

REGIONE UMBRIA

A.T.I. N°1 - A.T.I. N°2



UMBRA ACQUE S.P.A.

ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DEI REFLUI CIVILI IN LOCALITA' MOLINO DEL COMUNE DI FRATTA TODINA

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

**STAZIONE APPALTANTE:
UMBRA ACQUE S.P.A.**

PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Luigino Capponi Via Piero Ubaldo

Angeletti n. 4/A 06024 Gubbio (PG)

C.F. CPP LGN 64R02 E256T

P.IVA 01911830543

RELAZIONE GEOLOGICA

codice archivio

foglio

1	0	1	0	7	R	G	D	2	0	1	1	DI	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---

scala :

elaborato :

B

3					
2					
1					
0	Maggio 2012	Emissione	Katia Ragnacci	Augusto Albini	Ing. L. Capponi
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA e GESTIONE delle TERRE e ROCCE da SCAVO

Progetto:

ADEGUAMENTO IMPIANTO DI DEPURAZIONE

Committente: **UMBRA ACQUE SPA**

Comune di: FRATTA TODINA

Provincia di: PERUGIA

Perugia, 04/07/12

Indice

1. PREMESSA	2
2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	4
2.1 Geologia, geomorfologia, idrografia ed idrogeologia.....	4
3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	11
3.1 Metodi d'indagine.....	11
3.2 Stratigrafie di dettaglio.....	11
3.2.1 Trincee esplorative	12
3.2.2 Prova DPSH.....	12
3.3 Parametri geotecnici	14
3.4 Cedimenti	14
4. AZIONI SISMICHE.....	15
4.1 Vita Nominale, Classi d'Uso e Periodo di Riferimento.....	15
4.2 Azioni Sismiche.....	15
4.3 Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: Stati Limite	17
4.4 Caratteristiche del Sottosuolo e Topografiche	17
4.4.1 Indagine MASW	17
4.5 Valutazione dell'Azione Sismica	20
5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	20
5.1 Computo delle quantità di terre e rocce da scavo	20
5.2 Natura e qualità delle terre e rocce da scavo	21
5.3 Caratterizzazione chimica	22
6. CONCLUSIONI.....	23
ALLEGATO 1- Prova DPSH.....	24

Dott. Gianluigi Rosatelli
Albo dei Geologi Regione Umbria n°290
Via A. Stoppani 44/A Ponte San Giovanni
06132, Perugia
C.F. RST GLG 68H 05G 478U
Cell. 329 9603842
Tel/ Fax 075 6090016
email g.rosatelli@unich.it



1. PREMESSA

Su commissione dell'Ing. Sandro Galluzzi della Umbra Acque SPA è stata realizzata un'indagine geologica e geognostica per la caratterizzazione litologica, stratigrafica, morfologica, idrogeologica e geotecnica dei terreni su cui sarà realizzato un impianto di depurazione delle acque reflue civili in Loc. Mulino nel Comune di Fratta Todina. L'impianto sarà costituito da due vasche per il trattamento aerobico e anaerobico dei reflui civili attualmente raccolti in una vasca interrata.

L'area interessata dall'opera in progetto è ubicata nel Comune di Fratta Todina, lungo la valle del Torrente Faena (Fig. 1) e ricade nel CTR sez. 323090. Gli estremi catastali del terreno su cui verrà realizzata l'opera sono: Foglio 15, Part. 563, del N.C.T. del Comune di Fratta Todina (Fig. 2) e area demaniale prospiciente al Torrente Faena.

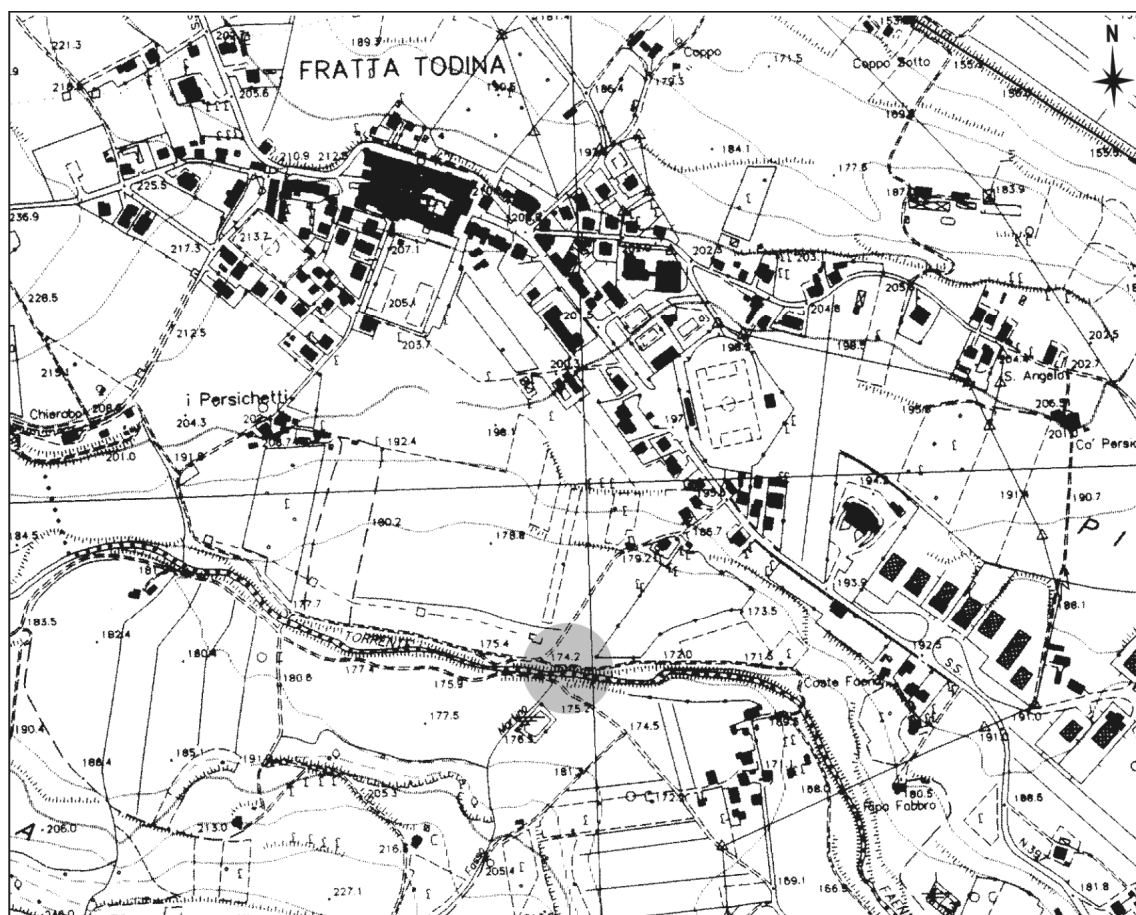


Figura 1. Stralcio della sezione CTR 323090 in scala 1: 10.000, con ubicazione dell'area di progetto (in grigio).

Le caratteristiche geologiche dell'area sono state definite mediante rilevamento geologico, una prova penetrometrica statica tipo DPSH (Prova Penetrometrica Dinamica Super Heavy), due trincee esplorative realizzate con pala meccanica. Sono

stati inoltre utilizzati dati di letteratura, e dati ricavati dalla consultazione di cartografia tematica edita dalla Regione Umbria.

La parametrizzazione geotecnica dei terreni fondali è stata elaborata dalla prova penetrometrica effettuata e raffinata con i dettagli stratigrafici osservati nelle trincee esplorative.

La parametrizzazione della tipologia di suolo in funzione della risposta sismica locale è stata effettuata sulla base di una prova sismica tipo MASW.

L'indagine condotta, è stata svolta in conformità al D.M. 14/01/08 Norme Tecniche per le Costruzioni da qui in poi riferite con (NTC 2008), D.M. 06/05/08, Circolare Ministeriale 02/02/2009 n. 617 da qui in poi riferita con (Cir. Min. 617/08).



Figura 2. Stralcio del NCT del Comune di Fratta Todina, scala 1:2000. L'opera sarà realizzata nell'area del Foglio 15, Part. 563 e area demaniale prospiciente al Torrente Faena. In grigio è evidenziata l'area progettuale.

2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

2.1 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

L'area d'imposta d'opera si trova a circa 600 m in direzione Sud rispetto all'abitato storico di Fratta Todina (Fig. 1 e 2).

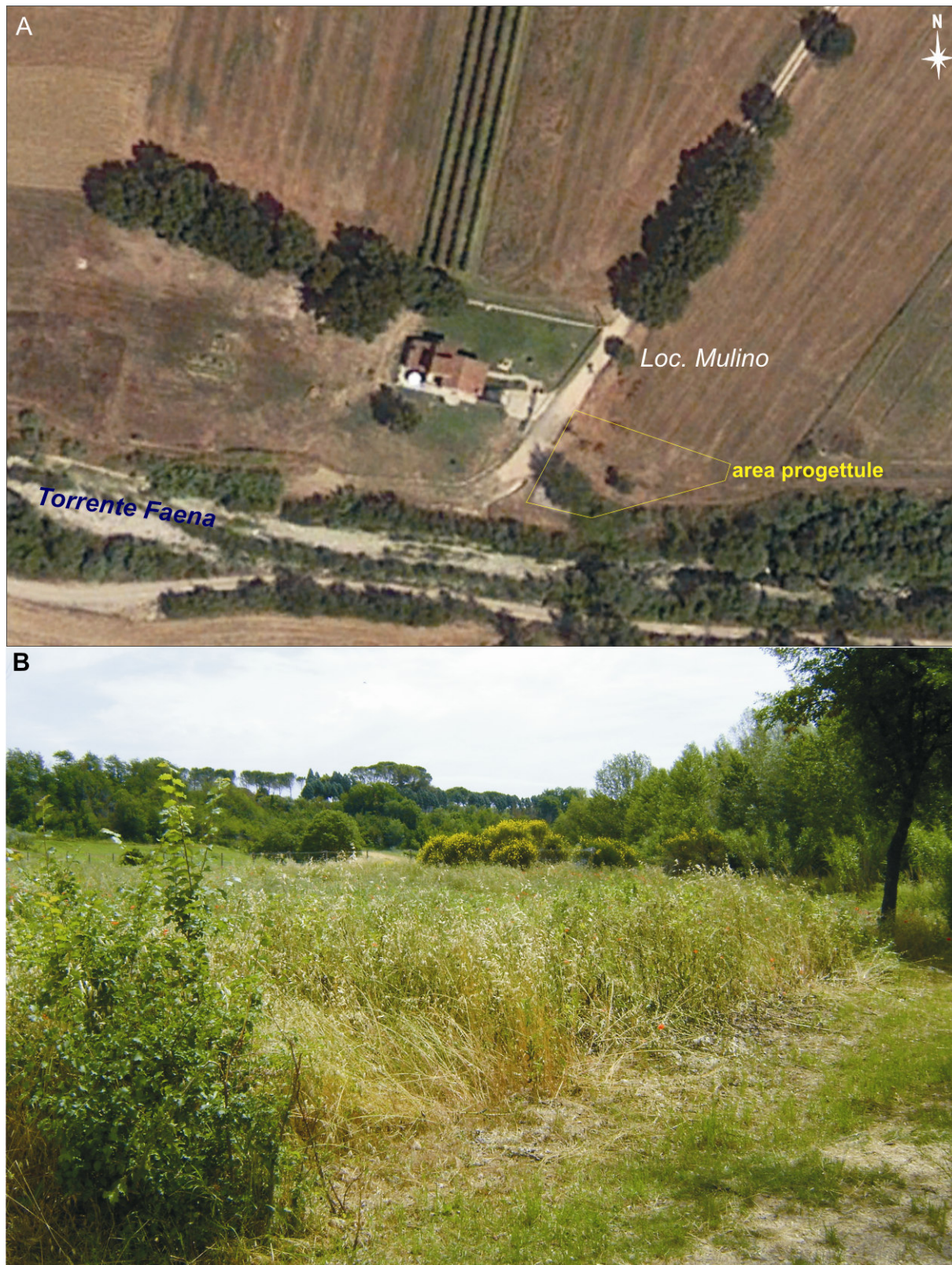


Figura 3. A) Area Progettuale su immagine satellitare (Google Earth 2009); B) Panoramica della zona di progetto. Vista da Sud verso Est.

