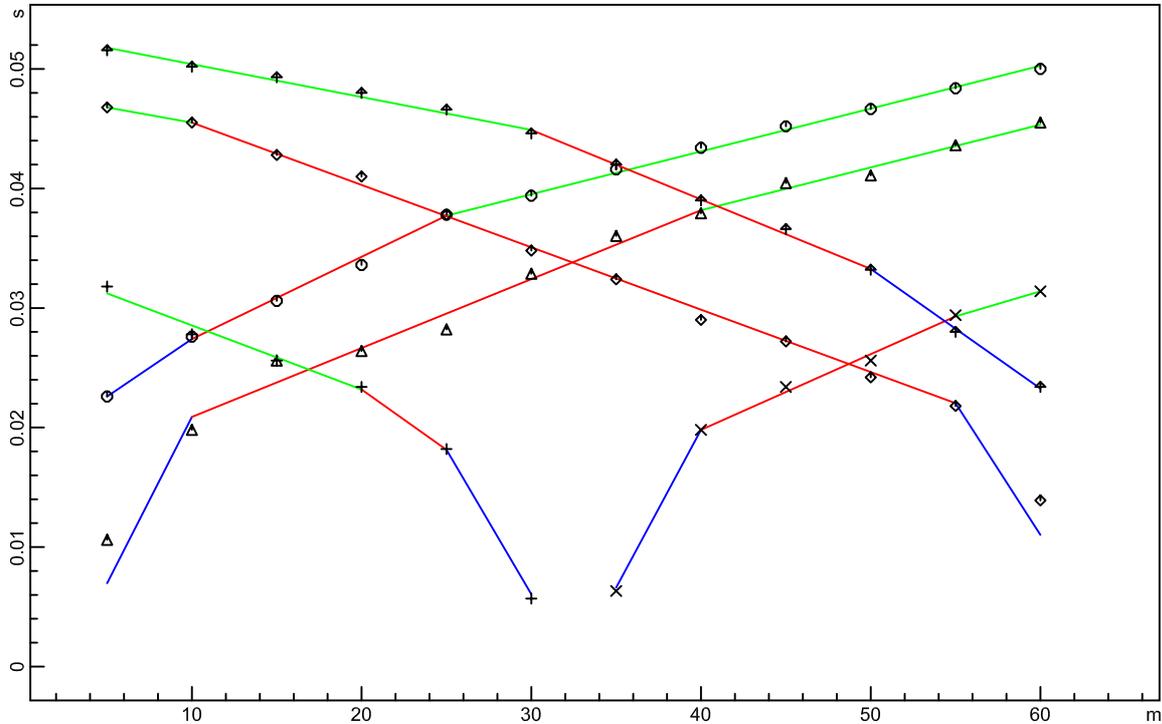


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

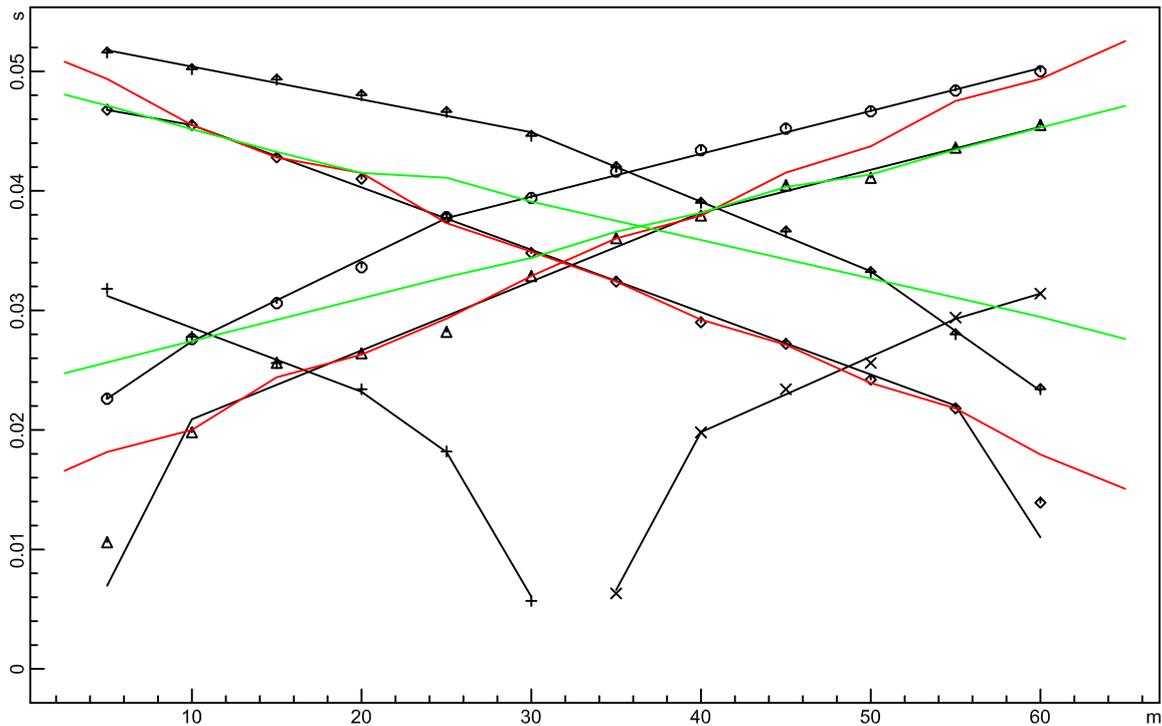
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI linea 6



DROMOCRONE TRASLATE linea 6



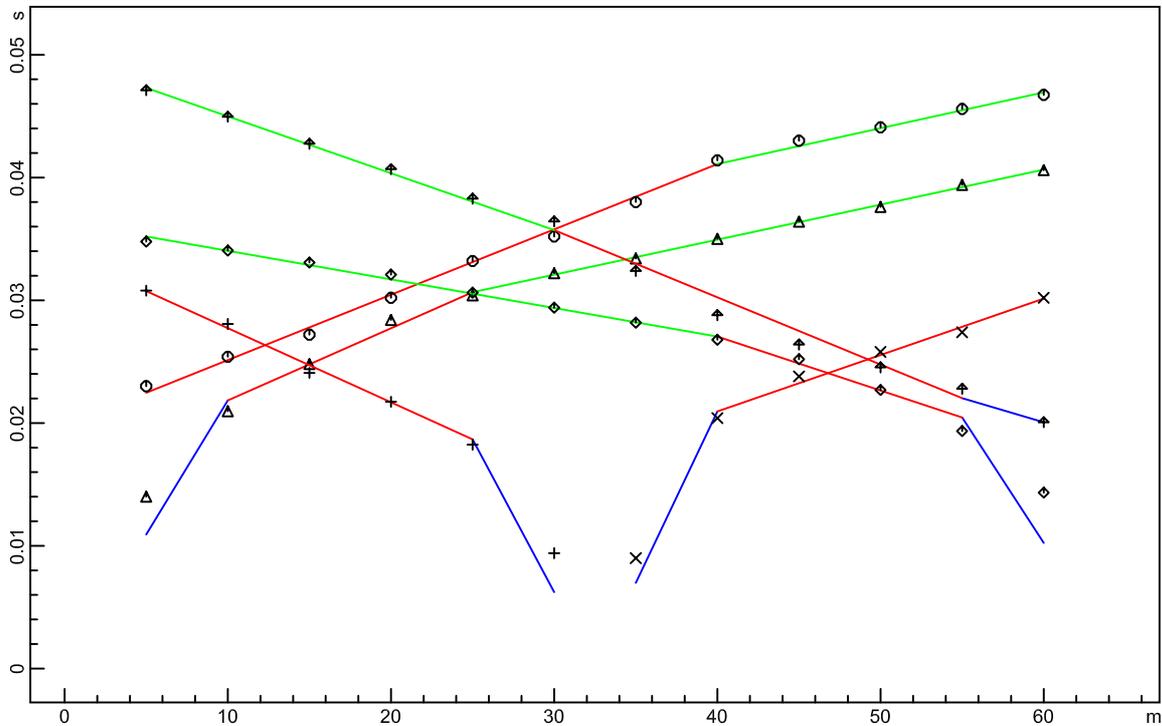


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

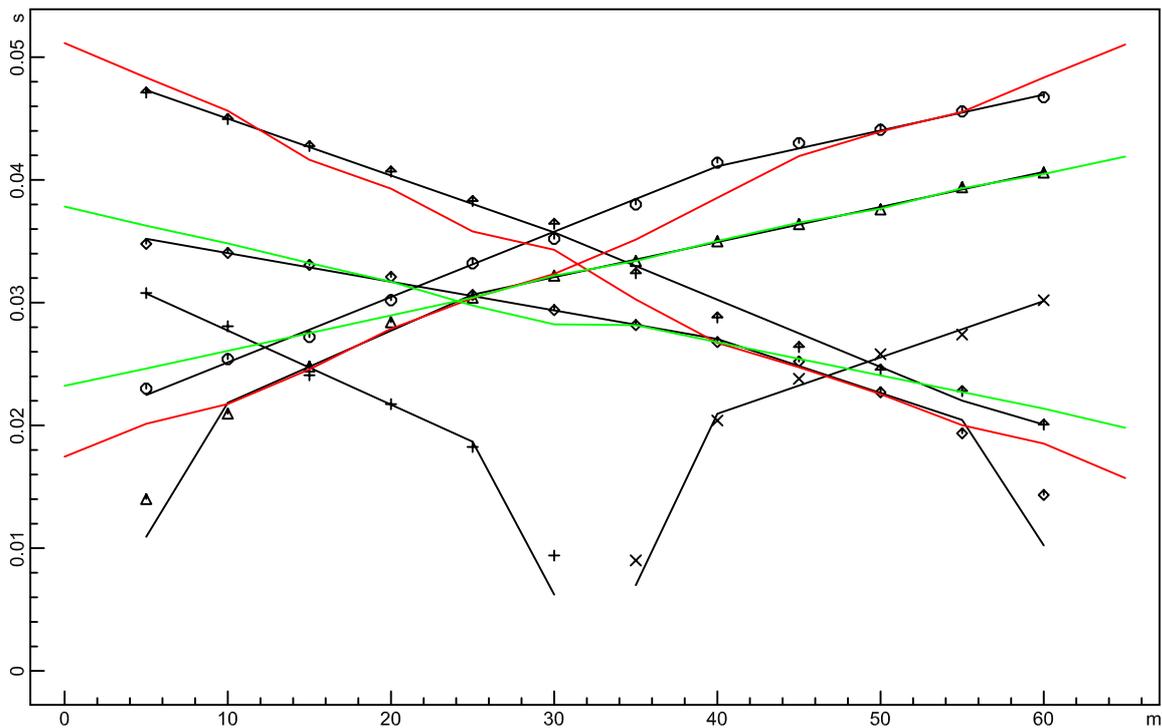
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI linea 7



