

Relazione geologica, sismica e geologica-tecnica preliminare

Progetto preliminare

Progetto per la realizzazione di un Impianto di produzione di biometano alimentato dal biogas ottenuto dalla digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi urbani a valle della raccolta differenziata (FOU) ed un Impianto di produzione di fertilizzanti prodotti dal compostaggio dei rifiuti organici provenienti dall'impianto di biometano.

Foligno – loc.Casone

FG/BM/RT/035a
29/09/2015

Via Ivrea, 70 (To) Italia
T +39 011.9579211
F +39 011.9579241
info@asja.biz



COMUNE DI FOLIGNO

**RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOLOGICO-TECNICA
PRELIMINARE PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI
PRODUZIONE DI BIOMETANO ALIMENTATO DAL BIOGAS
OTTENUTO DALLA DIGESTIONE ANAEROBICA DEI RIFIUTI SOLIDI
URBANI A VALLE DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA (FUO) ED UN
IMPIANTO DI PRODUZIONE DI FERTILIZZANTI PRODOTTI DAL
COMPOSTAGGIO DEI RIFIUTI ORGANICI PROVENIENTI
DALL'IMPIANTO DI BIOMETANO**

COMMITTENTE :
ASJA AMBIENTE
ITALIA spa

LOCALITA' :
Il Casone

DATA:
SETTEMBRE 2015

GEOLOGO : DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI





COMUNE DI FOLIGNO

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

COMMITTENTE :
ASJA AMBIENTE
ITALIA spa

LOCALITA' :
Il Casone

DATA:
SETTEMBRE 2015

GEOLOGO : DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI



PREMESSA

Facendo seguito all'incarico conferitoci della Società Asja s.p.a., si è proceduto alla seguente indagine **preliminare** nell'area sulla quale si prevede di realizzare un impianto di produzione di biometano alimentato dal biogas ottenuto dalla digestione anaerobica dei rifiuti solidi urbani a valle della raccolta differenziata (FOU) ed un impianto di produzione prodotti dal compostaggio dei rifiuti organici provenienti dall'impianto di biometano.



Nell'indagine sono state evidenziate:

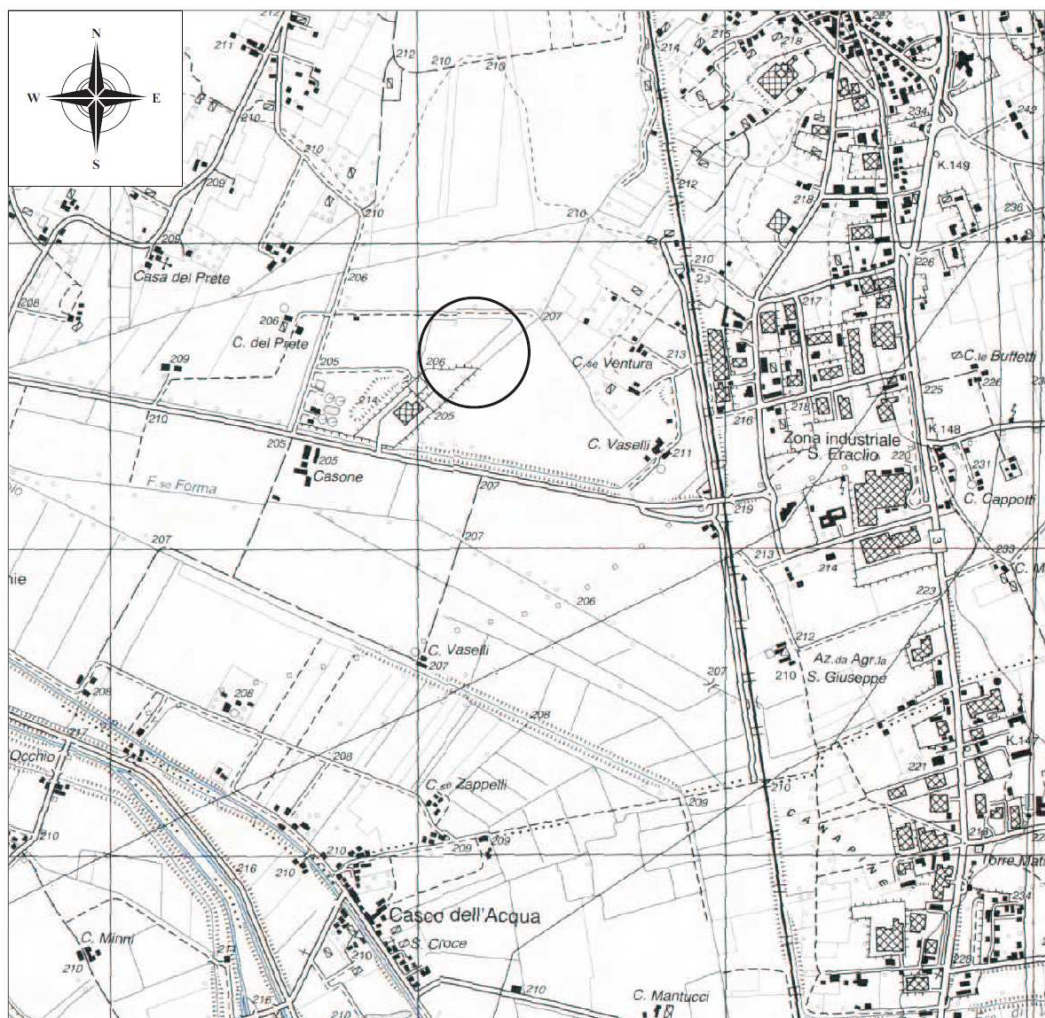
- le caratteristiche geologiche e geomorfologiche generali dell'area;
- le caratteristiche idrogeologiche;
- le caratteristiche sismiche dell'area di nuova edificazione;
- le caratteristiche geologico-tecniche di massima in relazione alle possibili problematiche da approfondire in fase definitiva ed esecutiva.