L'area è pianeggiante (Fig. 3A) ed prospiciente all'alveo del Torrente Faena (Fig. 3B), e si trova a quota di 172.2 m slm (Fig.1). La zona d'imposta d'opera è parte della pianura alluvionale del suddetto Torrente ed è bordata verso sud da una scarpata erosiva di circa 3,5 m di altezza che costituisce il bordo dell'alveo del Torrente (Fig. 4A).

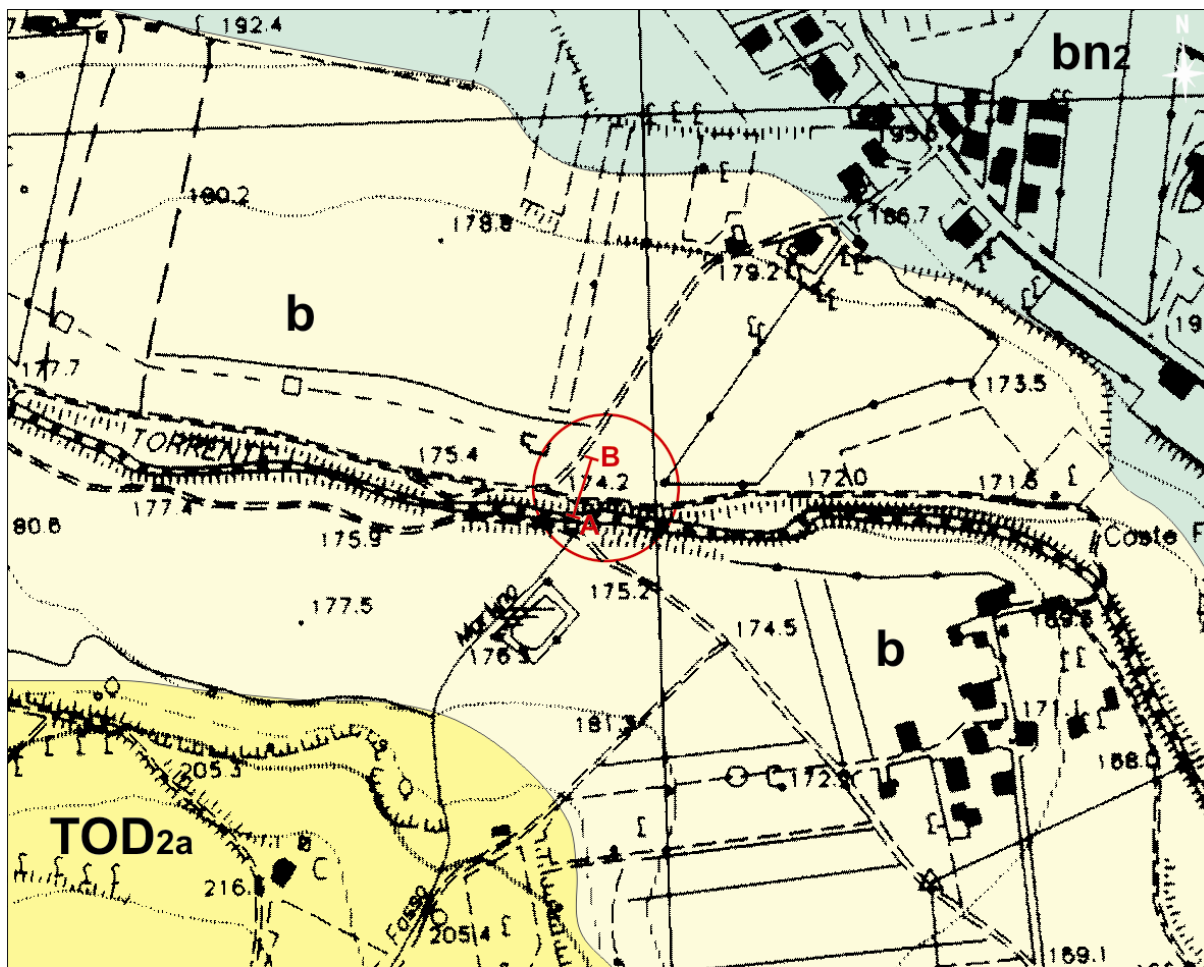


Figura 4. Carta geologica in scala 1:5.000. Legenda - **b**: depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e dinamica attuale con prevalenza di ghiaie e ghiaie sabbiose. Olocene. **bn2**: depositi alluvionali terrazzati del II ordine del Fiume Tevere non in rapporto con la morfologia attuale, con prevalenza di sabbie e sabbie limose. Pleistocene sup. **TOD2a**: subsistema di S.Maria di Ciciliano Litofacies di Pantalla: Livelli tabulari sabbiosi, sabbie cementate e/o molto addensate, sabbie a laminazione incrociata. Pleistocene Inf. pp. In rosso area progettuale, AB = traccia sezione geologica.

L'area progettuale ricade nella pianura alluvionale del torrente Faena, caratterizzata da depositi ghiaiosi, anche grossolani in matrice variabile sabbiosa (Fig. 4, litotipo b). Dal rilevamento di superficie l'area di interesse risulta caratterizzata dalla presenza terreno vegetale a dominante ghiaioso-sabbiosa (Fig. 7). I depositi terrigeni alluvionali sottostanti hanno granulometria grossolana con ghiaie eterometriche ed eterolitiche con struttura close framework a ciottoli embriciati (direzione di flusso verso Est) e matrice sabbiosa da grossolana a media (Fig. 5-7).

Le caratteristiche granulometriche e l'assenza di cassazione indicano meccanismi di messa in posto tipici di alluvioni violente (flash flood) o debris flow. La stratificazione è assente o grossolanamente piano parallela. L'età di questi depositi è Olocene.

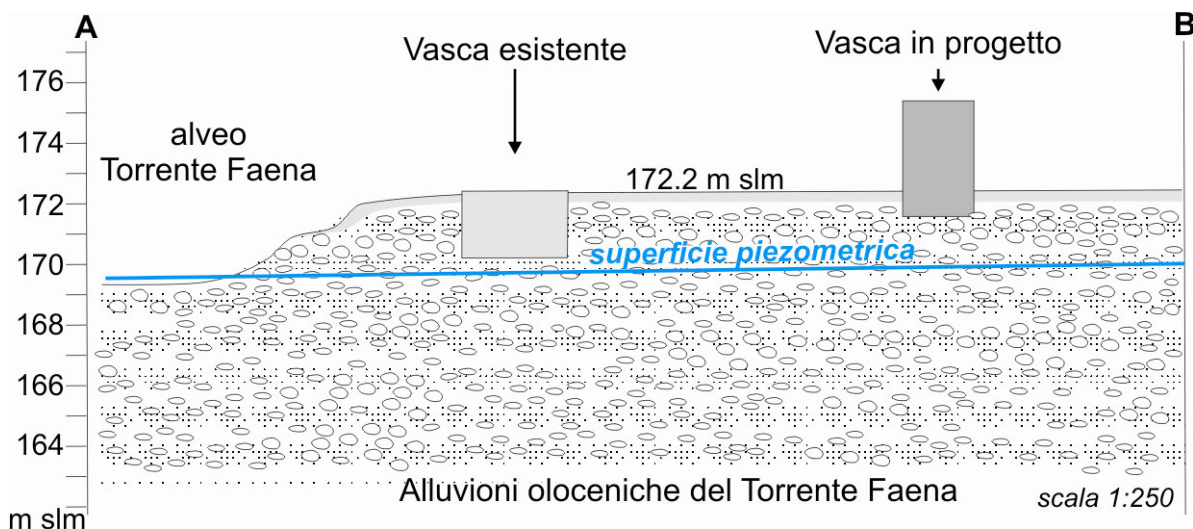


Figura 5. Sezione geologica di dettaglio della zona progettuale. La traccia della sezione riportata in Fig. .

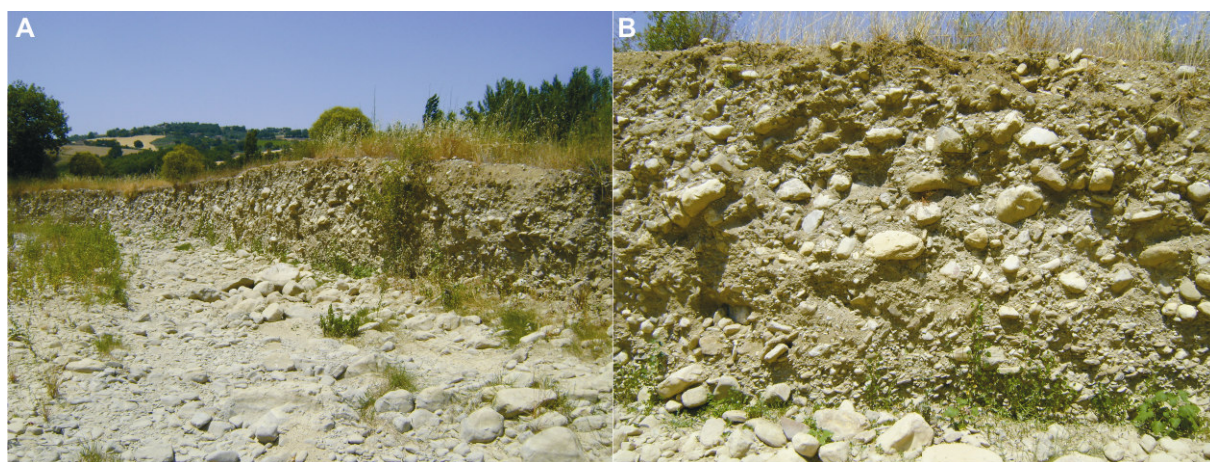


Figura 6. A) affioramento dei depositi alluvionali del Torrente Faena, sito circa 500 m in direzione Ovest rispetto alla zona d'impasto d'opera. B) dettaglio dei depositi alluvionali con ghiaie e blocchi in matrice sabbiosa. La situazione geologica e morfologica è simile a quella della zona progettuale.

Tali depositi alluvionali poggiano a profondità stimabili tra i 7 e 10 m su argille sabbiose interpretabili come depositi lacustri del Bacino Tiberino (Pleistocene Inf-Sup). Lo spessore generalmente non supera i 15m. Le argille poggiano in discordanza angolare su marne, marne argillose marne calcaree sottilmente stratificate riferibili alla formazione dello Schlier (Burdialiano). Lo spessore di questa formazione in corrispondenza della zona d'impasto d'opera non è noto, ma si suppone superi i 100 m. La ricostruzione stratigrafica locale è stata possibile anche grazie a dati di prospezioni minerarie di cui lo scrivente è ha conoscenza.