DROMOCRONE TRASLATE linea 7



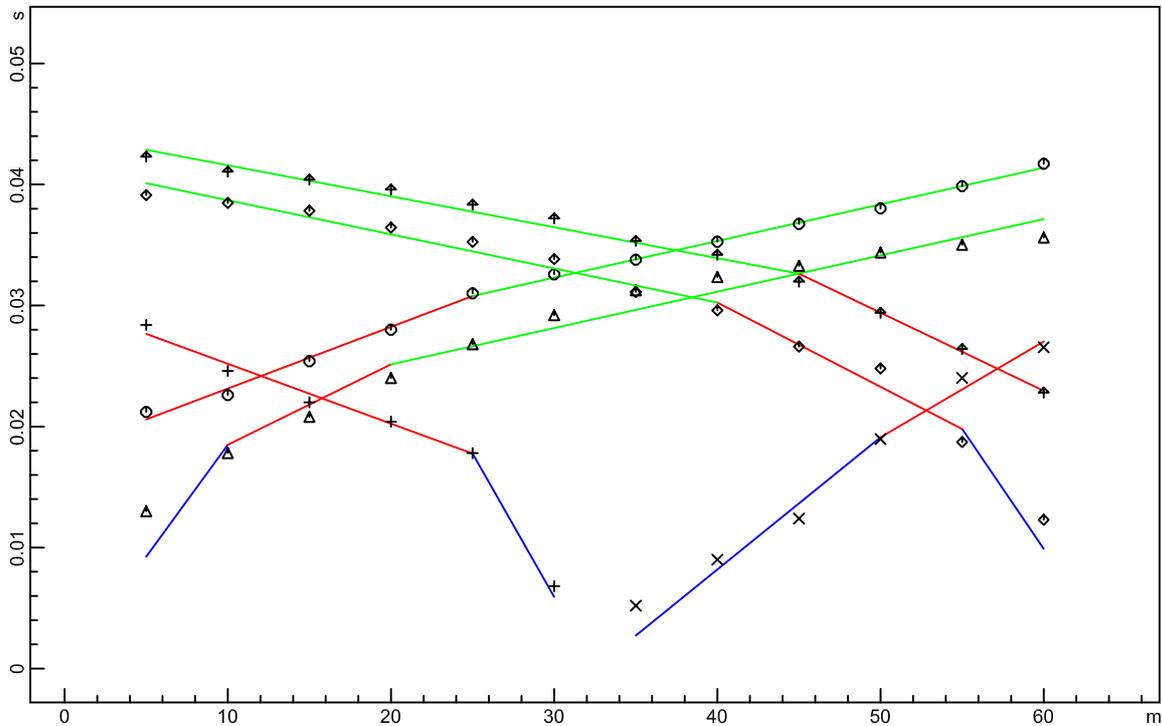


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

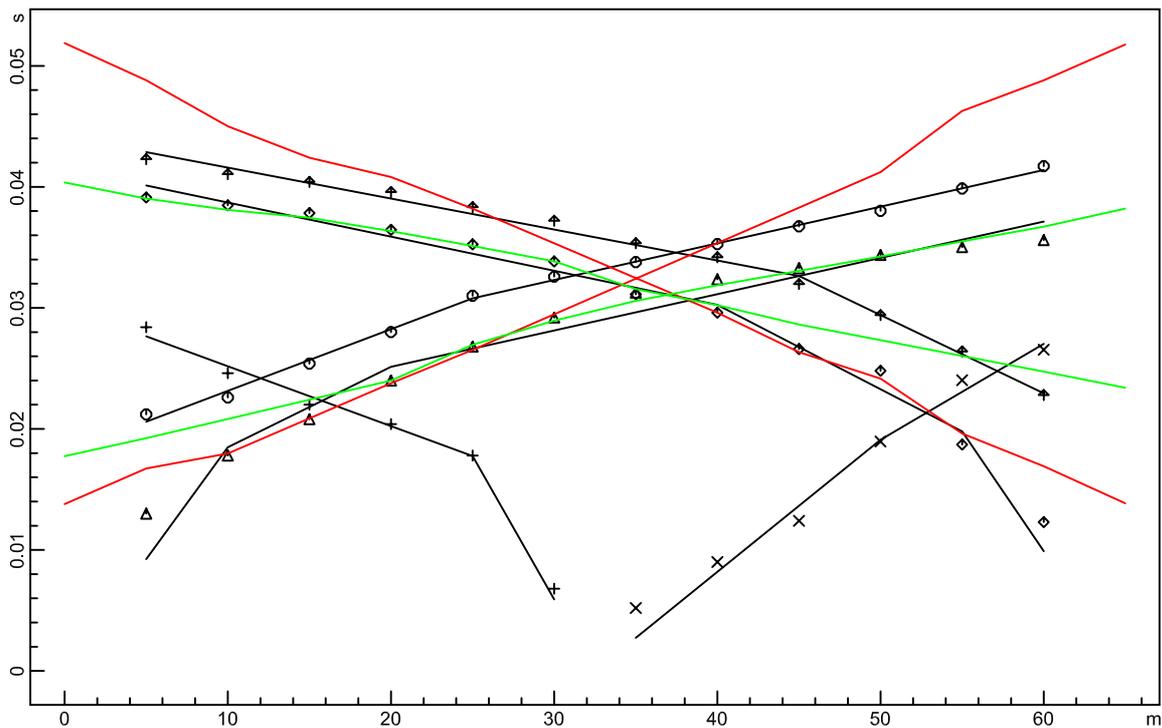
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI linea 8



DROMOCRONE TRASLATE linea 8



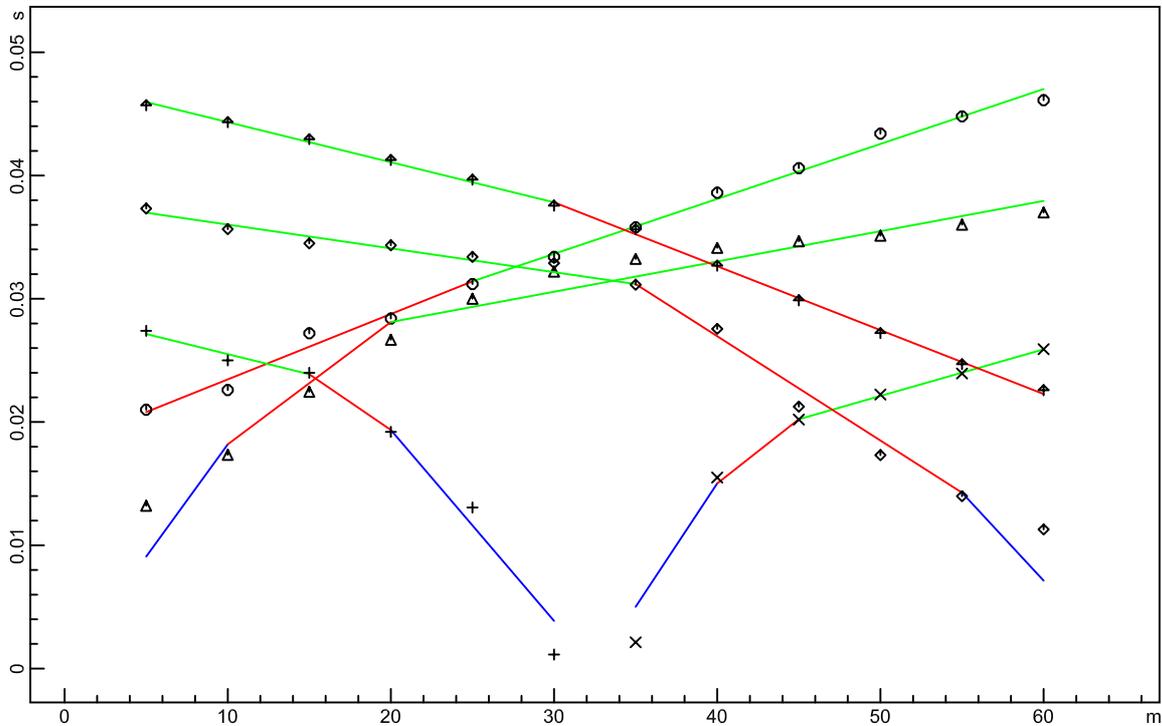


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

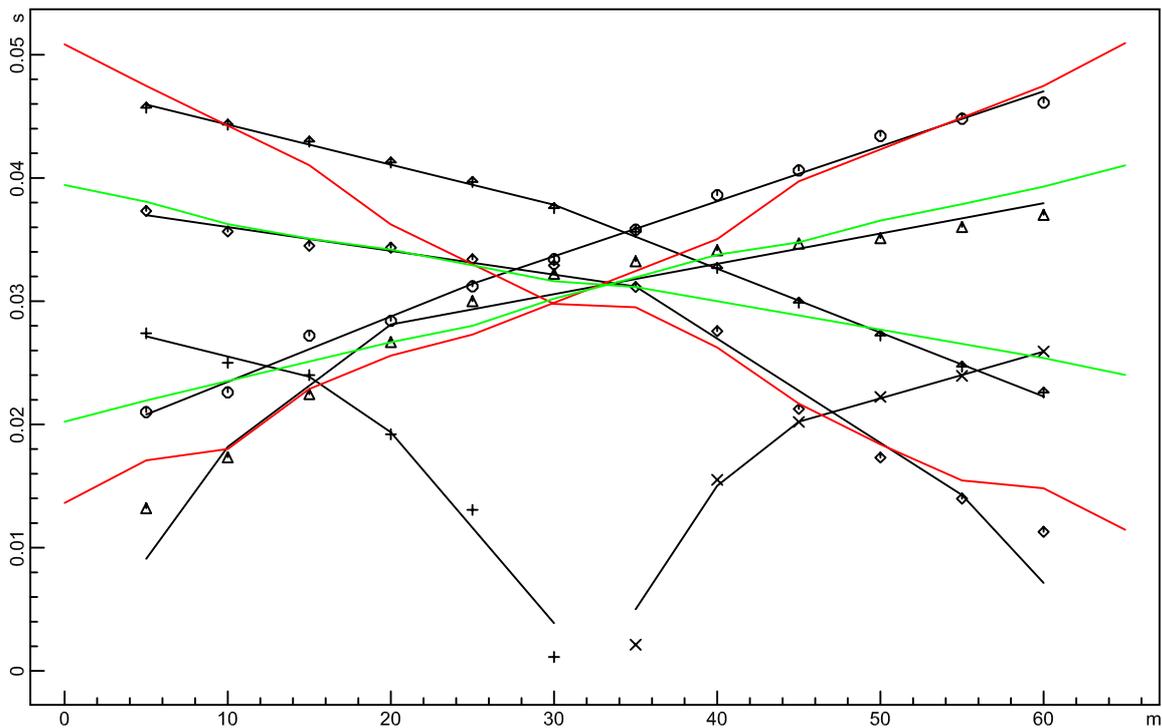
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI linea 9