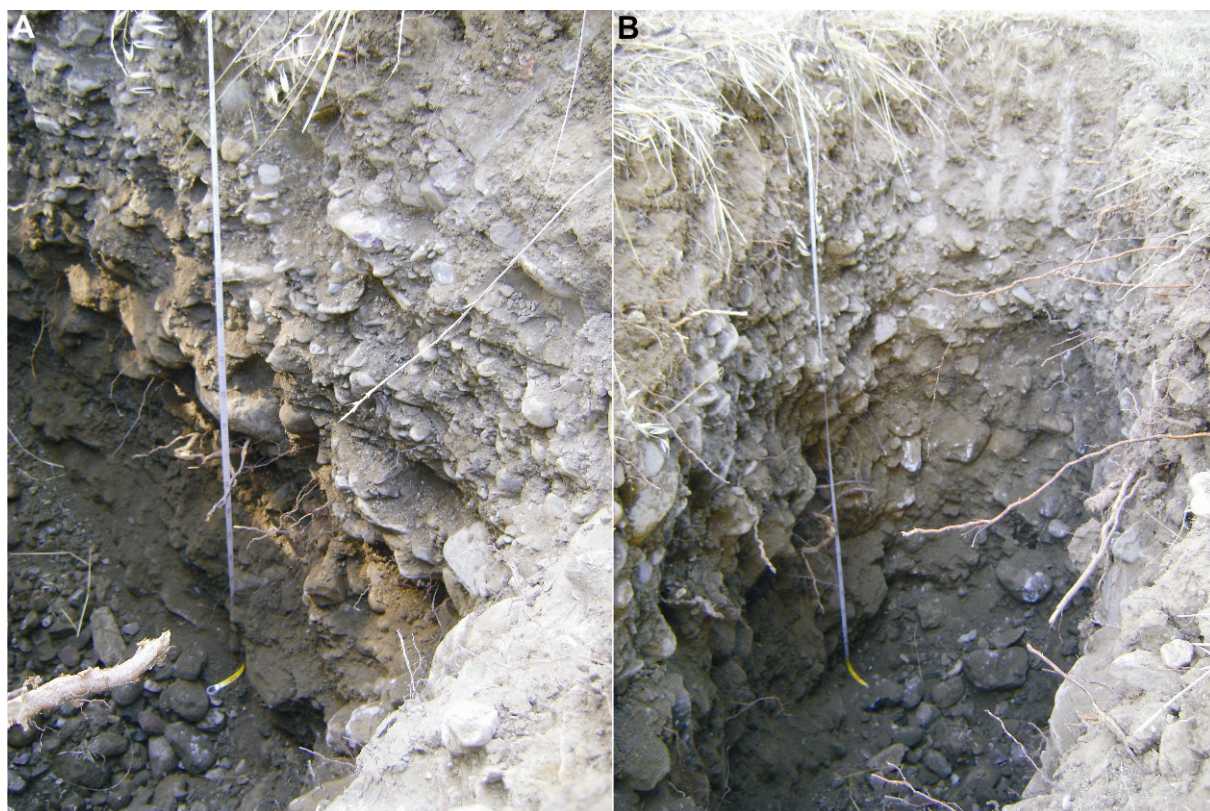


Figura 7. Saggio geognostico con pala meccanica spinto fino ad una profondità di 2.5 m dal pc. A) Dettaglio della trincea esplorativa lato Nord. B) dettaglio lato Est. Da notare la variabilità della granulometria delle ghiaie.

Dal rilevamento di superficie, dall'analisi dell'Ortofotocarta Sez. 323090, e dalla cartografia PAI (Fig. 8) non sono stati individuati morfotipi che indichino movimenti di tipo gravitativo latenti od in atto. L'area oggetto d'indagine è da considerarsi stabile quindi sia nelle condizioni attuali che quelli di progetto.

L'idrografia superficiale è caratterizzata da canali campestri in buono stato di manutenzione che regimando le acque superficiali con direzione di deflusso verso Sud verso il Torrente Faena. La permeabilità dei terreni in affioramento è alta essendo di natura ghiaioso-sabbioso.

La falda freatica nella zona d'imposta d'opera corrisponde alla superficie piezometrica del Torrente Faena. L'escursione della zona di terreno satura quindi è direttamente collegata alla portata del Faena. Le oscillazioni sono quindi di norma tra - 0.5 m dal Pc fino a -4 m dal pc (Fig. 5). La principale direzione di deflusso di falda è da Nord Est a Sud Ovest.

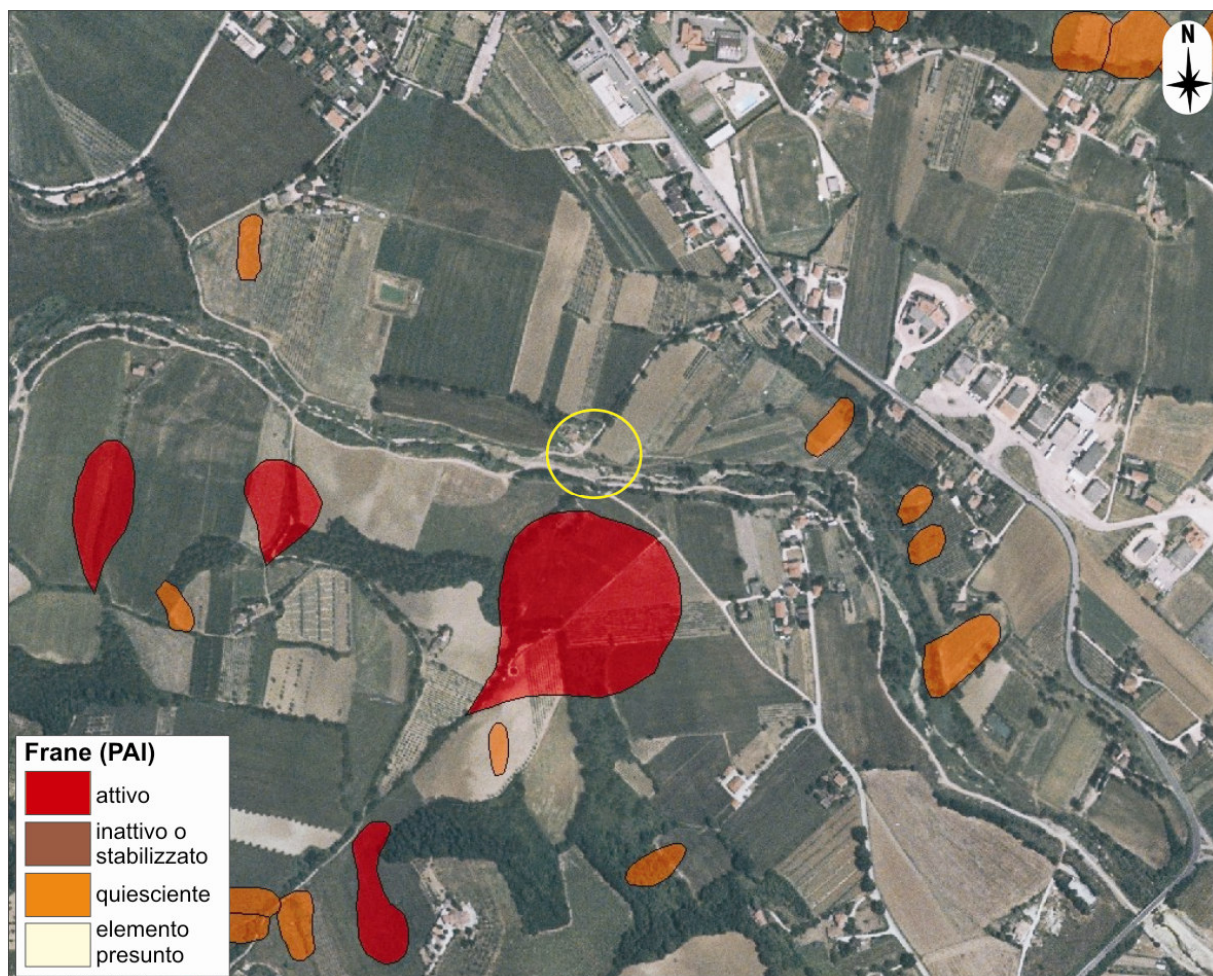


Figura 8. Stralcio dell'Ortofotocarta 323090 a colori, in scala 1:10.000. Nella zona non sono stati osservati movimenti gravitativi che non risultano presenti nella cartografia PAI (Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico). L'area delimitata dal cerchio giallo è quella d'indagine.

Nella progettazione delle opere un aspetto importante da considerare è la vicinanza della zona d'imposta d'opera all'alveo del Torrente Faena. È stata quindi consultata la cartografia tematica Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico – PAI (http://www.abtevere.it/website/pai_fasce/run.htm).

È stata quindi riportata su base CTR in scala 1:5.000 la perimetrazione delle aree a rischio idraulico disponibili per la zona d'interesse (Fig. 9). Dalla cartografia PAI si evince che la zona d'imposta d'opera non rientra nelle aree soggette a rischio, anche se sia a monte che a valle il rischio idraulico è elevato: **R3** [I beni esposti a rischio R3 sono caratterizzati, come quelli esposti a rischio R4, da sensibilità molto elevate in relazione alla loro specifica destinazione d'uso, ma sono inclusi all'interno della fascia di esondazione compresa tra la Tr 50 e la Tr 200 o ricadono in aree marginali o di esondazione indiretta] da <http://www.abtevere.it/>.

Si consiglia, non essendoci particolari situazioni morfologiche che escludano l'inondazione anche della zona d'imposta d'opera, di provvedere a progettare anche

delle protezioni passive che proteggano l'opera da realizzare, tenendo conto che la zona **R3** è a rischio elevato: 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 socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale (da <http://www.abtevere.it/>).

Inoltre **si consiglia** di progettare e realizzare le vasche di depurazione in modo che si ergano almeno di 2 m dal piano campagna, per evitare che le acque di piena superino le opere stesse.

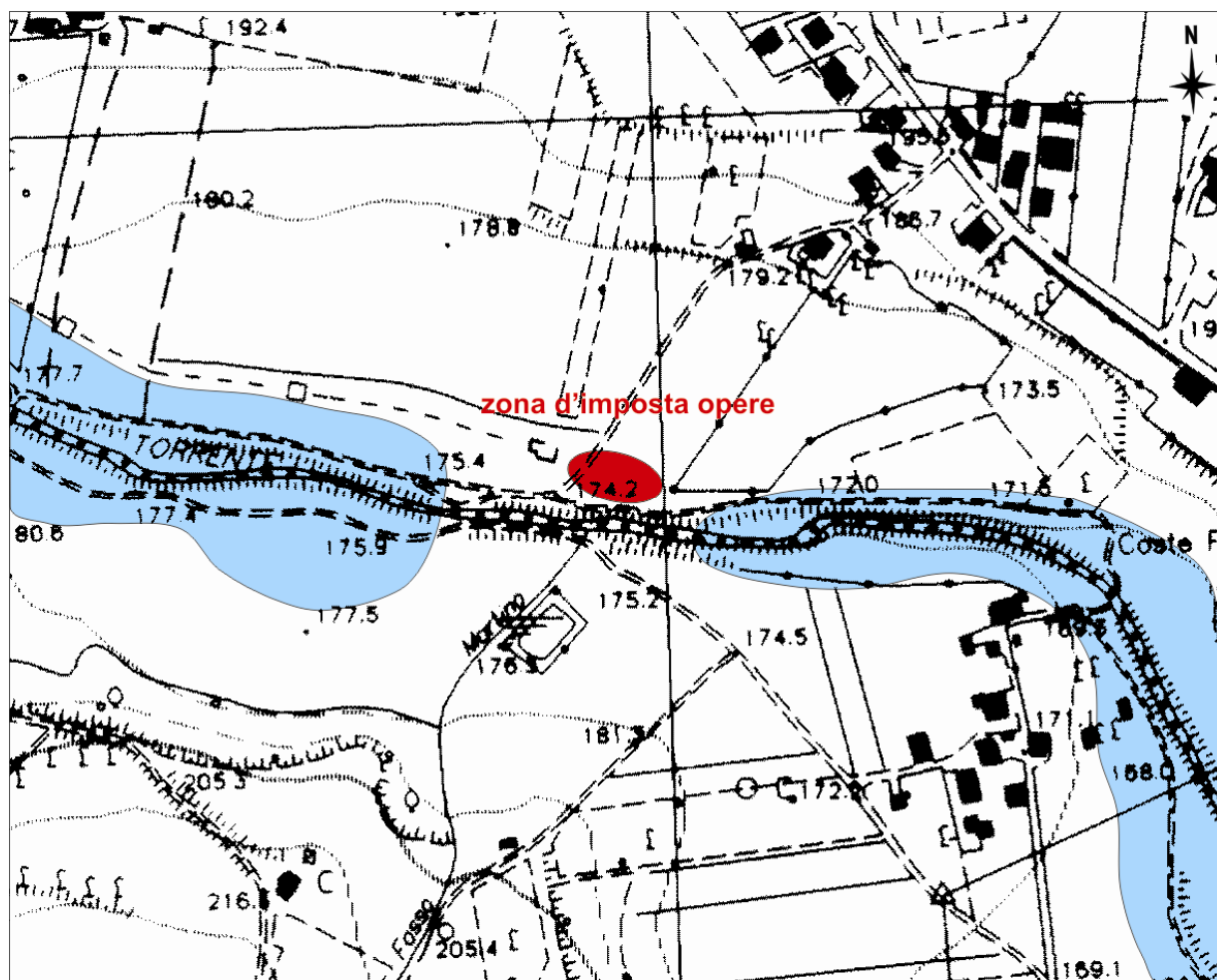


Figura 9. Aree a rischio idraulico: in azzurro l'area con Rischio R3: Elevato.

Recenti fenomeni alluvionali che hanno interessato il Torrente Faena hanno messo in evidenza la possibilità di variazioni improvvise di tracciato del corso d'acqua, con erosione fino a 5 m delle sponde del vecchio alveo. È stata quindi condotta un'analisi qualitativa delle variazioni del tracciato del torrente dal 1994 al 2008, per cui sono disponibili aerofotocarte e immagini satellitari (Fig. 10). Dall'analisi risulta che in corrispondenza dell'area progettuale, rispetto all'andamento quasi rettilineo del 1994 e del 2000, l'alveo ha eroso nel 2006 maggiormente la sponda

sinistra, e nel 2008 l'erosione si è concentrata poco a valle dell'area progettuale determinando un andamento sinusoidale del tracciato fluviale.

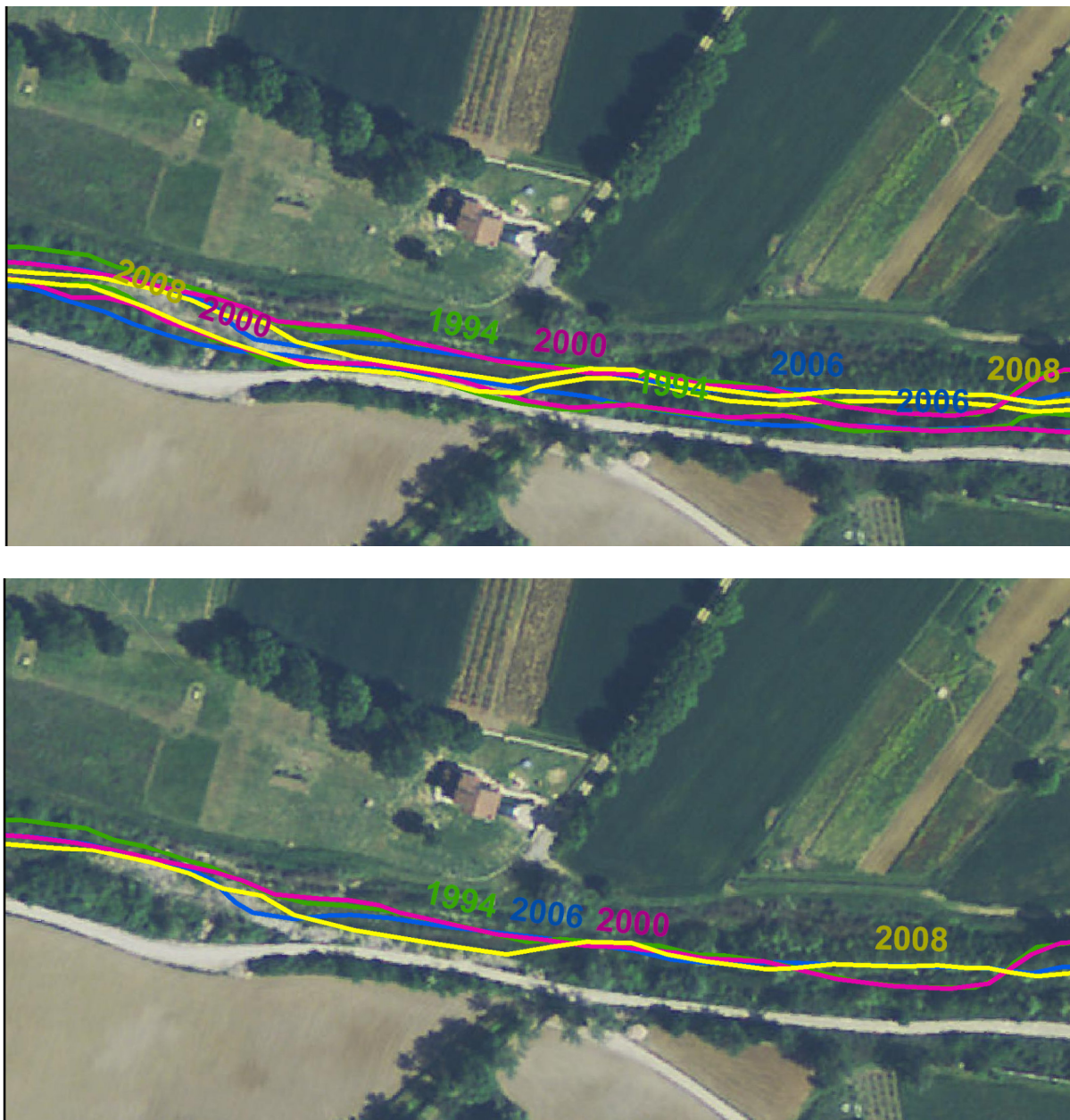


Figura 10. Elaborazione della variazione del corso dell'alveo del Torrente Faena dal 1994 al 2008. Immagine superiore limiti dell'alveo. Immagine inferiore dettaglio del limite di alveo in sinistra idrografica.

Anche se i manufatti in progetto sono a distanza $>$ di 25 m dall'attuale alveo e non alterano il regolare deflusso delle acque, in fase progettuale dovranno essere considerate le possibili variazioni del tracciato fluviale dovute ad erosione in alveo. Si consiglia di realizzare delle opere di protezione della scarpata di sponda di alveo.

3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

3.1 METODI D'INDAGINE

Vista l'entità dell'opera in progetto, il contesto geologico (§ 2.) in cui si inserisce, sono state realizzate, ai margini dell'area di sedime, due trincee esplorative (T1 e T2) con pala meccanica spinte fino a profondità di 2.5 e 1.0 m dal piano campagna, ed una prova penetrometrica dinamica super pesante (DPSH1) (Fig. 11).

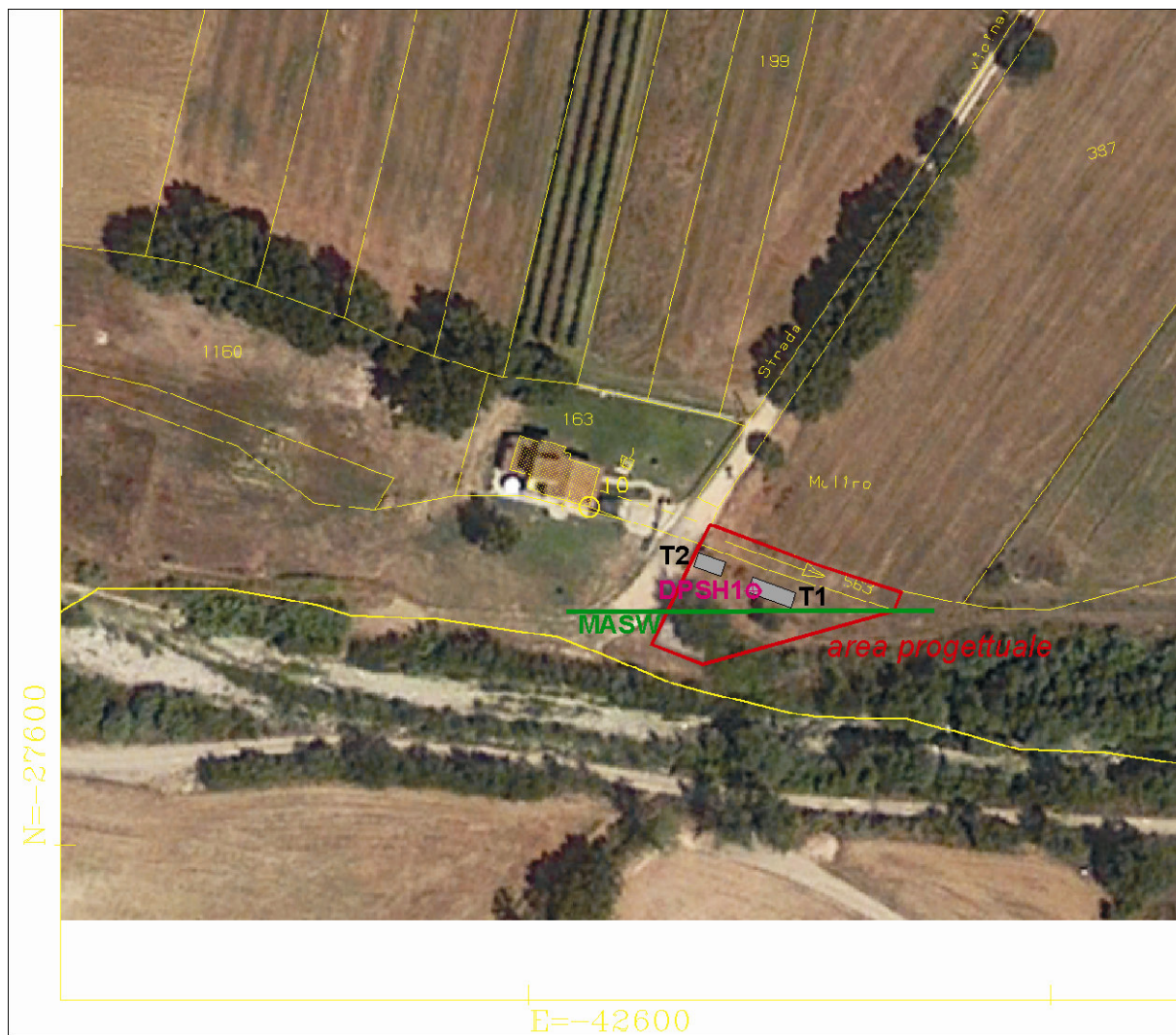


Figura 11. Localizzazione delle indagini e prove geognostiche eseguite su base catastale sovrapposta ad immagine satellitare (Google Earth, 2009) in scala 1:1.000.

3.2 STRATIGRAFIE DI DETTAGLIO

La stratigrafia di dettaglio dell'area progettuale di sedime è stata ricostruita utilizzando le trincee esplorative, i dati ricavati dal rilevamento di superficie e la prova penetrometrica eseguita.