DROMOCRONE TRASLATE linea 9



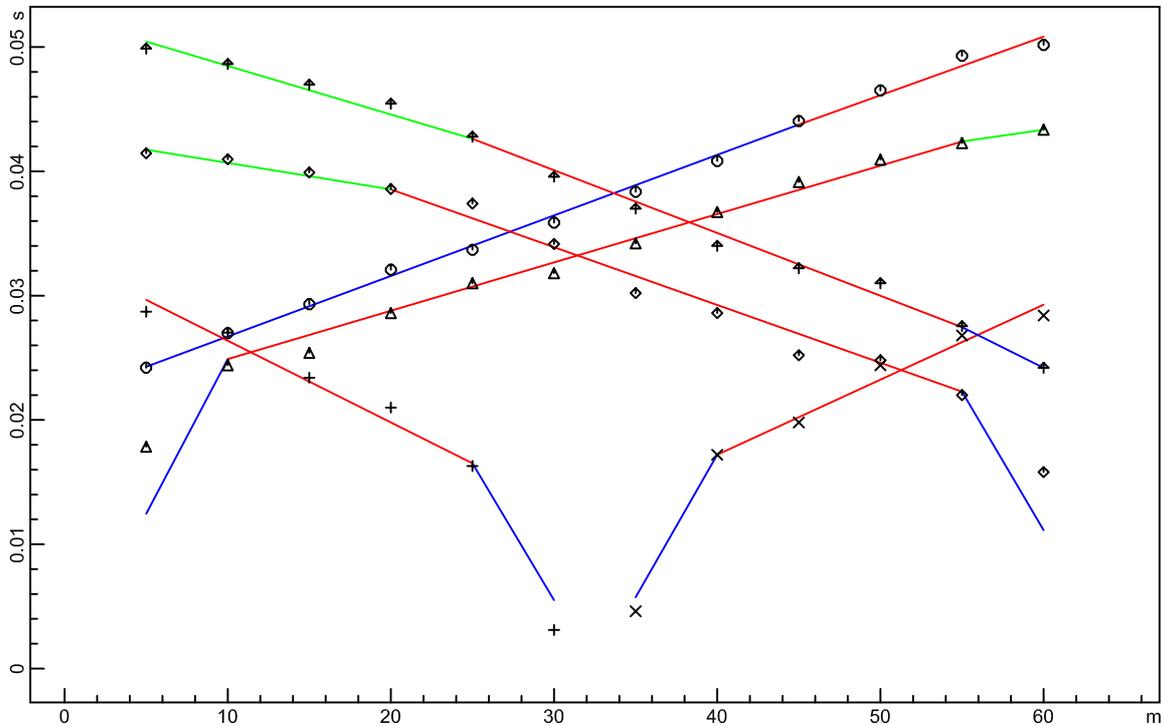


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

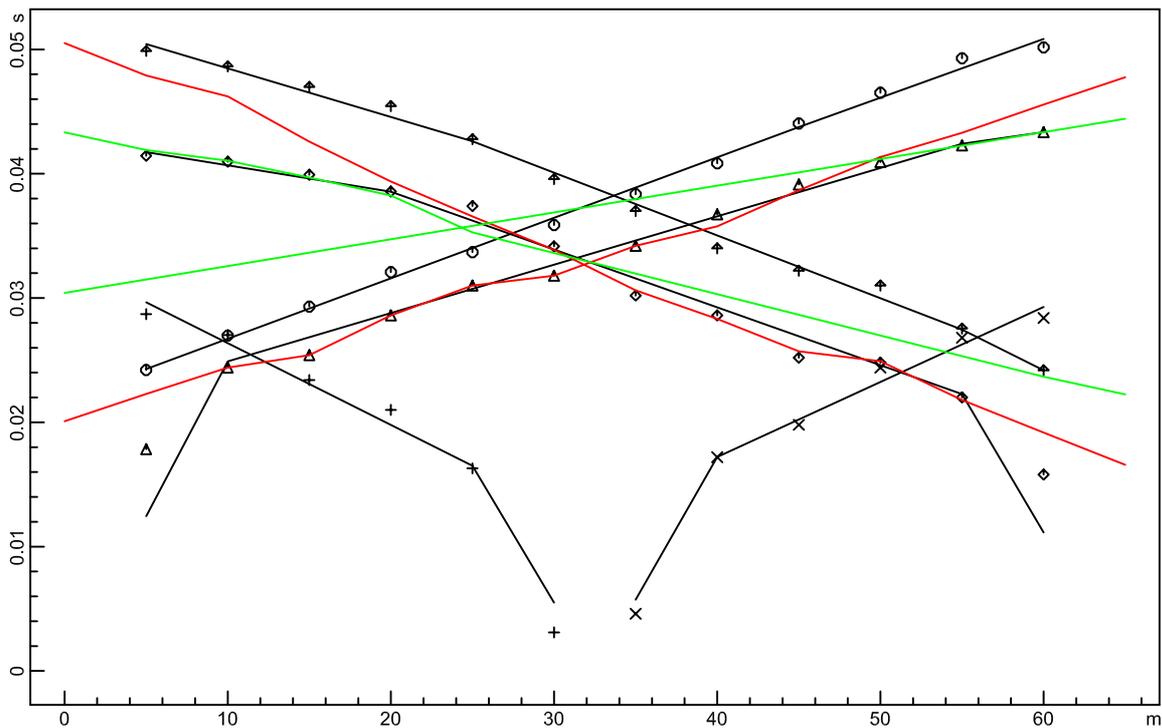
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI linea 10



DROMOCRONE TRASLATE linea 10



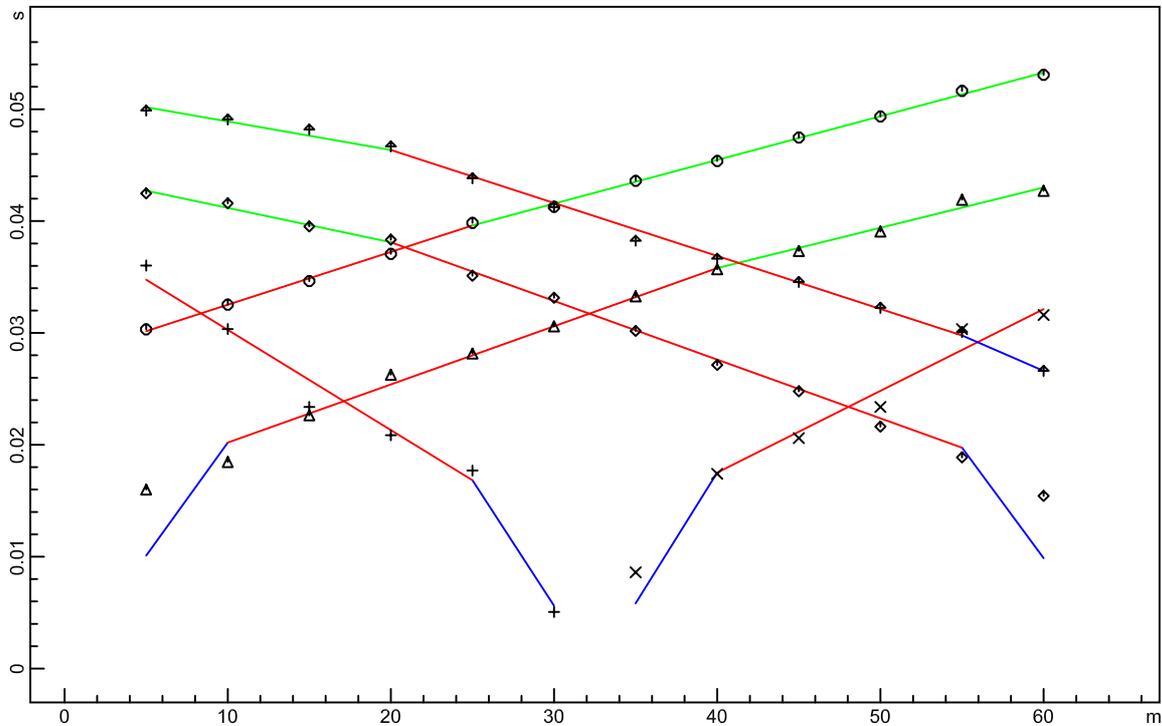


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

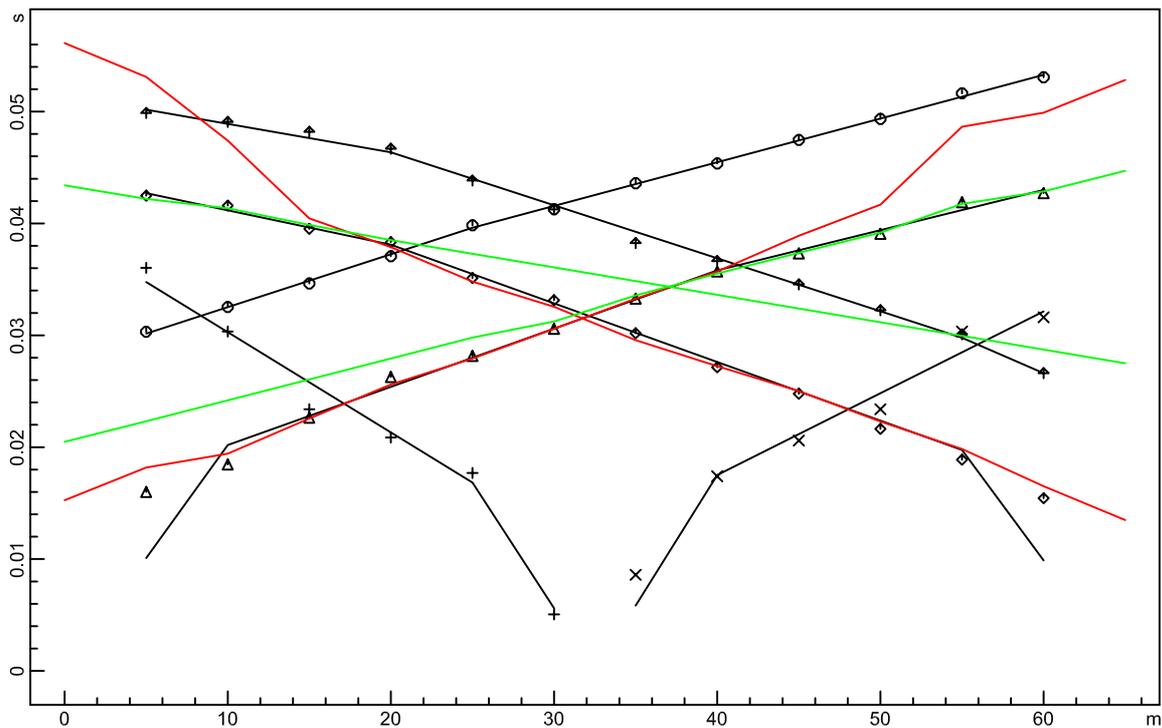
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI linea 11



DROMOCRONE TRASLATE linea 11



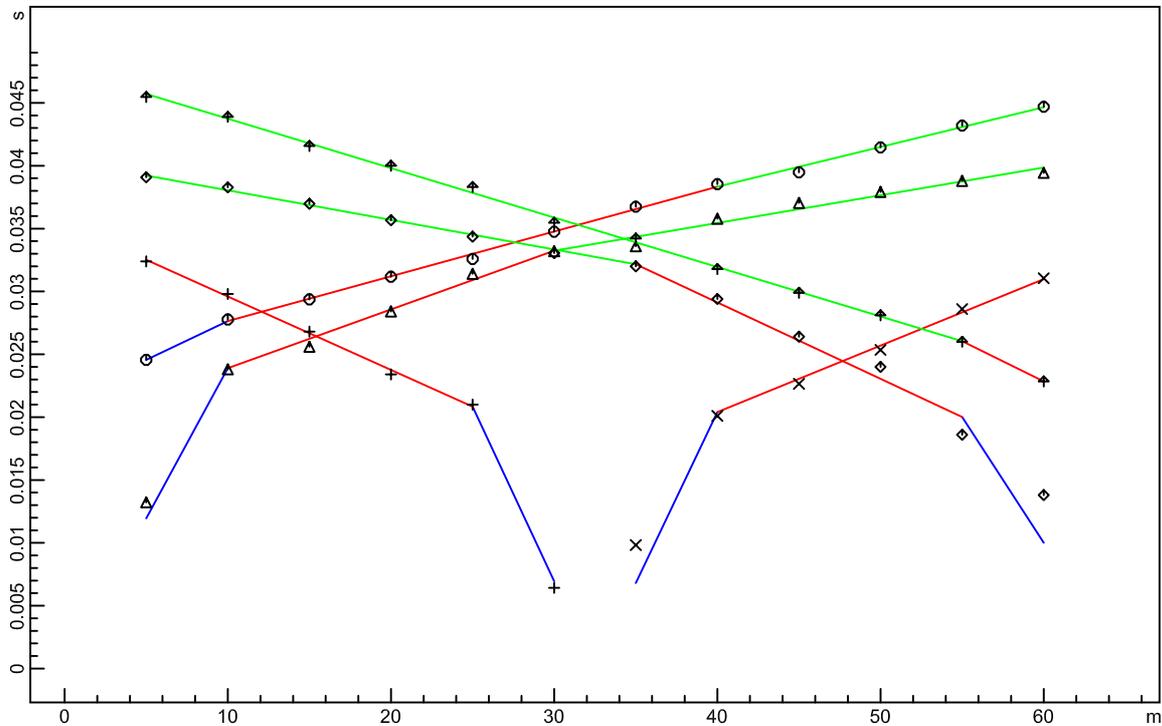


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

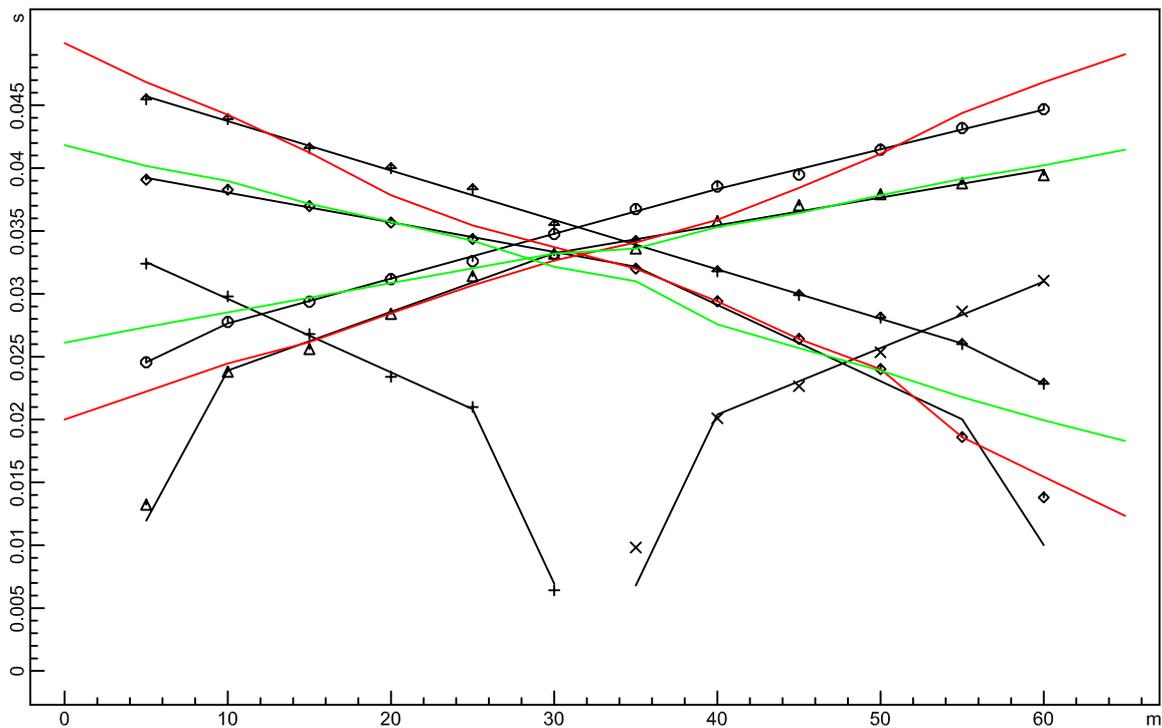
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI linea 12