3.2.1 Trincee esplorative

La stratigrafia dei terreni fondali più superficiali è stata direttamente osservata nelle trincee esplorative (T1 e T2) eseguite (Fig. 7, e 11).

Stratigrafia trincea T1

- 0 – 0.5 m terreno vegetale marrone, sabbioso con molti ciottoli ed elementi ghiaiosi dispersi;
- 0.5 – 1.1 m ghiaia poligenica (calcare >> arenaria >> selce) arrotondata ed eterometrica, con matrice sabbiosa eterometrica. La ghiaia presenta ciottoli embriciati in direzione Est.
- 1.1 – 1.6 m ghiaia poligenica con elementi di taglia variabile fino a 30 cm di diametro, con matrice sabbiosa e ciottoli appiattiti.
- 1.6 – 1.8 m banco di ghiaia eterometrica ed eterolitica con elementi di diametro < 15 cm e matrice sabbiosa.
- 1.8 -2.5 m ghiaia eterometrica poligenica con elementi di dimensioni anche > 40 cm di diametro.

Stratigrafia trincea T2

- 0 – 0.5 m terreno vegetale marrone, sabbioso con molti ciottoli ed elementi ghiaiosi dispersi;
- 0.5 – 1.5 m ghiaia poligenica (calcare >> arenaria >> selce) arrotondata ed eterometrica, con matrice sabbiosa eterometrica. La ghiaia presenta ciottoli embriciati in direzione Est.;

3.2.2 Prova DPSH



Figura 12. Localizzazione prova penetrometrica.

La prova penetrometrica eseguita con penetrometro Pagani tipo TG 63-200 ISM.C (Fig. 12) ha fornito i valori del numero dei colpi per l'avanzamento di 20 cm e la Resistenza Dinamica alla Punta (Rpd) (Fig. 13) da cui sono stati ricavati i parametri geotecnici dei terreni fondali (vedi Allegato 1). La profondità di indagine è stata di 2.6 m, in quanto non è stato possibile un ulteriore avanzamento del penetrometro a causa delle litologie dominate da ghiaia di grossa pezzatura.

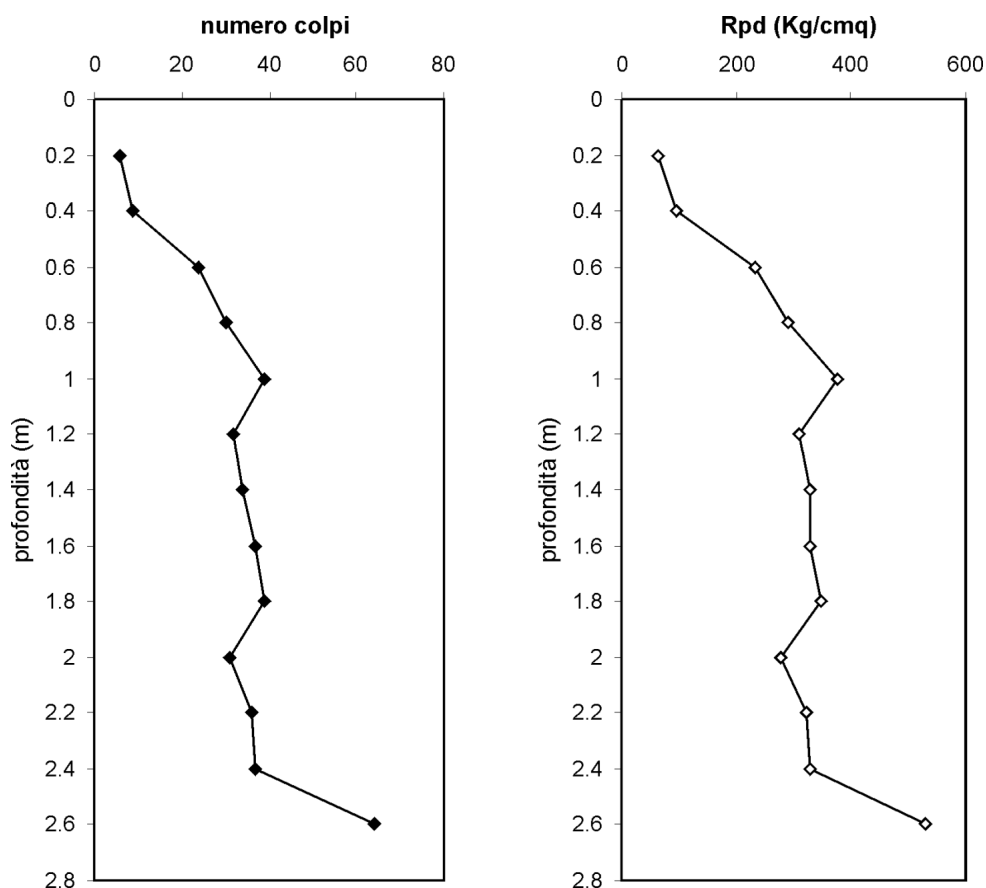


Figura 13. Diagrammi numero di colpi vs Profondità e Rpd vs Profondità.

Dal numero di colpi per l'avanzamento di 20 cm è stata elaborato il corrispettivo valore di Nspt (Standard Penetration Test) (Tab. 1).

Tabella 1. Elaborazione statistica di Nspt

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,40	N	7,5	6	9	6,8	---	---	---	6	1,49	9
		Rpd	78,8	63	95	70,9	---	---	---	63		
2	0,40 2,40	N	33,9	24	39	29,0	4,7	29,2	38,6	24	1,49	36
		Rpd	313,7	231	376	272,6	40,3	273,5	354,0	222		
3	2,40 2,60	N	64,0	64	64	64,0	---	---	---	64	1,49	95
		Rpd	530,0	530	530	530,0	---	---	---	530		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Dai valori di N_{spt} sono stati quindi calcolati i principali parametri geotecnici per i terreni granulari che costituiscono i terreni di fondazione (Tab. 2).

Tabella 2. Calcolo dei parametri geotecnici.

						NATURA GRANULARE				
n°	H		Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd
1	0,00	----	12	77	83	38	28	284	1.94	1.52
2	0,40	2,40	51	144	242	85	43	585	2.15	1.85
3	2,40	2,60	95	180	384	100	53	924	2.24	1.99

Vedi Allegato 1 per i dettagli di calcolo

3.3 PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri geotecnici dei terreni fondali sono stati elaborati dalla prova penetrometrica (Tab. 2) e sono riportati estesamente in Allegato 1.

Per i terreni fondali possono essere assunto i seguenti parametri geomeccanici medi cautelativi (Tab 3):

Tabella 3. Parametri geomeccanici dei terreni di fondazione.

profondità	Litologia	γ_{dry}	γ_{sat}	Dr%	ϕ'	E'
0 - 0.4m	Terreno vegetale ghiaioso-sabbioso, sciolto.	1.52	1.94	38	28	284
0.4-2.4m	Ghiaie con matrice sabbiosa, moderatamente addensate.	1.85	2.15	85	43	585
2.4-2.6m	Ghiaie grossolane, addensate.	1.99	2.24	100	53	924

3.4 CEDIMENTI

Vista la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, l'entità e tipo dell'opera in progetto, si escludono fenomeni di cedimento differenziale.

4. AZIONI SISMICHE

In base alla nuova normativa NTC 2008 vengono di seguito definiti i parametri per la verifica e la valutazione delle azioni sismiche, da utilizzare per il calcolo degli stati limite, che verrà effettuata dal progettista della struttura.

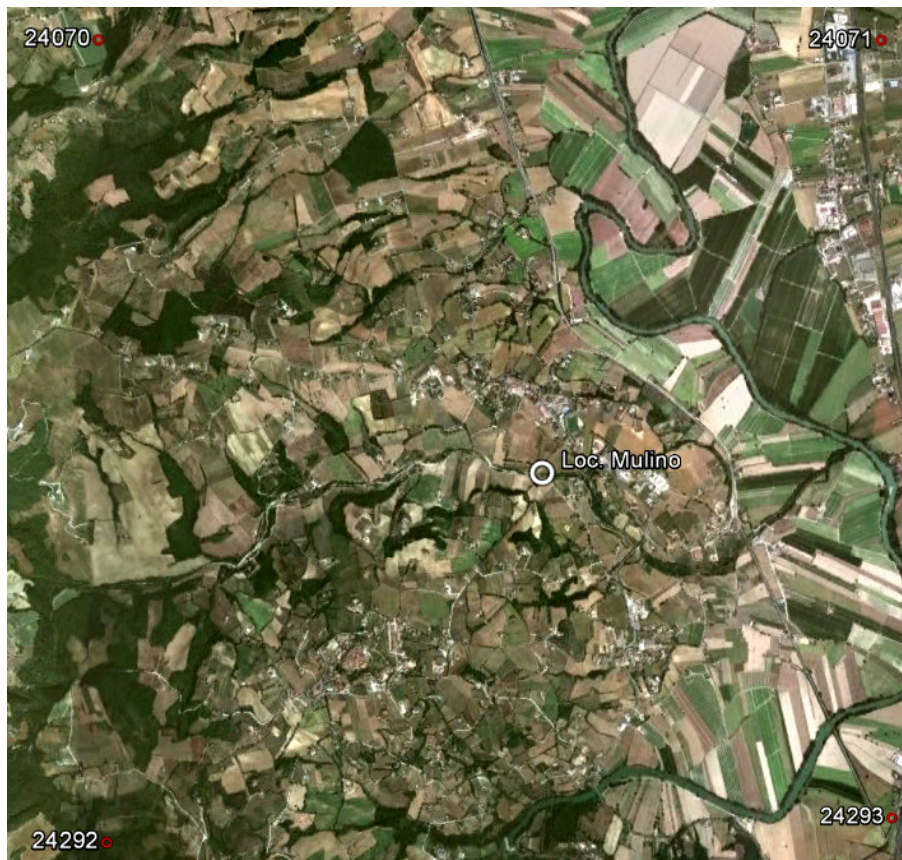


Figura 14. Griglia su immagine satellitare con punti del Reticolo di Riferimento per i Valori di Periodo di Ritorno V_R (Allegato B del NTC 2008) ed ubicazione della zona d'indagine: Loc. Mulino.

4.1 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

In base alla NTC 2008 (§ 2), la costruzione che si intende realizzare è di **tipo Ordinario** con **Vita Nominale $V_N \geq 50$ anni** (Tab. 2.4.I) e rientra nelle **Classi d'Uso III – Opere Pubbliche** (§ 2.4.2 ...“costruzioni con attività pericolose per l'ambiente”...), quindi con **Coefficiente d'Uso $C_U = 1.5$** (Tab. 2.4.II).

Da cui il **periodo di Riferimento per l'Azione Sismica** ($V_R = V_N \cdot C_U$) da considerarsi per tale costruzione è **75 anni** [$V_R (75)$].

4.2 AZIONI SISMICHE

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto, in relazione alla Pericolosità Sismica Nazionale vengono definite le forme spettrali tipiche per l'area di studio. Quest'area rientra nel Reticolo di Riferimento per i Valori di Periodo di Ritorno

V_R (Allegato B del NTC 2008) tra i nodi del reticolo con ID 24070-24071-24292-24293 (Tab. 4; Fig. 14).