DROMOCRONE TRASLATE linea 12



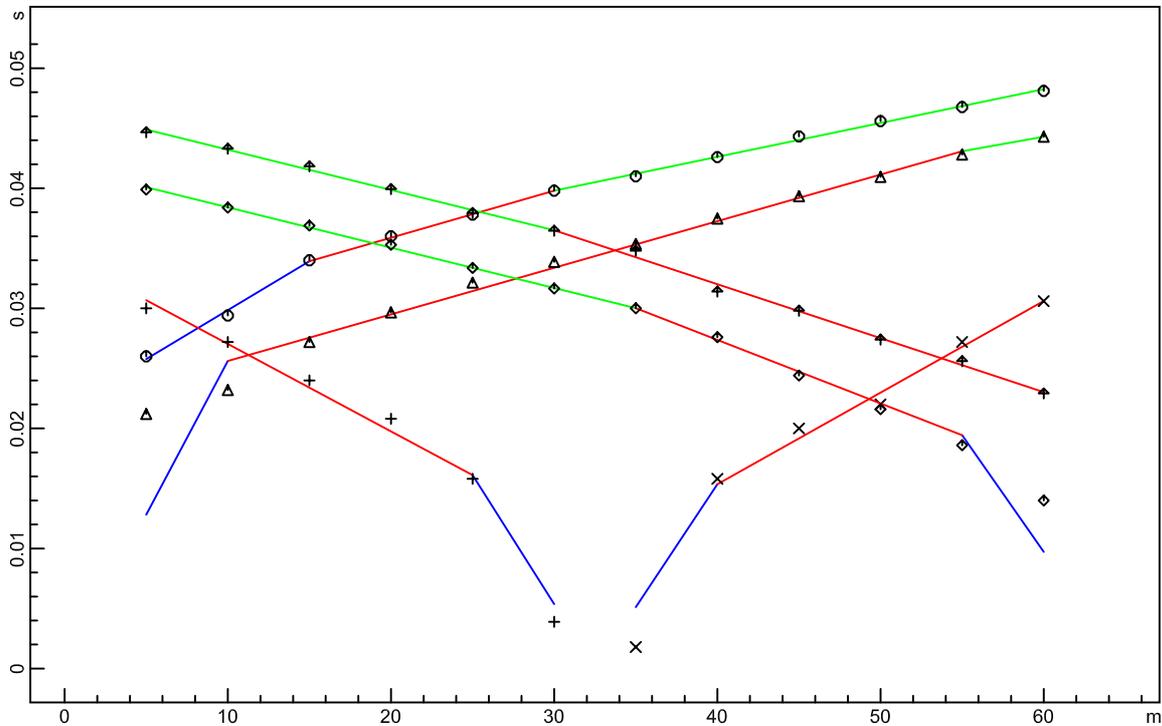


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

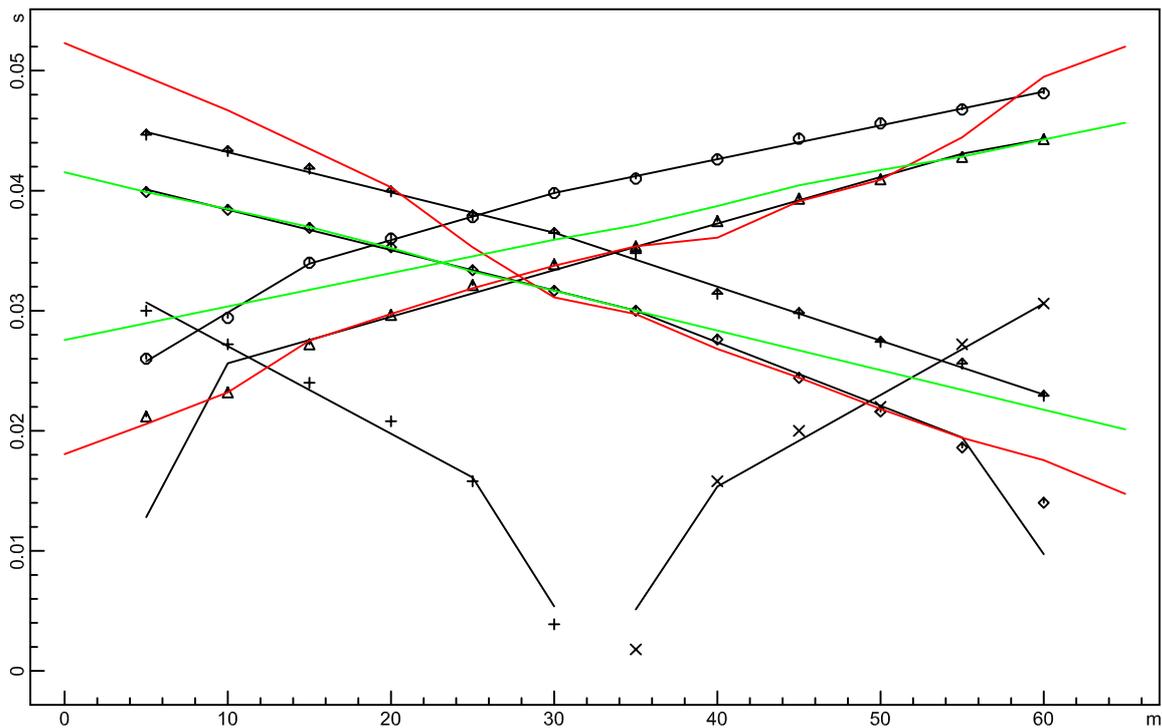
**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

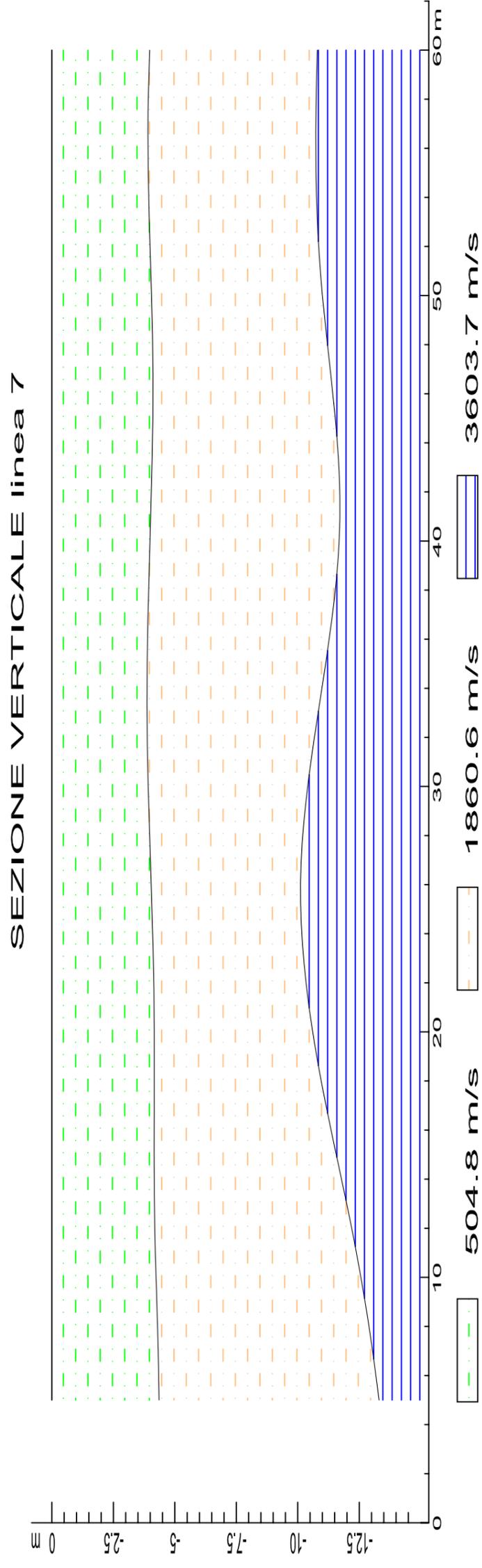
**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna"