I valori dei parametri dell'azione sismica da utilizzare per le verifiche degli Stati Limite si è basata sull'interpolazione lineare (media) dei valori dei punti del reticolo secondo la relazione matematica:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (1)$$

dove:
 p = valore del parametro di interesse nel punto in esame;
 p_i = valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
 d_i = distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

Tabella 4. Parametri Azione Sismica area Fratta Todina

ID griglia		24070	24071	24292	24293
Long		12.330	12.398	12.331	12.399
Lat		42.879	42.880	42.829	42.830
$T_R=30$	a_g	0.548	0.564	0.542	0.556
	F_o	2.53	2.52	2.53	2.52
	T_C'	0.26	0.27	0.26	0.27
$T_R=50$	a_g	0.67	0.693	0.661	0.681
	F_o	2.53	2.52	2.54	2.52
	T_C'	0.28	0.28	0.28	0.28
$T_R=72$	a_g	0.767	0.791	0.758	0.778
	F_o	2.55	2.54	2.54	2.54
	T_C'	0.28	0.28	0.28	0.28
$T_R=101$	a_g	0.885	0.918	0.874	0.9
	F_o	2.5	2.49	2.51	2.5
	T_C'	0.29	0.29	0.29	0.29
$T_R=140$	a_g	1.006	1.033	0.998	1.019
	F_o	2.49	2.49	2.48	2.49
	T_C'	0.29	0.29	0.29	0.29
$T_R=201$	a_g	1.168	1.204	1.155	1.187
	F_o	2.45	2.44	2.45	2.44
	T_C'	0.29	0.3	0.29	0.3
$T_R=475$	a_g	1.561	1.61	1.547	1.584
	F_o	2.47	2.46	2.47	2.46
	T_C'	0.3	0.31	0.3	0.31
$T_R=975$	a_g	1.95	2.005	1.936	1.974
	F_o	2.47	2.48	2.46	2.48
	T_C'	0.31	0.32	0.31	0.32
$T_R=2475$	a_g	2.525	2.589	2.51	2.551
	F_o	2.5	2.5	2.5	2.51
	T_C'	0.32	0.33	0.32	0.33
distanza	m	4300	3931	3988	3545

4.3 VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI: STATI LIMITE

Nella scelta e dimensionamento della struttura fondale, delle strutture portanti, copertura e tamponamento il progettista dovrà verificare le azioni sismiche in Stati Limite definiti nella NTC 2008 (§ 3.2.1).

Nella Tabella 5 sono sinteticamente riportati i valori delle **Forme Spettrali** a_g , F_o , T_c' (corrispondenti alla media dei valori dei quattro nodi della griglia), riferiti al periodo di riferimento $V_R = 75$ anni, considerando un Periodo di Ritorno T_R calcolato per lo **Stato Limite di Operatività (SLO)**, lo **Stato Limite di Danno (SLD)**, lo **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**, lo **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)** con valori della **probabilità di superamento** P_{V_R} pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%.

Tabella 5. Periodo di Ritorno e Forme spettrali

STATI LIMITE (§ 3.2.1)	$V_R (75)$		media ID griglia (Tab. 1)		
	P_{V_R}	T_R	a_g	F_o	T_c'
SLO	0.81	45	0.55	2.52	0.27
SLD	0.63	75	0.68	2.53	0.28
SLV	0.1	712	1.58	2.46	0.31
SLC	0.5	108	0.77	2.54	0.28

4.4 CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO E TOPOGRAFICHE

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto, vengono definite le condizioni stratigrafiche del volume di terreno significativo interessato dall'opera e le condizioni topografiche, che influenzano la risposta sismica locale.

Le caratteristiche sismiche del terreno in termini di velocità delle onde V_s sono state definite con una prova sismica tipo MASW, a 12 canali, eseguita in corrispondenza dell'edificio (Fig. 8, 12).

4.4.1 Indagine MASW

In figura 15 sono rappresentate le acquisizioni (periodo di campionamento = 1 msec) delle 30 tracce lungo lo stendimento di geofoni (interdistanza 2 m) della prova MASW effettuata.

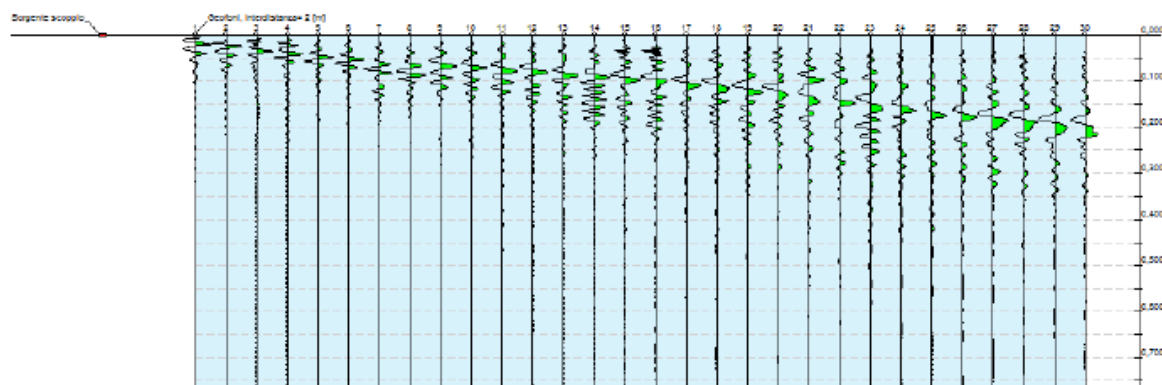


Figura 15. Tracce di registrazione dei geofoni.

L'analisi ha consentito di ricostruire in lo spettro delle velocità di fase-frequenza (Fig. 16A) e invertire i dati per costruire un modello di terreno (Fig. 16B).

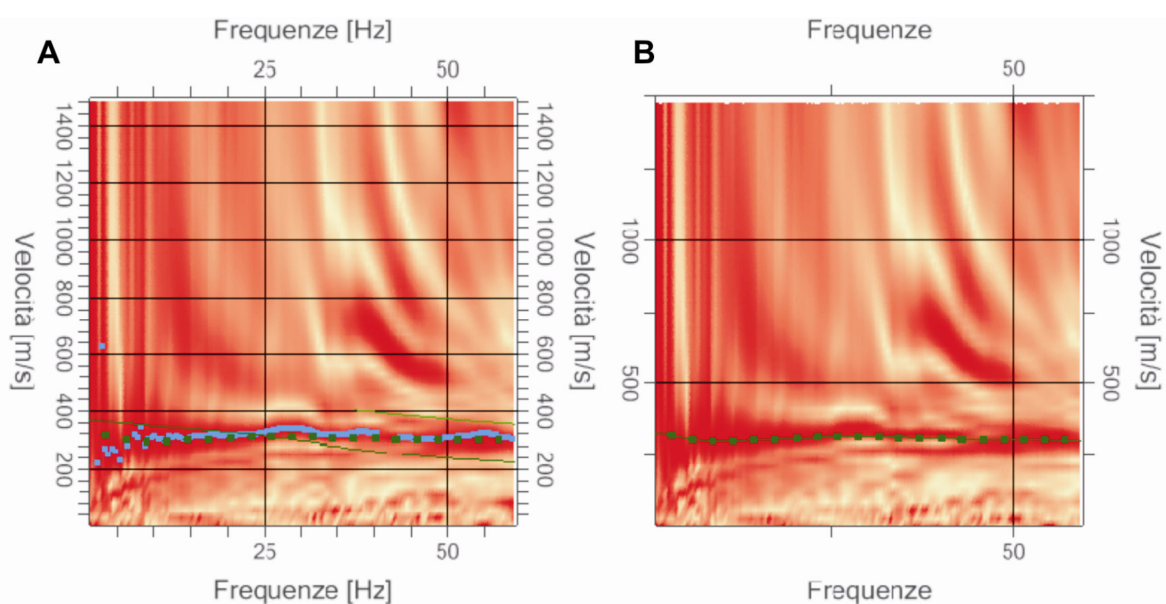


Figura 16. A) Punti della curva di dispersione frequenza-velocità di fase ed B) inversione dei dati per ricavare un modello di velocità con la profondità.

Tenendo in considerazione i vincoli stratigrafici (§ 2.1), è stato quindi possibile ricostruire un profilo delle velocità delle onde Vs e Vp con la profondità (Fig. 17). Dall'esame del profilo di variazione con la profondità delle velocità delle onde sismiche di taglio (Vs) risulta una debole inversione di velocità tra 8.3 m e 18.3 m dal pc. Tale variazione potrebbe essere imputabile alla presenza di sabbie argillose argille/sabbiose meno addensate/consistenti di origine lacustre (§ 2.1), la loro velocità (Vs) comunque rimane comunque > 180 m/s. A profondità maggiori la velocità aumenta di nuovo e si mantiene costante almeno fino a 35 m di profondità dal pc. L'aumento è imputabile alla presenza di marne fratturate del basamento pre-Pliocenico rappresentato dalla formazione dello Schlier (§ 2.1).

Nel complesso la velocità delle onde di taglio nei 30 metri di profondità rimane compresa tra $287 < V_s < 366$ ms. Quindi si ritiene che la piccola inversione di velocità non modifichi sostanzialmente la risposta del terreno sottoposto a sollecitazione sismica. Ai fini progettuali il terreno fondale rientra nella Categoria C (Tabella 3.2.II, NTC 2008, §3.2.2) essendo il valore medio di $V_{s,30}$ stimato in 320 m/s (Tab. 6).

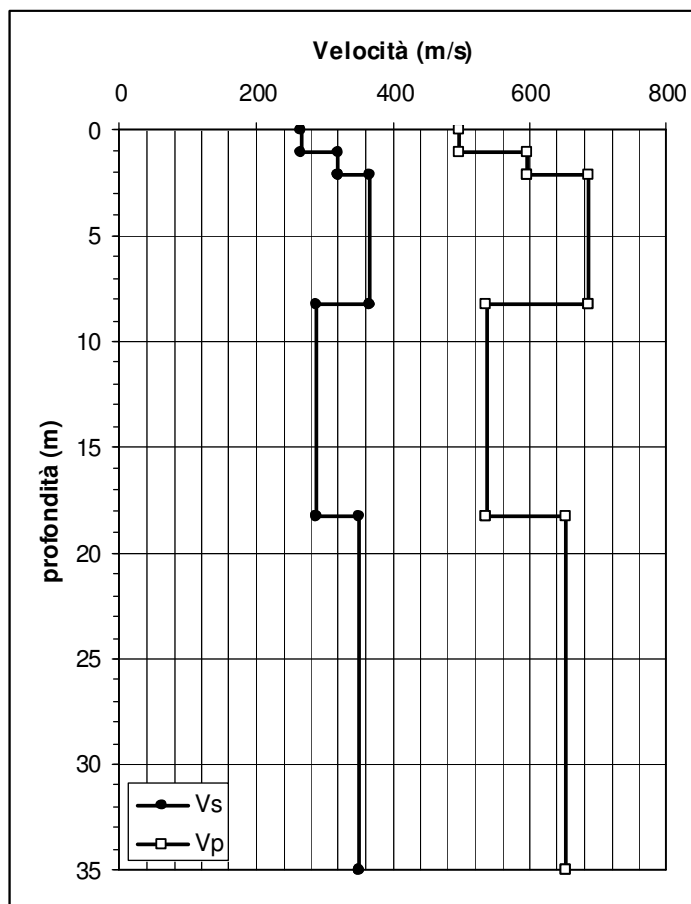


Figura 17. Velocità delle onde sismiche S e P nei terreni fondali definite dalla prova MASW.

Tabella 6. Estratto della Tabella 3.2.II, NTC 2008, §3.2.2)

C	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).
----------	---

Come categoria topografica l'area progettuale essendo pianeggiante ricade nella **categoria T1** (Tab. 7), quindi aventi un coefficiente di **Amplificazione Topografica** $S_T = 1$.