DROMOCRONE ORIGINALI linea 13



DROMOCRONE TRASLATE linea 13





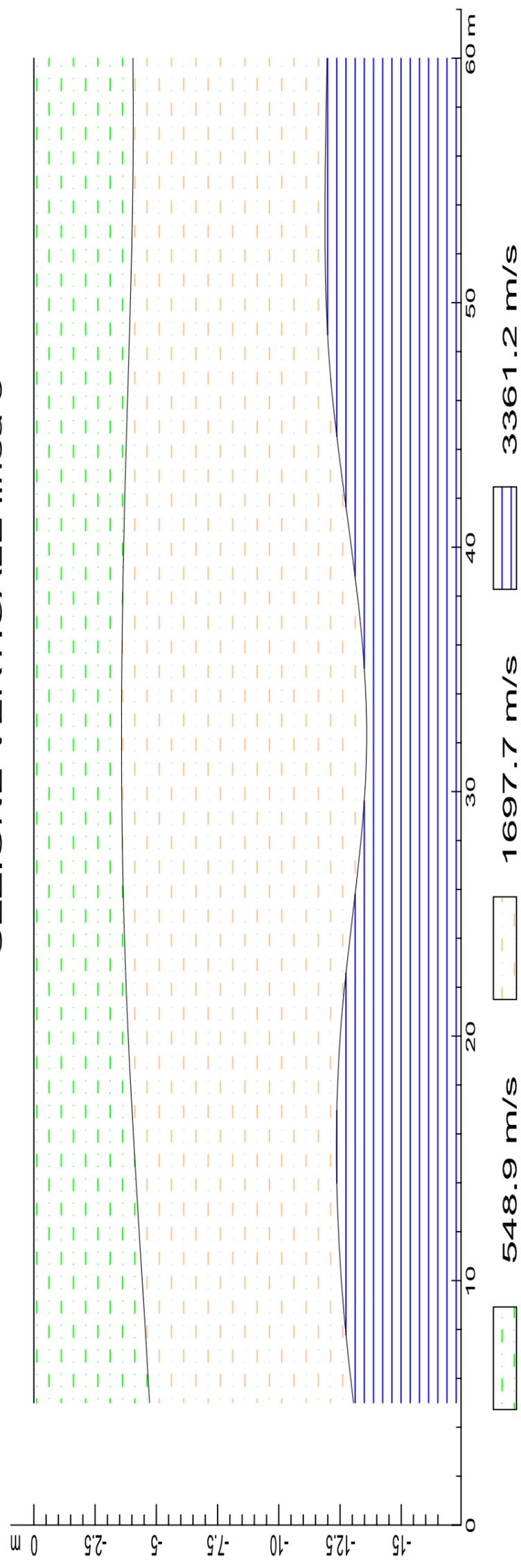


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

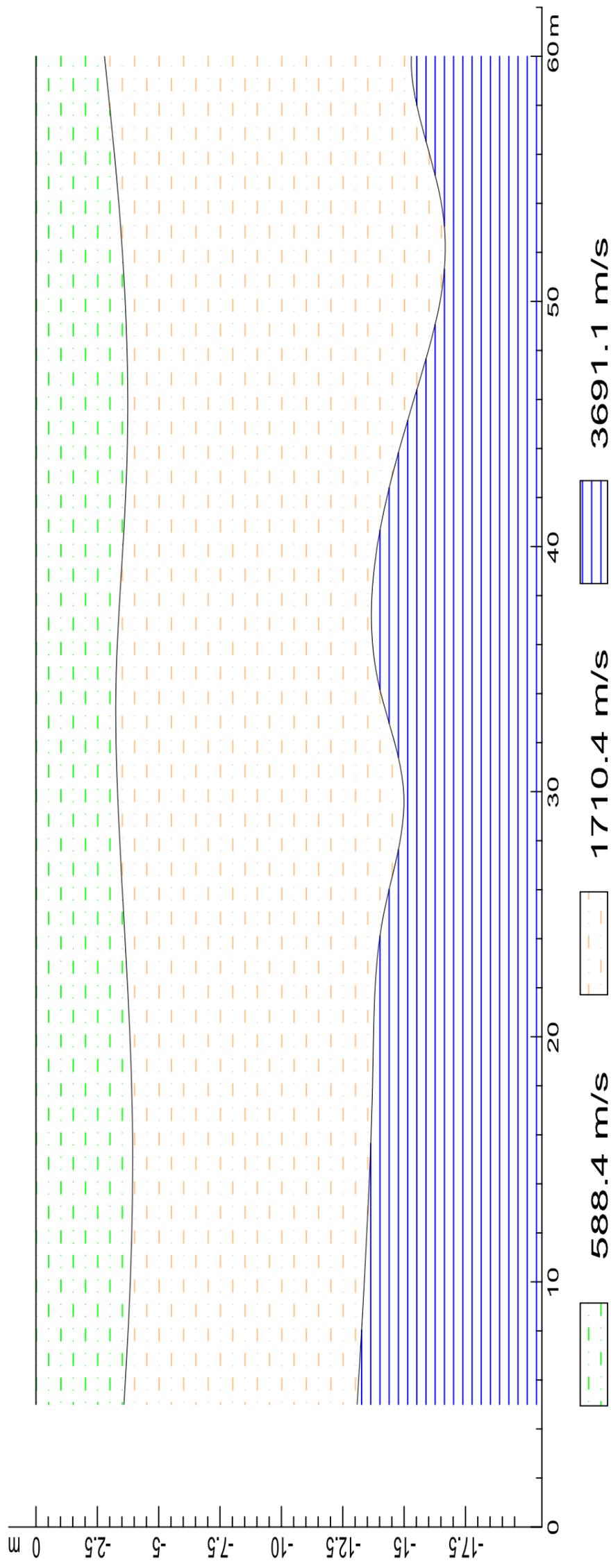
**Committente:** CILP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna" **Scala 1:200**

### SEZIONE VERTICALE linea 8



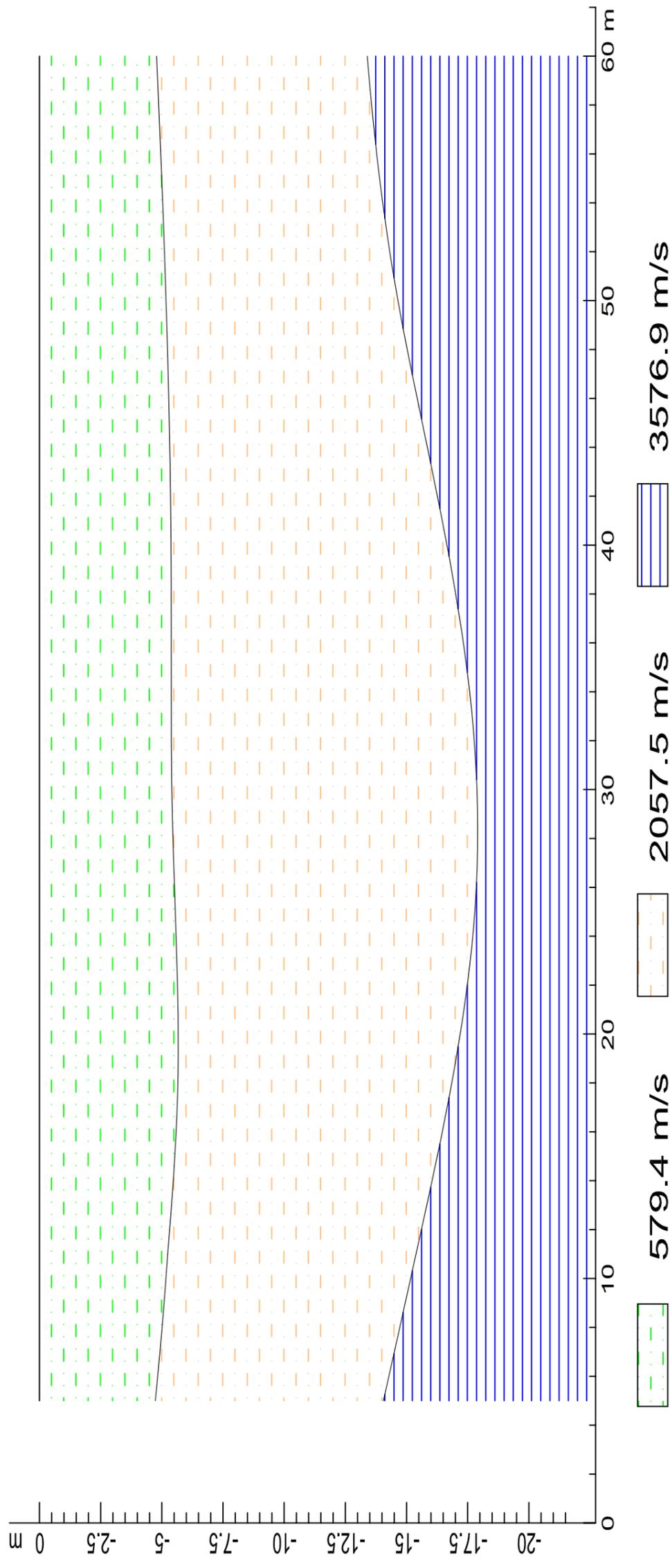
### SEZIONE VERTICALE linea 9



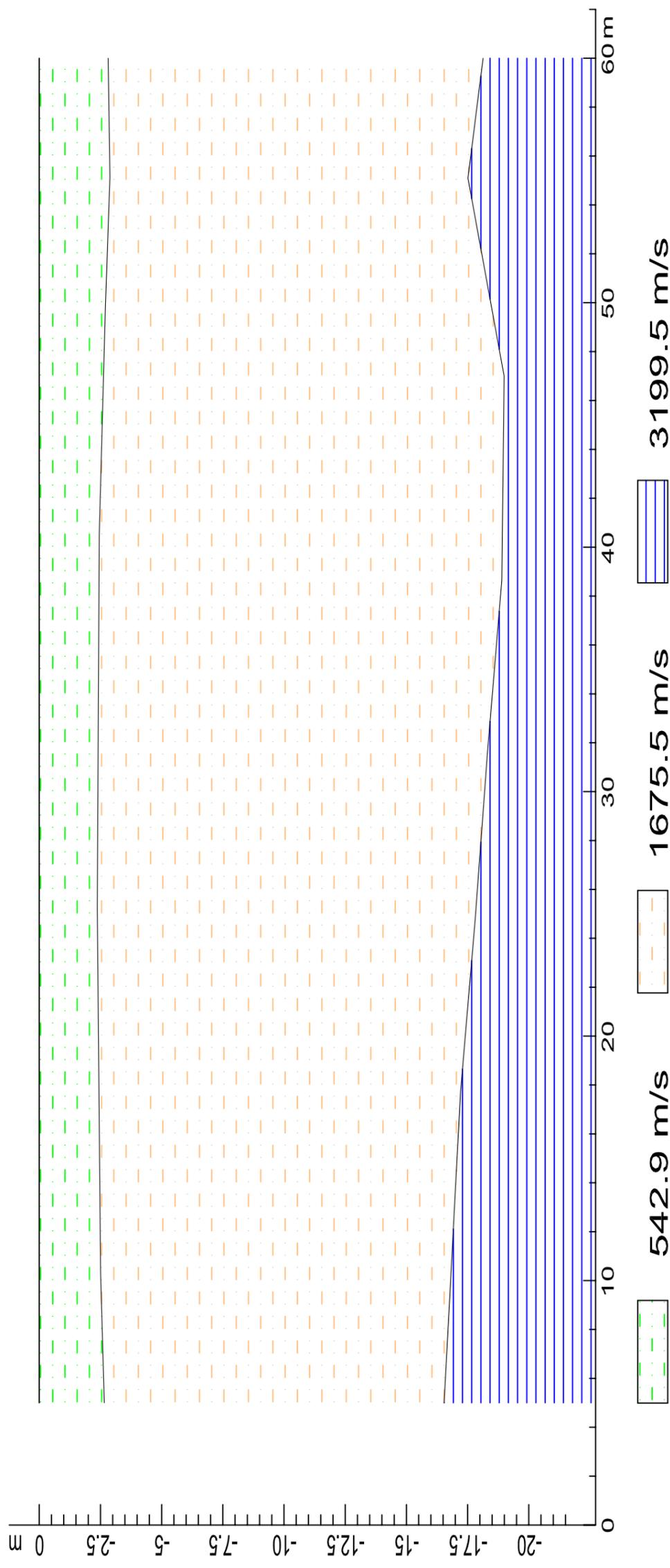


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**  
**Committente:** CILP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno  
**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna" **Scala 1:200**