Tabella 7. Estratto della Tabella 3.2.IV, NTC 2008, §3.2.2)

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
-----------	--

4.5 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Il progettista della struttura dovrà, in fase progettuale, completare la Valutazione dell'Azione Sismica sul complesso terreno fondazione utilizzando le caratteristiche geologiche e geotecniche e i parametri delle azioni sismiche precedentemente definiti.

5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

5.1 COMPUTO DELLE QUANTITÀ DI TERRE E ROCCE DA SCAVO

La realizzazione dell'impianto di depurazione prevede l'escavazione per la posa in opera delle strutture fondali. Le terre di scavo rientrano nella categoria delle **“Terre e rocce da scavo provenienti da cantieri di piccola dimensione”** in quanto comportano movimenti di terreno inferiori per quantità a 5000 m³ misurati in banco (DGR n.1064 del 27/07/2009; par. 1.3).

La quantità di terreno di risulta è relativamente esiguo, al massimo circa 50 m³, e verrà riutilizzato integralmente nello stesso sito ove è previsto l'intervento: nello specifico all'interno della particella 563 Foglio 15, del NCT del Comune di Fratta Todina.



Figura 18. Saggi con pala meccanica. Durante gli scavi non è stata osservata la presenza di rifiuti.

5.2 NATURA E QUALITÀ DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Le caratteristiche geologiche dei terreni ove saranno realizzate le opere sono di granulometria grossolana e costituite essenzialmente da ghiaie e sabbie.

Dalle indagini svolte, saggi con pala meccanica nell'area di sedime (Fig. 8, 18), risulta che le terre di scavo sono nella loro **disposizione geologica naturale** (DGR n.1064 del 27/07/2009; art. 2 lettera a) e complessivamente rientrano nella **tipologia di Ghiaie e Sabbie** (DGR n.1064 del 27/07/2009; par. 2.1).

L'area di intervento è stata utilizzata, nel tempo, per coltivazioni agricole cerealicole. Nella zona di indagine ad ovest dell'area di sedime, sull'altro lato della strada che conduce al vocabolo Molino (Fig. 19), sono stati individuati abbanchi di rifiuti RSU.

Nell'area di sedime ed in quella circostante almeno per 200 m non è presente alcun serbatoio o cisterna interrata, utilizzati per lo stoccaggio di sostanze diverse dall'acqua piovana o di falda, ne vi sono mai stati. A valle dell'area di sedime è presente uno scarico di acque reflue urbane, ma l'area non è limitrofa a strade di grande comunicazione.

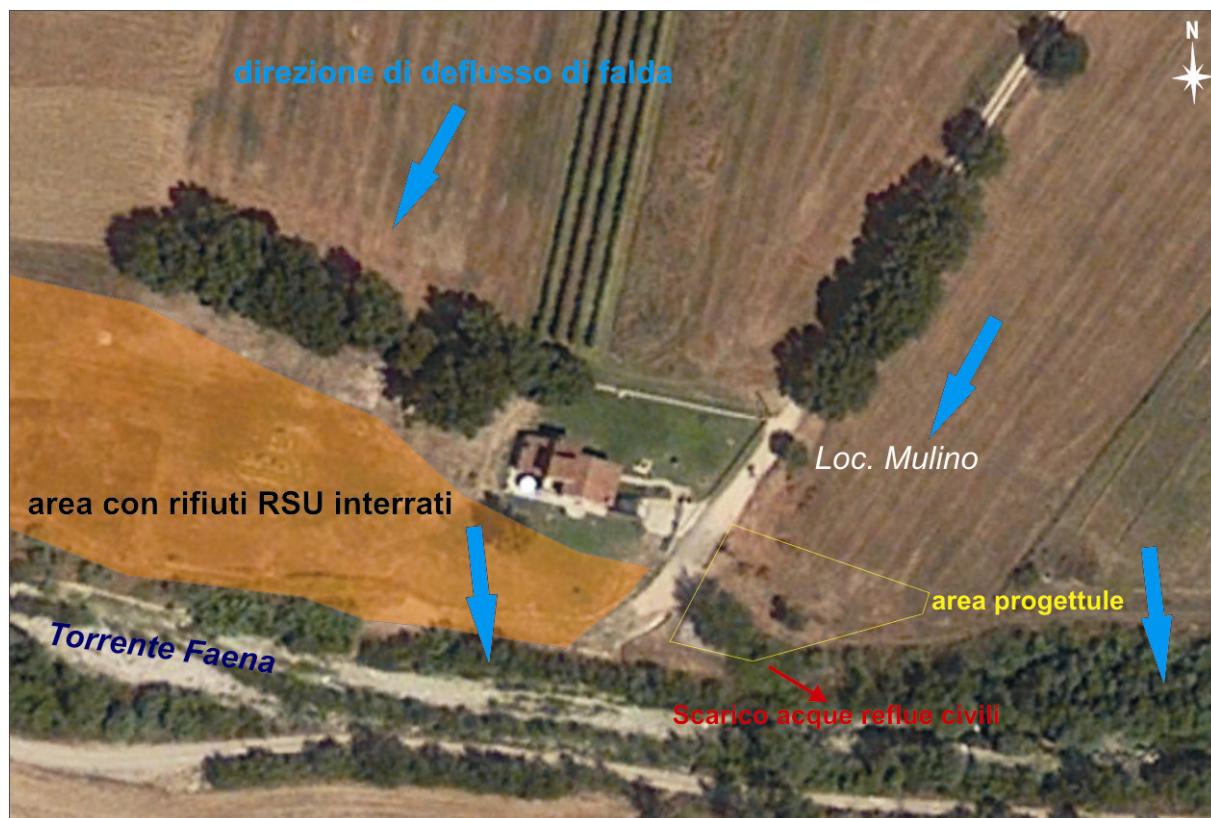


Figura 19. Aree con rifiuti e ubicazioni scarichi nei pressi della zona di sedime progettuale. In figura sono anche individuate le direzioni di deflusso di falda.

Considerando le principali direzioni di deflusso di falda e l'assenza di rifiuti nei saggi esplorativi effettuati, **non risulta** che la zona d'imposta d'opera sia da

considerare come “**Area a presunta contaminazione**” (DGR n.1064 del 27/07/2009; par. 2.2).

5.3 CARATTERIZZAZIONE CHIMICA

Le terre di scavo sono di natura prevalentemente ghiaiosa sabbiosa. La loro **caratterizzazione chimica non è obbligatoria** essendo le terre di scavo costituite da terreni naturali, non provengono da aree a presunta contaminazione (DGR n.1064 del 27/07/2009; par. 2.3).

In base al processo di formazione e deposizione dei sedimenti sabbiosi, limosi e in minor misura ghiaiosi che costituiscono le litologie da scavare e le caratteristiche del sito sopra esposte, si esclude che i terreni di scavo possano contenere metalli pesanti (Cd, Cr, Pb, Zn, Cu), idrocarburi e composti quali IPA e BTEX.

6. CONCLUSIONI

Sulla base delle indagini effettuate, i cui risultati sono stati esposti nei precedenti paragrafi, si perviene alle seguenti conclusioni:

- L'area in esame risulta morfologicamente stabile e non sono stati evidenziate potenziali dinamiche gravitative con sviluppo futuro.
- La zona fondale potrebbe essere interessata da fenomeni di alluvionamento, si consiglia di progettare opere passive di difesa idraulica.
- La variabilità del corso del torrente deve essere tenuta in considerazione e si consiglia di provvedere alla realizzazione di opere di protezione della scarpata d'alveo.
- La falda freatica ha quota variabile e può interessare il volume significativo del terreno per l'opera in progetto.
- La capacità portante dei terreni fondali deve essere valutata e verificata in fase progettuale dopo aver definito le caratteristiche della struttura le opere di fondazione. Le caratteristiche litologiche-geomeccaniche dei terreni fondali sono buone.
- La parametrizzazione delle Azioni Sismiche di Progetto dovrà essere effettuata in fase progettuale sul sistema fondazione terreno utilizzando i parametri forniti nel § 4 della relazione.
- La verifica degli Stati Limite dovrà essere effettuata in fase progettuale utilizzando i parametri forniti nel § 4 della relazione.
- Ai fini della Risposta Sismica Locale il terreno fondale rientra nella Categoria C, e l'area di fondazione rientra nella categoria topografica è T1 quindi si può applicare un coefficiente di Amplificazione Topografica $S_T = 1$.
- Le terre e rocce da scavo sono in giacitura naturale e non sono presenti materiali inquinanti.

Perugia 04/07/12

Il Geologo



ALLEGATO 1- Prova DPSH

PENETROMETRO DINAMICO PAGANI: TG 63-200 ISM.C matricola **P 000988**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-200 ISM.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

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

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa \approx 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg



dott. Giorgio PIAGNANI - geologo

STUDIO GEOLAND - indagini geologiche ed ambientali

mail: geolandpg@tiscali.it - PEC: geolandpg@epap.sicurezzaapostale.it

SEDE LEGALE: P.zza I° Maggio n. 5 - 06081 Assisi (PG)

SEDE OPERATIVA: Via V. Veneto n. 14 - 06083 Bastia Umbra (PG)
tel. & fax: 075.3723177 - mobile: 338.2940003

C.F. - P. IVA: PGNGRG72H16G478M - 02540680549

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- cantiere : Dott. Geol. Gianluigi ROSATELLI
- lavoro : Realizzazione impianto di depurazione
- località : Fratta Todina (PG) - loc. Molino

- data prova : 27/06/2012
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 02/07/2012

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	6	63,0	1	1,40 - 1,60	37	329,7	3
0,20 - 0,40	9	94,6	1	1,60 - 1,80	39	347,5	3
0,40 - 0,60	24	231,4	2	1,80 - 2,00	31	276,2	3
0,60 - 0,80	30	289,3	2	2,00 - 2,20	36	320,8	3
0,80 - 1,00	39	376,1	2	2,20 - 2,40	37	329,7	3
1,00 - 1,20	32	308,6	2	2,40 - 2,60	64	530,0	4
1,20 - 1,40	34	327,9	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-200 ISM.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



dott. Giorgio PIAGNANI - geologo

STUDIO GEOLAND - indagini geologiche ed ambientali

mail: geolandpg@tiscali.it - PEC: geolandpg@epap.sicurezza postale.it

SEDE LEGALE: P.zza I° Maggio n. 5 - 06081 Assisi (PG)

SEDE OPERATIVA: Via V. Veneto n. 14 - 06083 Bastia Umbra (PG)
tel. & fax: 075.3723177 - mobile: 338.2940003