### SEZIONE VERTICALE linea 10



## SEZIONE VERTICALE linea 11



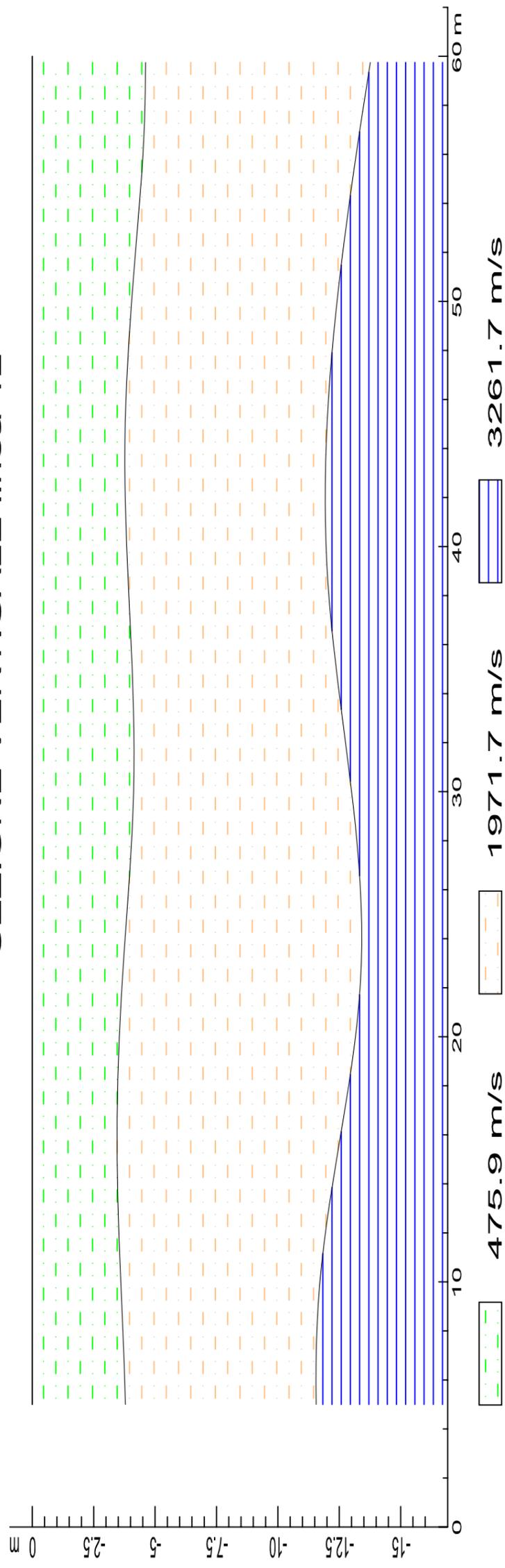


**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**

**Committente:** CIIP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno

**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna" **Scala 1:200**

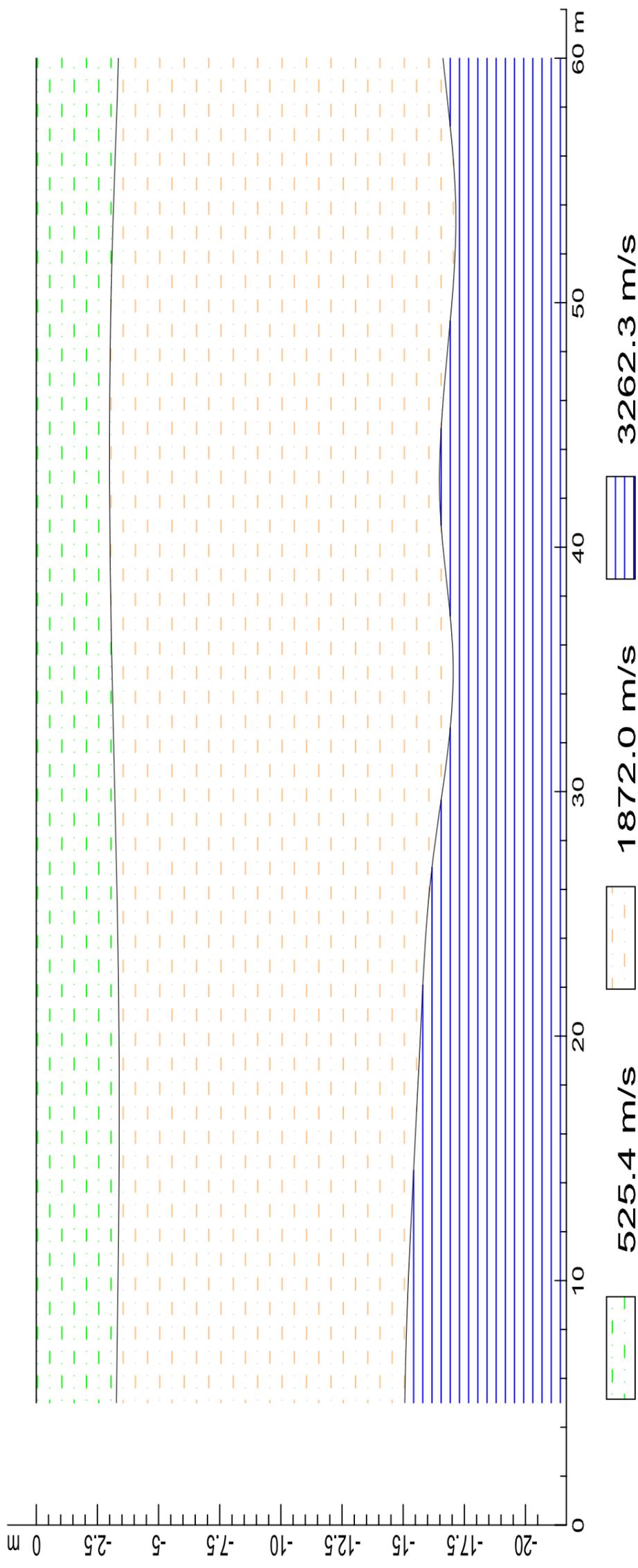
### SEZIONE VERTICALE linea 12





**Comune di Fermo (Fermo) Loc. Paludi di Fermo**  
**Committente:** CILP Vettore spa Viale della repubblica, 24 Ascoli Piceno  
**Oggetto:** Indagine geofisica tramite simica a rifrazione per la realizzazione dell'impianto di depurazione "basso Tenna" **Scala 1:200**

### SEZIONE VERTICALE linea 13



# SPETTRI DI RISPOSTA SISMICA

Via:  n°:

Comune:  Cap:

Provincia:

---

**WGS84 (\*)**

Latitudine:

Longitudine:

Isole:

(1)\* Coordinate WGS84 (\*)  
 Latitudine:  Longitudine:

---

(1)\* Coordinate ED50 (\*)  
 Latitudine:  Longitudine:

---

Classe dell'edificio:

**Cu = 1**

Vita nominale:   
 (Opere provvisorie <= 10, Opere ordinarie >= 50, Grandi opere >= 100)  
 Interpolazione:

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stato Limite	Tr [anni]	$\beta_0$ [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>0</sub> * [s]
Operatività (SLO)	30	0,048	2,404	0,280
Danno (SLD)	50	0,061	2,529	0,283
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,182	2,467	0,302
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,237	2,517	0,317
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

**CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI**

Muri di sostegno  Parate

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m):   
 us (m):

Categoria sottosuolo:   
 Categoria topografica:

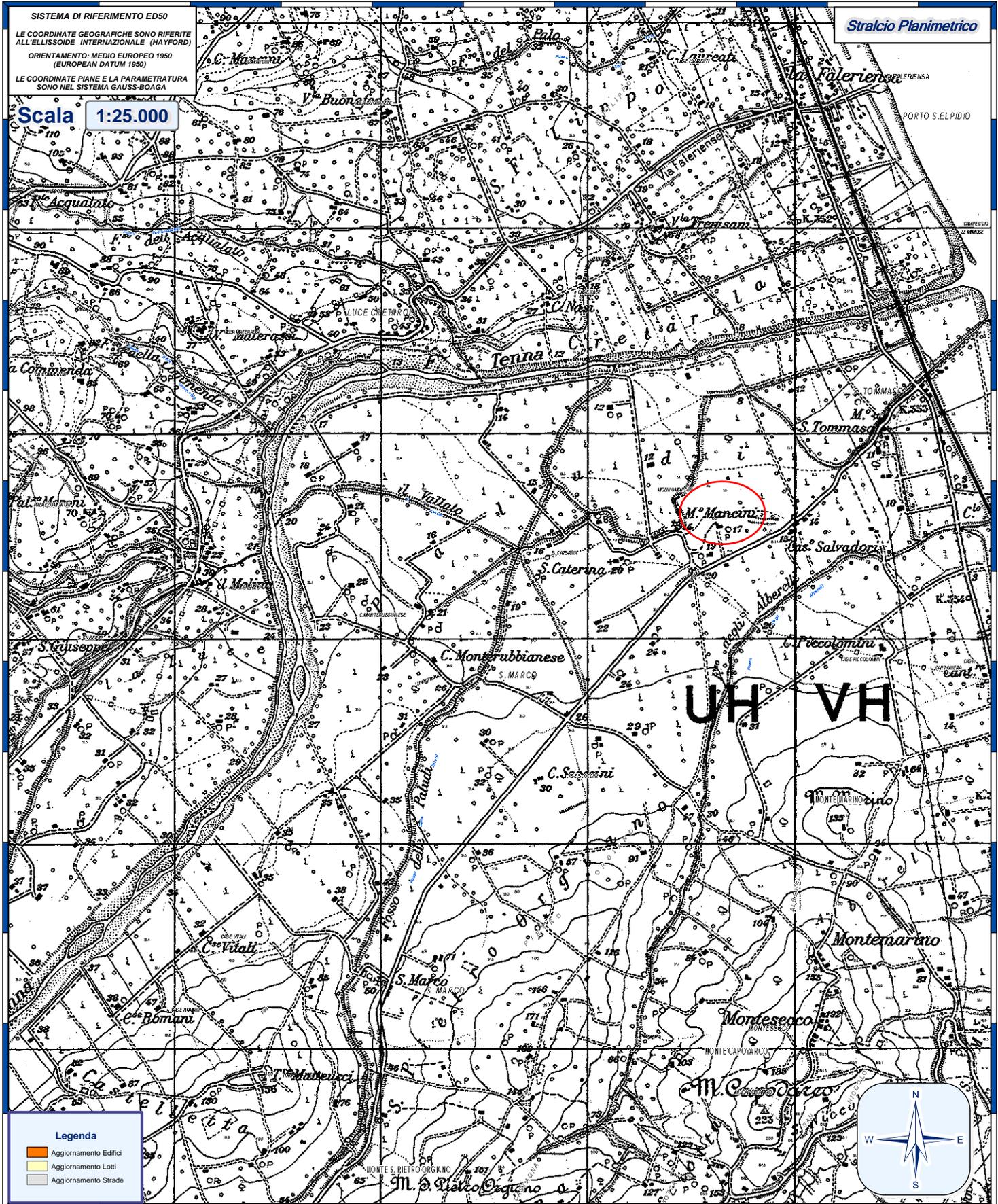
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss* Amplificazione sismografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc* Coeff. funz. categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,012	0,049	0,071
lv	0,005	0,006	0,025	0,038
Am <sub>ax</sub> [m/s²]	0,489	0,697	1,782	2,321
Beta	0,200	0,200	0,270	0,300

(1)\* Il software converte i dati del sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoGis.

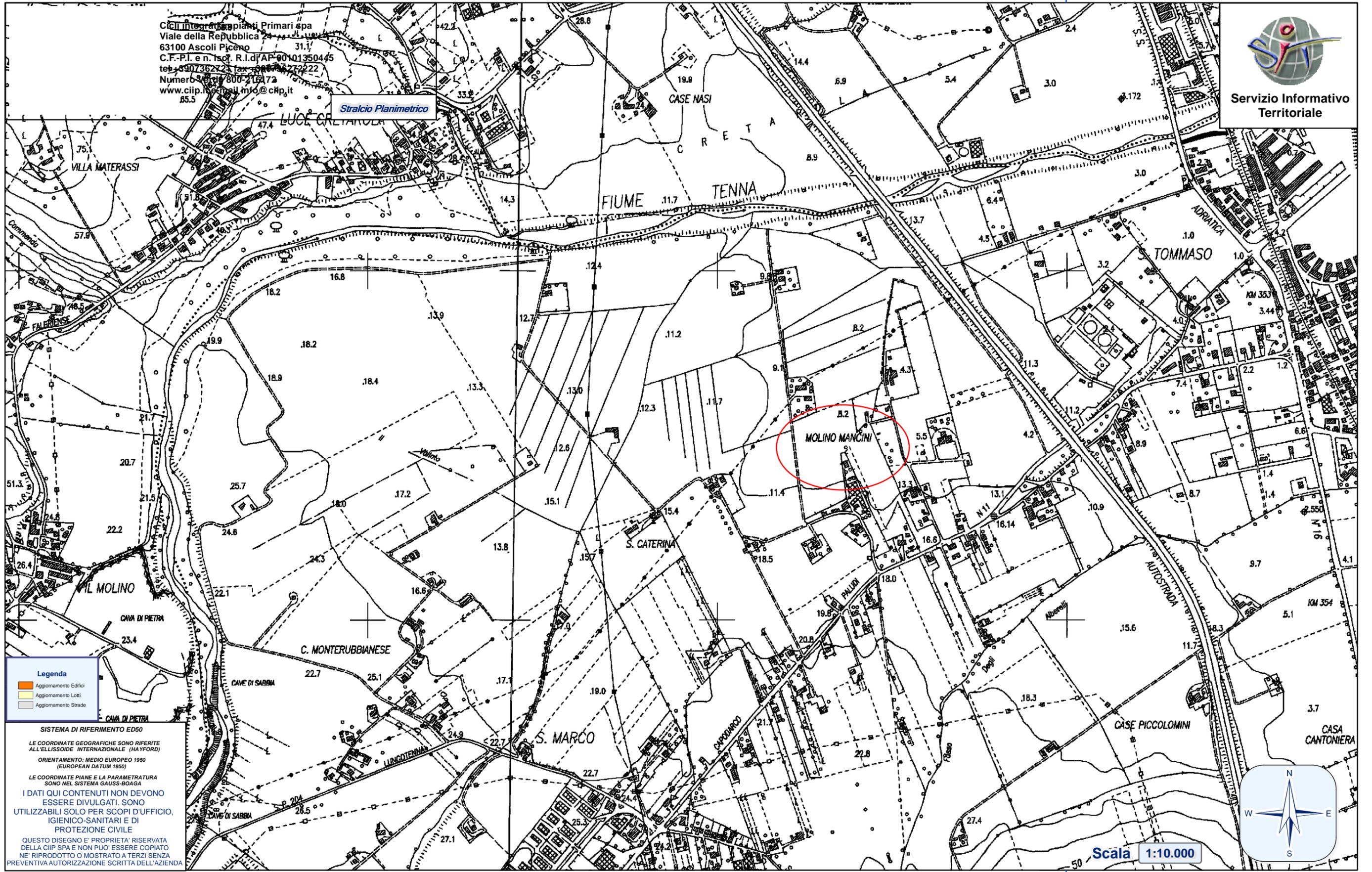


Ciip Integrati piani Primari spa  
Viale della Repubblica 24  
63100 Ascoli Piceno  
C.F.-P.I. e n. Iscr. R.I.d/ AP 00101950445  
tel. +39 0736 2721 fax +39 0736 272222  
Numero Verde 800 216172  
www.ciip.it email: info@ciip.it