C.F. - P. IVA: PGNGRG72H16G478M - 02540680549

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

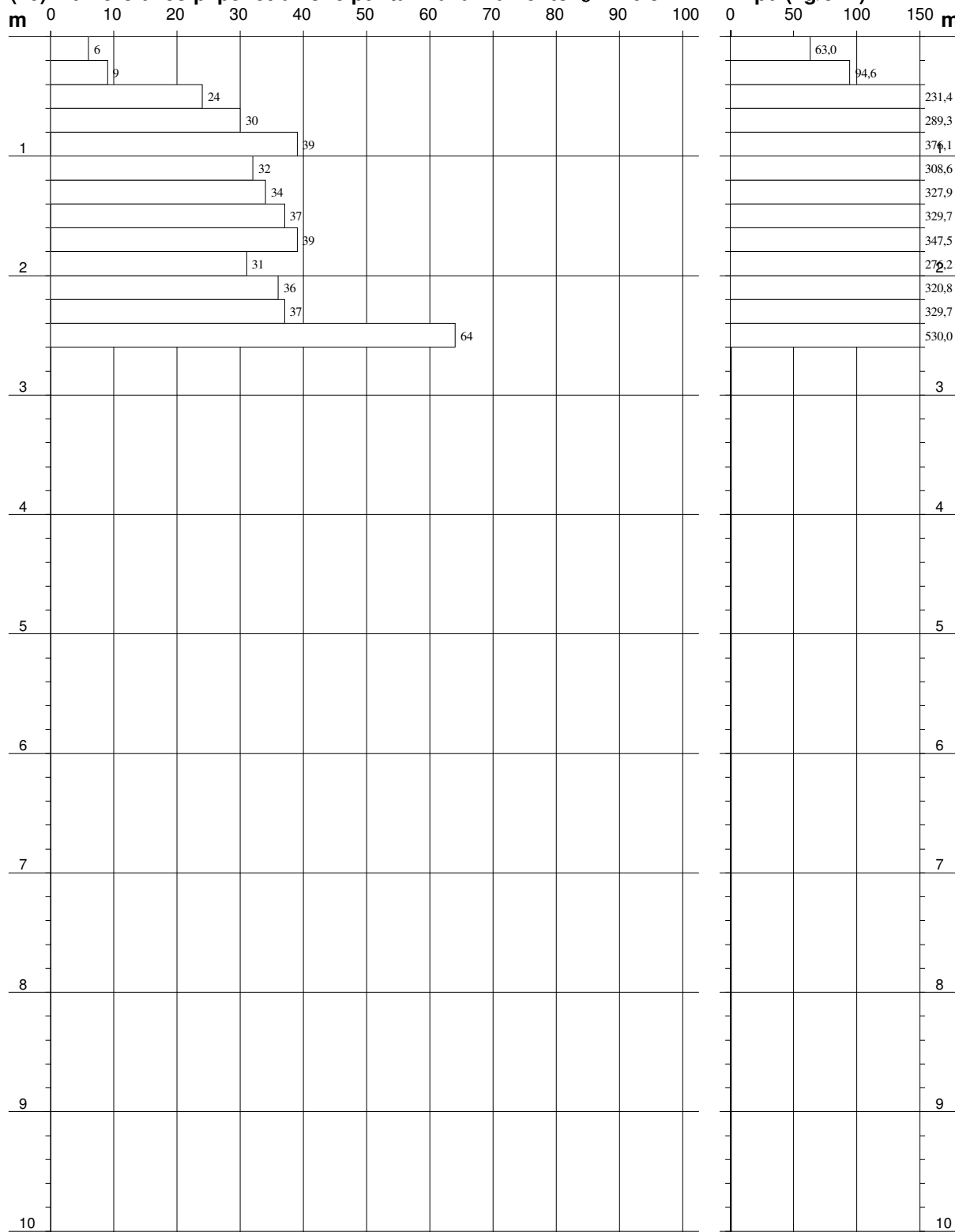
Scala 1: 50

- cantiere : Dott. Geol. Gianluigi ROSATELLI
 - lavoro : Realizzazione impianto di depurazione
 - località : Fratta Todina (PG) - loc. Molino

- data prova : 27/06/2012
 - quota inizio : 0.00
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 02/07/2012

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$ cm



CORRELAZIONE Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)
5	18	30	65	55	87	80	96
10	35	35	70	60	89	85	98
15	43	40	75	65	91	90	100
20	50	45	80	70	93	95	100
25	58	50	85	75	94	100	100

Nspt = 0 ± 4	sabbia MOLTO SCIOLTA	Dr = 0 ± 15 %
Nspt = 4 ± 10	sabbia SCIOLTA	Dr = 15 ± 35 %
Nspt = 10 ± 30	sabbia MEDIAMENTE ADDENSATA	Dr = 35 ± 65 %
Nspt = 30 ± 50	sabbia ADDENSATA	Dr = 65 ± 85 %
Nspt > 50	sabbia MOLTO ADDENSATA	Dr = 85 ± 100 %

N.B.: esistono altre più precise correlazioni che tengono conto della pressione di consolidazione;
p'vo (pressione geostatica efficace) .

Nspt -> ϕ' (ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE) (Terreni granulari) - Yuki take Shioi e Jiro Kukuni (1982)

$$\phi(^{\circ}) = ((15 \times Nspt)^{1/2}) + 15$$

N.B.: esistono altre più precise correlazioni che tengono conto della pressione di consolidazione;
p'vo (pressione geostatica efficace) .

Nspt -> E' (MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO) (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri (1970) -

SABBIE e GHIAIE N.C. (normalmente consolidate)

Nspt	E'(kg/cm ²)	Nspt	E'(kg/cm ²)	Nspt	E'(kg/cm ²)	Nspt	E'(kg/cm ²)
5	229,8	30	422,6	55	615,3	80	808,1
10	268,4	35	461,1	60	653,9	85	846,6
15	306,9	40	499,7	65	692,4	90	885,2
20	345,5	45	538,2	70	731,0	95	923,7
25	384,0	50	576,8	75	769,5	100	962,3

SABBIE S.C. (sovra consolidate)

Nspt	E'(kg/cm ²)	Nspt	E'(kg/cm ²)	Nspt	E'(kg/cm ²)	Nspt	E'(kg/cm ²)
5	428,5	30	694,5	55	960,5	80	1226,5
10	481,7	35	747,7	60	1013,7	85	1279,7
15	534,9	40	800,9	65	1066,9	90	1332,9
20	588,1	45	854,1	70	1120,1	95	1386,1
25	641,3	50	907,3	75	1173,3	100	1439,3

CORRELAZIONE Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

Nspt -> liq (RISCHIO DI LIQUEFAZIONE) (Terreni granulari) - SHI-MING (1982) -
ipotesi : sabbie con falda superficiale -

VII grado		VIII grado		IX grado		(Scala Mercalli modificata)
prof(m)	Ncr	prof(m)	Ncr	prof(m)	Ncr	
0,00	4	0,00	7	0,00	12	
1,00	5	1,00	9	1,00	14	
2,00	6	2,00	10	2,00	16	
3,00	7	3,00	11	3,00	18	
4,00	7	4,00	12	4,00	20	
5,00	8	5,00	14	5,00	22	
6,00	9	6,00	15	6,00	24	
7,00	10	7,00	16	7,00	26	
8,00	10	8,00	17	8,00	28	
9,00	11	9,00	19	9,00	30	
10,00	12	10,00	20	10,00	32	
11,00	13	11,00	21	11,00	34	
12,00	13	12,00	22	12,00	36	
13,00	14	13,00	24	13,00	38	
14,00	15	14,00	25	14,00	40	
15,00	16	15,00	26	15,00	42	

LIQUEFAZIONE POSSIBILE PER $N_{spt} < N_{cr}$

Nspt -> Cu (COESIONE NON DRENATA) (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

Nspt	Cu(kg/cm ²)	Nspt	Cu(kg/cm ²)	Nspt	Cu(kg/cm ²)	Nspt	Cu(kg/cm ²)
2	0,13	12	0,75	22	1,38	32	2,00
4	0,25	14	0,88	24	1,50	34	2,13
6	0,38	16	1,00	26	1,63	36	2,25
8	0,50	18	1,13	28	1,75	38	2,38
10	0,63	20	1,25	30	1,88	40	2,50

Nspt = 0 ÷ 2	terreno MOLTO MOLLE	Cu = 0.000 ÷ 0.125 kg/cm ²
Nspt = 2 ÷ 4	terreno MOLLE	Cu = 0.125 ÷ 0.250 kg/cm ²
Nspt = 4 ÷ 8	terreno MODERATA CONSISTENZA	Cu = 0.250 ÷ 0.500 kg/cm ²
Nspt = 8 ÷ 15	terreno CONSISTENTE	Cu = 0.500 ÷ 1.000 kg/cm ²
Nspt = 15 ÷ 30	terreno MOLTO CONSIST.	Cu = 1.000 ÷ 2.000 kg/cm ²
Nspt > 30	terreno ESTREMAM.CONSIST.	Cu > 2.000 kg/cm ²

N.B.: correlazioni scarsamente affidabili, considerate le caratteristiche della prova SPT (di tipo dinamico)

Nspt -> Y (PESO DI VOLUME) (Terreni coesivi)

$Y_{sat}[t/m^3]$ = peso di volume saturo $Y_d[t/m^3]$ = peso di volume secco W = umidità % e = indice vuoti

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd
0	1,83	1,33	25	2,02	1,64	50	2,15	1,85	75	2,20	1,93
5	1,88	1,41	30	2,05	1,69	55	2,16	1,87	80	2,21	1,95
10	1,93	1,50	35	2,08	1,73	60	2,17	1,88	85	2,23	1,97
15	1,96	1,54	40	2,10	1,77	65	2,18	1,90	90	2,24	1,99
20	1,99	1,59	45	2,13	1,81	70	2,19	1,92	95	2,24	1,99

CORRELAZIONE Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

Nspt	Ysat	W%	e	Nspt	Ysat	W%	e	Nspt	Ysat	W%	e
0	1,60	68	1,833	10	1,90	33	0,892	20	2,02	25	0,667
2	1,75	47	1,267	12	1,92	31	0,842	22	2,04	23	0,628
4	1,80	42	1,125	14	1,95	29	0,795	24	2,07	22	0,591
6	1,85	37	1,000	16	1,97	28	0,750	26	2,09	21	0,556
8	1,87	35	0,945	18	2,00	26	0,708	28	2,10	20	0,545

N.B.: Correlazioni scarsamente affidabili soprattutto per terreni coesivi !

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA - **valori minimi**

DIN 1

- cantiere : Dott. Geol. Gianluigi ROSATELLI
- lavoro : Realizzazione impianto di depurazione
- località : Fratta Todina (PG) - loc. Molino

- data prova : 27/06/2012
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 02/07/2012

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,40	N	7,5	6	9	6,8	----	----	----	6	1,49	9
		Rpd	78,8	63	95	70,9	----	----	----	63		
2	0,40 2,40	N	33,9	24	39	29,0	4,7	29,2	38,6	24	1,49	36
		Rpd	313,7	231	376	272,6	40,3	273,5	354,0	222		
3	2,40 2,60	N	64,0	64	64	64,0	----	----	----	64	1,49	95
		Rpd	530,0	530	530	530,0	----	----	----	530		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

						NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					
n°	H		Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0,00	----	9	73	67	32	27	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34.0	0.918	----	
2	0,40	2,40	36	136	187	71	38	469	2.08	1.74	2.25	2.21	14.8	0.401	----	
3	2,40	2,60	95	180	384	100	53	924	2.24	1.99	5.94	2.93	-4.4	-0.119	----	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (Kg/cm²) = capacità portante Sanglerat 1972

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA - **valori medi**

DIN 1

- cantiere : Dott. Geol. Gianluigi ROSATELLI
- lavoro : Realizzazione impianto di depurazione
- località : Fratta Todina (PG) - loc. Molino

- data prova : 27/06/2012
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 02/07/2012

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,40	N	7,5	6	9	6,8	----	----	----	8	1,49	12
		Rpd	78,8	63	95	70,9	----	----	----	84		
2	0,40 2,40	N	33,9	24	39	29,0	4,7	29,2	38,6	34	1,49	51
		Rpd	313,7	231	376	272,6	40,3	273,5	354,0	315		
3	2,40 2,60	N	64,0	64	64	64,0	----	----	----	64	1,49	95
		Rpd	530,0	530	530	530,0	----	----	----	530		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

						NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					
n°	H		Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0,00	----	12	77	83	38	28	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31.2	0.842	----	
2	0,40	2,40	51	144	242	85	43	585	2.15	1.85	3.19	2.40	8.1	0.218	----	
3	2,40	2,60	95	180	384	100	53	924	2.24	1.99	5.94	2.93	-4.4	-0.119	----	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (Kg/cm²) = capacità portante Sanglerat 1972