Stralcio Planimetrico



Servizio Informativo  
Territoriale

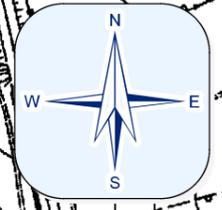


**Legenda**

- Aggiornamento Edifici
- Aggiornamento Lotti
- Aggiornamento Strade

SISTEMA DI RIFERIMENTO ED50  
LE COORDINATE GEOGRAFICHE SONO RIFERITE ALL'ELLISSOIDE INTERNAZIONALE (HAYFORD)  
ORIENTAMENTO: MEDIO EUROPEO 1950 (EUROPEAN DATUM 1950)  
LE COORDINATE PIANE E LA PARAMETRATURA SONO NEL SISTEMA GAUSS-BOAGA  
I DATI QUI CONTENUTI NON DEVONO ESSERE DIVULGATI. SONO UTILIZZABILI SOLO PER SCOPI D'UFFICIO, IGIENICO-SANITARI E DI PROTEZIONE CIVILE  
QUESTO DISEGNO E' PROPRIETA' RISERVATA DELLA CIIP SPA E NON PUO' ESSERE COPIATO NE' RIPRODOTTO O MOSTRATO A TERZI SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELL'AZIENDA

Scala 1:10.000



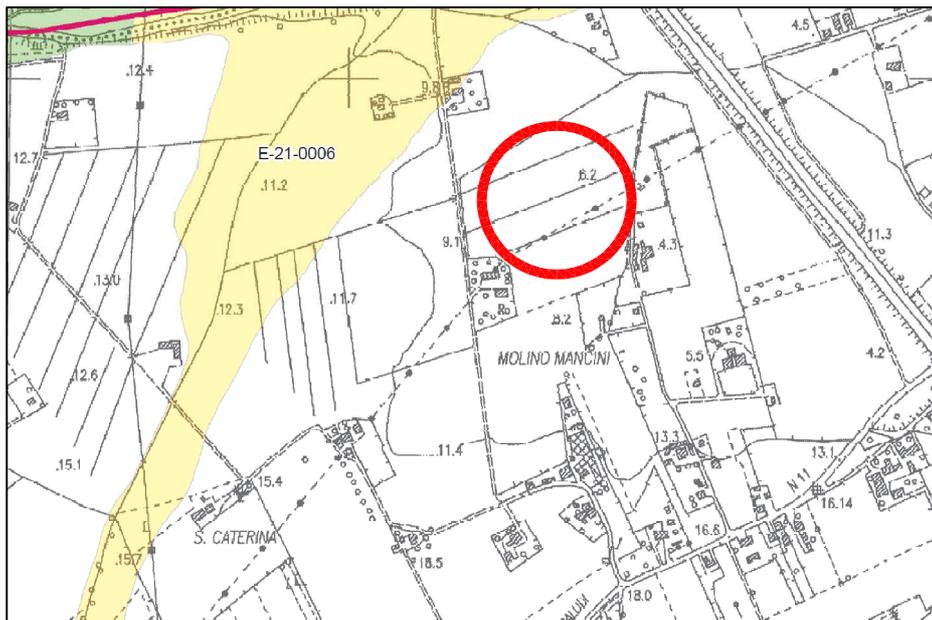




REGIONE MARCHE  
 Autorita' di Bacino Regionale  
 Piano Assetto Idrogeologico (PAI)  
 CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Tavola RI 54

Scala 1:10.000



LEGENDA

Aree a rischio frana  
 (codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

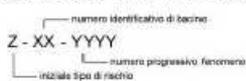
Aree a rischio esondazione  
 (codice E-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio valanga  
 (codice V-xx-yyyy)

- Rischio molto elevato (R4)

DESCRIZIONE CODICE LEGATO AI FENOMENI



Limite di bacino idrografico

- + Limite Regionale
- Limite Provinciale
- Limite Comunale

DEFINIZIONE (DPR 29/9/98 ex L.267/98) GRADI DI RISCHIO

“Le diverse situazioni sono aggregate in quattro classi di rischio a gravosità crescente [...] alle quali sono attribuite le seguenti definizioni:

- moderato R1:** per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- medio R2:** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- elevato R3:** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- molto elevato R4:** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

Area in studio

# Carta Geologica

Scala 1:5.000



Depositi Alluvionali attuali



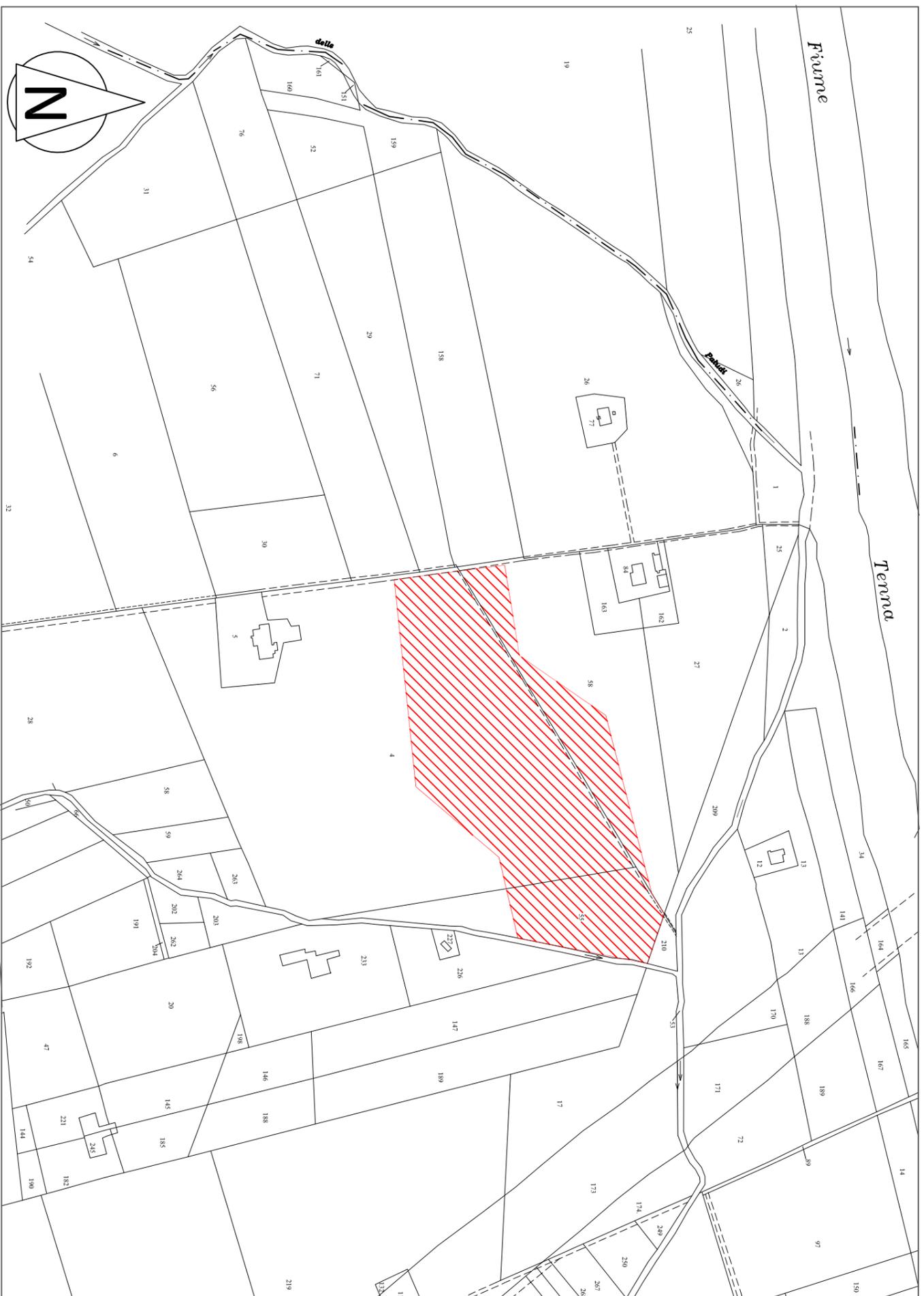
Depositi Alluvionali terrazzati



Area in studio

# PLANIMETRIA CATASTALE

Scala 1:1000



PROVINCIA DI FERMO

COMUNE DI FERMO

FOGLIO N. 2

Scala di 1:1000

Particelle n°4 p.p., n°55 e n°58 p.p.

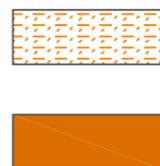
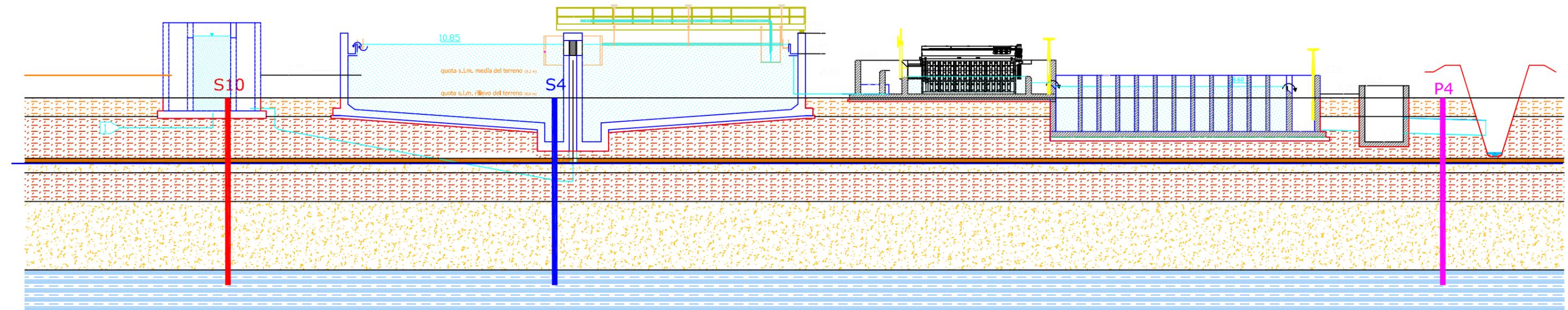
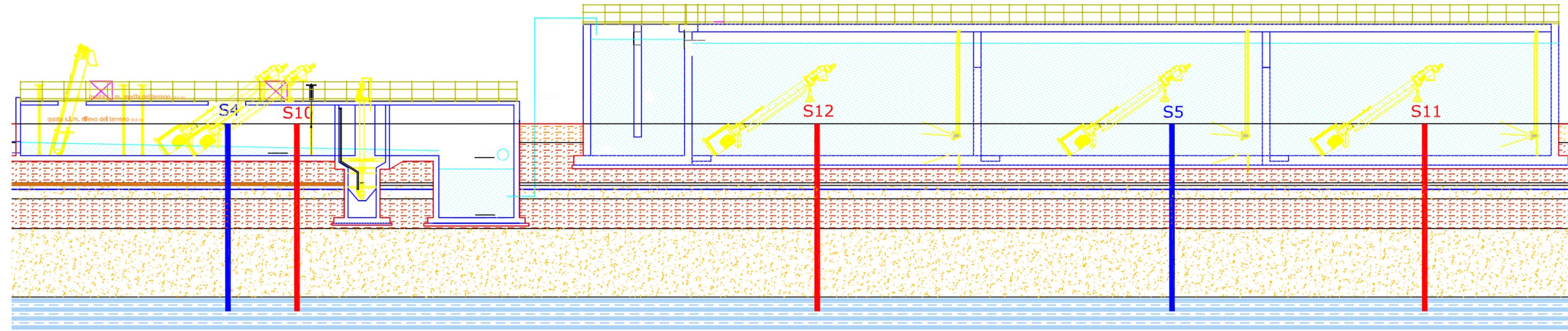


Area in esame



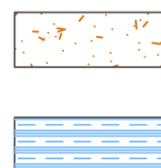
# SEZIONI GEOLOGICHE

Scala 1:200



Sabbie limose e Limi sabbiosi

Limo sabbioso-argilloso



Ghiaie e Ghiaie sabbiose

Argille

S10



Sondaggi geognostici

S10



Sondaggi geognostici reperiti

P4



Prova penetrometrica dinamica SCPT

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : Area ex Molino Mancini

COMUNE : Fermo

DATA: 22/08/09

Metodo di perforazione : Carot. Cont.

Ø di perforazione : 110 mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,6	0,6					Sabbie limose marrone bruno contenenti abbondante materiale organico, frammenti arenacei ed abbondante materiale organico (SUOLO AGRARIO)						
1,4	2,0					Sabbie limose alternate a limi sabbiosi nocciola avana con clasti calcarei sparsi. Umidità presente (DEPOSITI ALLUVIONALI FINI)	3.0					
						Ghiaie medie e grossolane nocciola biancastre con clasti calcarei arrotondati eterogenei in abbondante matrice sabbiosa calcarea. (DEPOSITI ALLUVIONALI)						3,9
6,0	8,0					Livello limoso con ghiaie sparse				6,50 6,65 6,80	16 30 >30	
1,5	9,5					Ghiaie nocciola biancastre medie e grossolane con clasti calcarei eterogenei in abbondante matrice sabbiosa calcarea. (DEPOSITI ALLUVIONALI)						
3,0	12,5					Ghiaie nocciola fini con clasti calcarei eterogenei in abbondante matrice sabbiosa calcarea. (DEPOSITI ALLUVIONALI)						
3,0	15,5					Ghiaie nocciola biancastre medie e grossolane con clasti calcarei eterogenei in abbondante matrice sabbiosa calcarea. (DEPOSITI ALLUVIONALI)						
0,5	16,0					Argille grigio celesti con screziature ocracee per i primi centimetri poi azzurre, asciutte. (SUBSTRATO)						
4,0	20,0					Fondo foro -20,0 m						



**SONDAGGIO n. 5**

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : Area ex Molino Mancini

COMUNE : Fermo

DATA: 22/08/09

Metodo di perforazione : Carot. Cont.

Ø di perforazione : 110 mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,6	0,6					Sabbie limose marrone bruno contenenti abbondante materiale organico, frammenti arenacei ed abbondante materiale organico (SUOLO AGRARIO)						
1,2	1,8					Sabbie limose alternate a limi sabbiosi nocciola avana con clasti calcarei sparsi. Umidità presente (DEPOSITI ALLUVIONALI FINI)	3.0			3,00 3,15 3,30	9 16 19	
4,1	5,9					Ghiaie medie e grossolane nocciola biancastre con clasti calcarei arrotondati eterogenei in abbondante matrice sabbiosa calcarea. (DEPOSITI ALLUVIONALI)						3,9
1,1	7,0					Livello limoso con ghiaie sparse						
4,0	11,0					Ghiaie nocciola biancastre medie e grossolane con clasti calcarei eterogenei in abbondante matrice sabbiosa calcarea. (DEPOSITI ALLUVIONALI)						
						Fondo foro -11,0 m						

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : Area ex Molino Mancini

COMUNE : Fermo

DATA: 22/08/09

Metodo di perforazione : Carot. Cont.

Ø di perforazione : 110 mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
							valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,6	0,6				Sabbie limose marrone bruno contenenti abbondante materiale organico, frammenti arenacei ed abbondante materiale organico (SUOLO AGRARIO)						
1,2	1,8				Sabbie limose alternate a limi sabbiosi nocciola avana con clasti calcarei sparsi. Umidità presente (DEPOSITI ALLUVIONALI FINI)	3.0					
3,7	5,5				Ghiaie medie e grossolane nocciola biancastre con clasti calcarei arrotondati eterogenei in abbondante matrice sabbiosa calcarea. (DEPOSITI ALLUVIONALI)			3,15	12		
0,5	6,0				Livello limoso argilloso con clasti sparsi			3,30	14		
					Ghiaie nocciola biancastre medie e grossolane con clasti calcarei eterogenei in abbondante matrice sabbiosa calcarea. (DEPOSITI ALLUVIONALI)			3,45	18		3,9
6,0	12,0				Fondo foro -12,0 m						

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : Area ex Molino Mancini

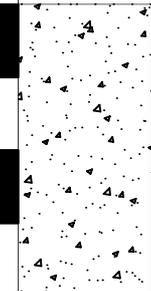
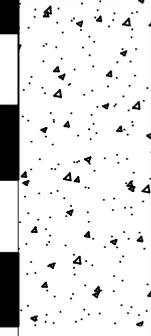
COMUNE : Fermo

DATA: 22/08/09

Metodo di perforazione : Carot. Cont.

Ø di perforazione : 110 mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>0</sub>
							valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,6	0,6				Sabbie limose marrone bruno contenenti abbondante materiale organico, frammenti arenacei ed abbondante materiale organico (SUOLO AGRARIO)						
1,4	2,0				Sabbie limose alternate a limi sabbiosi nocciola avana con clasti calcarei sparsi. Umidità presente (DEPOSITI ALLUVIONALI FINI)	3.0		3,00 3,15	13 >30		
4,0	6,0				Ghiaie medie e grossolane nocciola biancastre con clasti calcarei arrotondati eterogenei in abbondante matrice sabbiosa calcarea. (DEPOSITI ALLUVIONALI)						3,9
0,5	6,5				Livello limoso con ghiaie sparse						
4,5	11,0				Ghiaie nocciola biancastre medie e grossolane con clasti calcarei eterogenei in abbondante matrice sabbiosa calcarea. (DEPOSITI ALLUVIONALI)						
					Fondo foro -11,0 m						

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : DEPURATORE BASSO TENNA

COMUNE : FERMO

DATA: 23/02/16

Metodo di perforazione : Carot. cont.

∅ di perforazione : 101 mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub>	
								valore max	valore residuo	m.	colpi		
1,0	1,0					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con alta percentuale organica ed apparati radicali.  (SUOLO VEGETALE)							
2,20 0,20	3,2 3,4					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone scuro umidi a consistenza leggermente plastica con ghiaia calcarea fine sparsa. In profondità sabbie e limi più asciutti e compatti  (DEPOSITI ALLUVIONALI FINI)				3,0 3,15	8 4	==	-3,0
0,60	4,0					Livello di sabbia limosa grigio celeste  Ghiaia sabbiosa calcarea eterometrica con clasti anche cm in matrice sabbiosa fine.				3,30	2		
1,50	5,5					Limi sabbiosi marrone scuro umidi a consistenza leggermente plastica con ghiaia calcarea fine sparsa.  (DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI)							
3,6	9,1					Ghiaia sabbiosa calcarea eterometrica con clasti anche cm in matrice sabbiosa fine.  (DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI)							
0,9	10,0					Sabbie fini grigio celesti compatte  Fondo foro -10,00 m							



COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.  
LOCALITA' : DEPURATORE BASSO TENNA  
COMUNE : FERMO DATA: 23/02/16

Metodo di perforazione : Carot. cont.  
Ø di perforazione : 101 mm.  
Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O	
								valore max	valore residuo	m.	colpi		
1,0	1,0					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con alta percentuale organica ed apparati radicali.  (SUOLO VEGETALE)							
0,80	1,8					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone scuro umidi a consistenza leggermente plastica con ghiaia calcarea fine sparsa. In profondità sabbie e limi più asciutti e compatti (DEPOSITI ALLUVIONALI FINI)							
2,00	3,8					Ghiaia sabbiosa calcarea eterometrica con clasti anche cm in matrice sabbiosa fine.  (DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI)				3,00 2 3,15 4 3,30 8			
0,20	4,0					Livello di sabbia limosa grigio celeste							-3,8
4,00	8,5					Ghiaia sabbiosa calcarea eterometrica con clasti anche cm in matrice sabbiosa fine.  (DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI)							
1,50	10,0					Sabbie fini grigio celesti compatte  Fondo foro -10,00 m							



COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.  
LOCALITA' : DEPURATORE BASSO TENNA  
COMUNE : FERMO DATA: 23/02/16

Metodo di perforazione : Carot. cont.  
Ø di perforazione : 101 mm.  
Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	N° CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
1,0	1,0					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con alta percentuale organica ed apparati radicali.  (SUOLO VEGETALE)						
1,50	2,5					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone scuro umidi a consistenza leggermente plastica con ghiaia calcarea fine sparsa. In profondità sabbie e limi più asciutti e compatti (DEPOSITI ALLUVIONALI FINI)  Ghiaia sabbiosa calcarea eterometrica con clasti anche cm in matrice sabbiosa fine.						
6,50	8,5					Ghiaia sabbiosa calcarea eterometrica con clasti anche cm in matrice sabbiosa fine.  (DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI)			3,00 3,15 3,30	49		-4,0
1,00	9,0					Limi sabbiosi marrone scuro umidi a consistenza leggermente plastica con ghiaia calcarea fine sparsa.  (DEPOSITI ALLUVIONALI FINI)	2,00-2,2 Kg/cm2					
1,00	10,0					Ghiaia sabbiosa calcarea eterometrica con clasti anche cm in matrice sabbiosa fine.  (DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI)  Fondo foro -10,00 m						



**Foto n°1** – Panoramica dell'area in esame



**Foto n°2** – Panoramica da altra angolazione



**Foto n°3** – Panoramica dell'area in esame



**Foto n°4** – Postazione Sondaggio S4



**Foto n°5** – Sondaggio n°4, Cassetta n°1: Da 0,00m a -6.00m



**Foto n°6** – Esecuzione della SPT in foro di Sondaggio n° 4 (3.00m – 3.50 m)



**Foto n°7** – Sondaggio n°4, Cassetta n°2: Materiali estratti da 6,00m a -16,00m



**Foto n°8** – Sondaggio n°4, Cassetta n°3: materiali estratti da -16,00m a -20,00m



**Foto n°23** – Postazione Sondaggio n°6



**Foto n°24** – SPT in foro di sondaggio (-3.00m a -3.50m)



**Foto n°25** – Cassetta n°2 Sondaggio n°6: Materiali estratti da 0.00m a -6.50m



**Foto n°26** – Cassetta n°2, Sondaggio n°6: Materiali estratti da -6.50m a -12.00m



**Foto n°33:** Postazione Sondaggio n°7



**Foto n°34-** Prova Penetrometrica SPT in foro di sondaggio da 3.00m a -3.50m



**Foto n°35:** Cassetta n°1 Sondaggio n°7: Materiali estratti da 0.00m a -6.00m



**Foto n°36-** Cassetta n°2 Sondaggio n°7: Materiali estratti da -6.00m a -11.00m



**Foto n°37:** Postazione Sondaggio n°5



**Foto n°38-** Prova Penetrometrica SPT in foro di sondaggio (da 3,00m a - 3,50m)



**Foto n°45:** Particolare del geofono



**Foto n°46-** Acquisitore di segnale



**Foto n°47** - Postazione Prova penetrometrica dinamica n°2



**Foto n°48** - Postazione Prova penetrometrica dinamica n°3



**Foto n°49** - Postazione Prova penetrometrica dinamica n°6



**Foto n°50** - Postazione Prova penetrometrica dinamica n°5



**Foto n°1 -** Postazione Sondaggio n°10 (Area Ampliamento Marzo 2016)



**Foto n°2 -** Sondaggio n°10: Cassetta n°1 da 0.00 a -5.00 m



**Foto n°3** – Sondaggio n°10: Cassetta n°2 da -5.00 a -10.00 m



**Foto n°4** – Postazione Sondaggio n°11 (Area Ampliamento Marzo 2016)



Foto n°5 – Sondaggio n°11: Cassetta n°1 da 0.00 a -5.00 m



Foto n°6 – Sondaggio n°11: Cassetta n°2 da -5.00 a -10.00 m



Foto n°7 – Postazione Sondaggio n°12 (Area Ampliamento Marzo 2016)



Foto n°8 – Sondaggio n°12: Casseta n°1 da 0.00 a -5.00 m



Foto n°9 – Sondaggio n°12: Cassetta n°2 da -5.00 a -10.00 m



Foto n°10 – Panoramica da Google Earth