UBICAZIONE DELL'AREA

L'area in oggetto si situa nella zona del Casone, a valle della zona industriale di S. Eraclio nel territorio comunale di Foligno e ricade topograficamente al margine meridionale della omonima tavoletta del Foglio n. 131 della Carta d'Italia (All. A).

Catastalmente il lotto in esame è censito alle particelle nn. 384/p e 387/p del Foglio n. 250 del N.C.T. del Comune di Foligno (All. B)

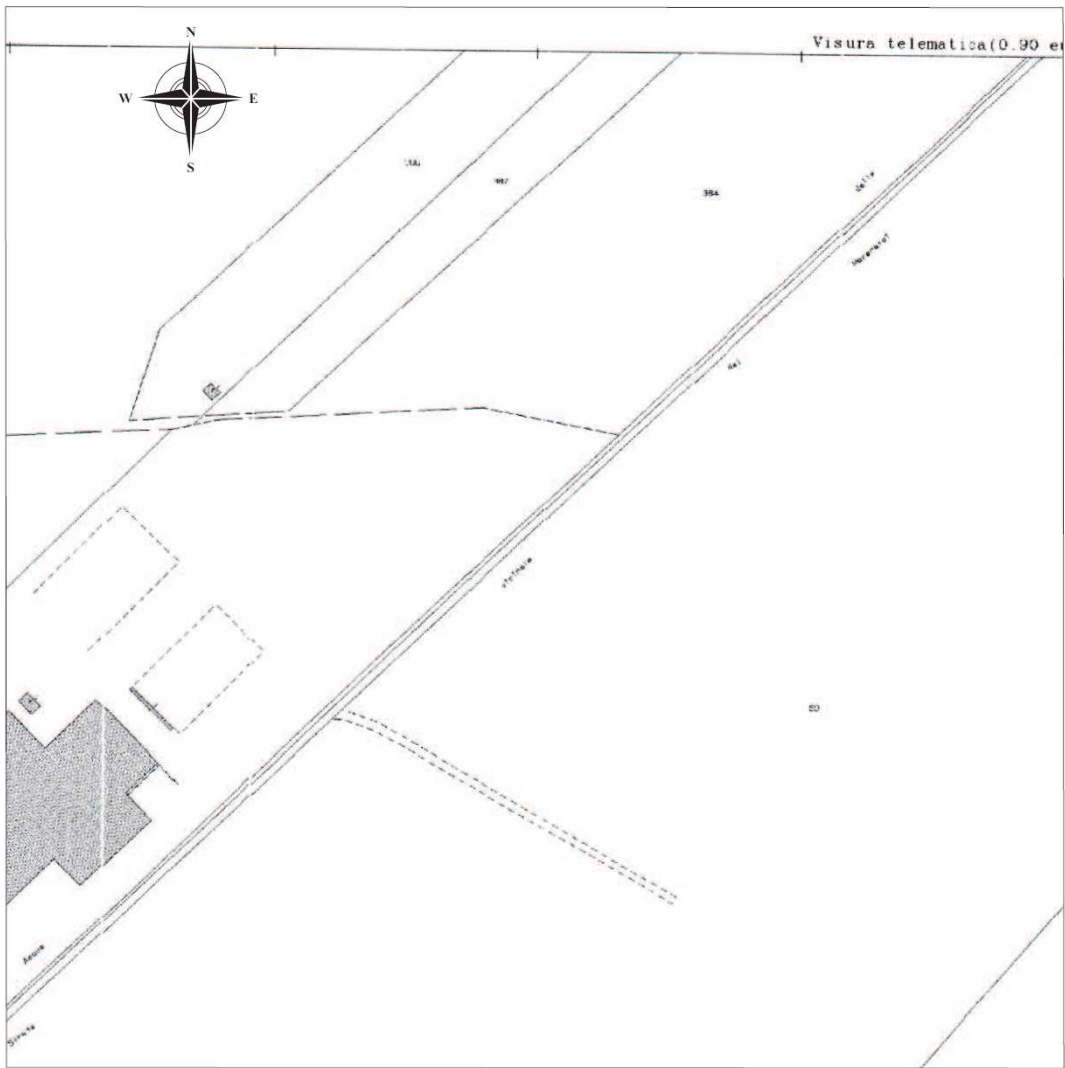
UBICAZIONE DELL'AREA



SCALA 1:25.000

All. A) Loc. Casone-S. Eraclio, Foligno - Tav. " Foligno " I
N.O. del Foglio n. 131 della Carta d'Italia

RIFERIMENTI CATASTALI



All. B) Particelle nn. 384/p e 387/p del Foglio n. 250 del Nuovo Catasto Terreni del Comune di Foligno

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE ED IDRAULICHE

L'area d'indagine si trova, ad una quota di 206,00 m. s.l.m., nella porzione centro–orientale della Valle Umbra, a valle della zona in cui avviene il raccordo tra la pianura ed i primi rilievi che la bordano ad oriente.

La morfologia dell'area si presenta omogeneamente pianeggiante con una debolissima pendenza occidentale e di conseguenza, non essendo interessata da processi erosivi o deposizionali in atto, può essere certamente classificata come geomorfologicamente stabile e potrà essere inserita, per l'analisi della risposta sismica locale ai sensi del D.M. 14.01.2008, nella **categoria topografica T1**.

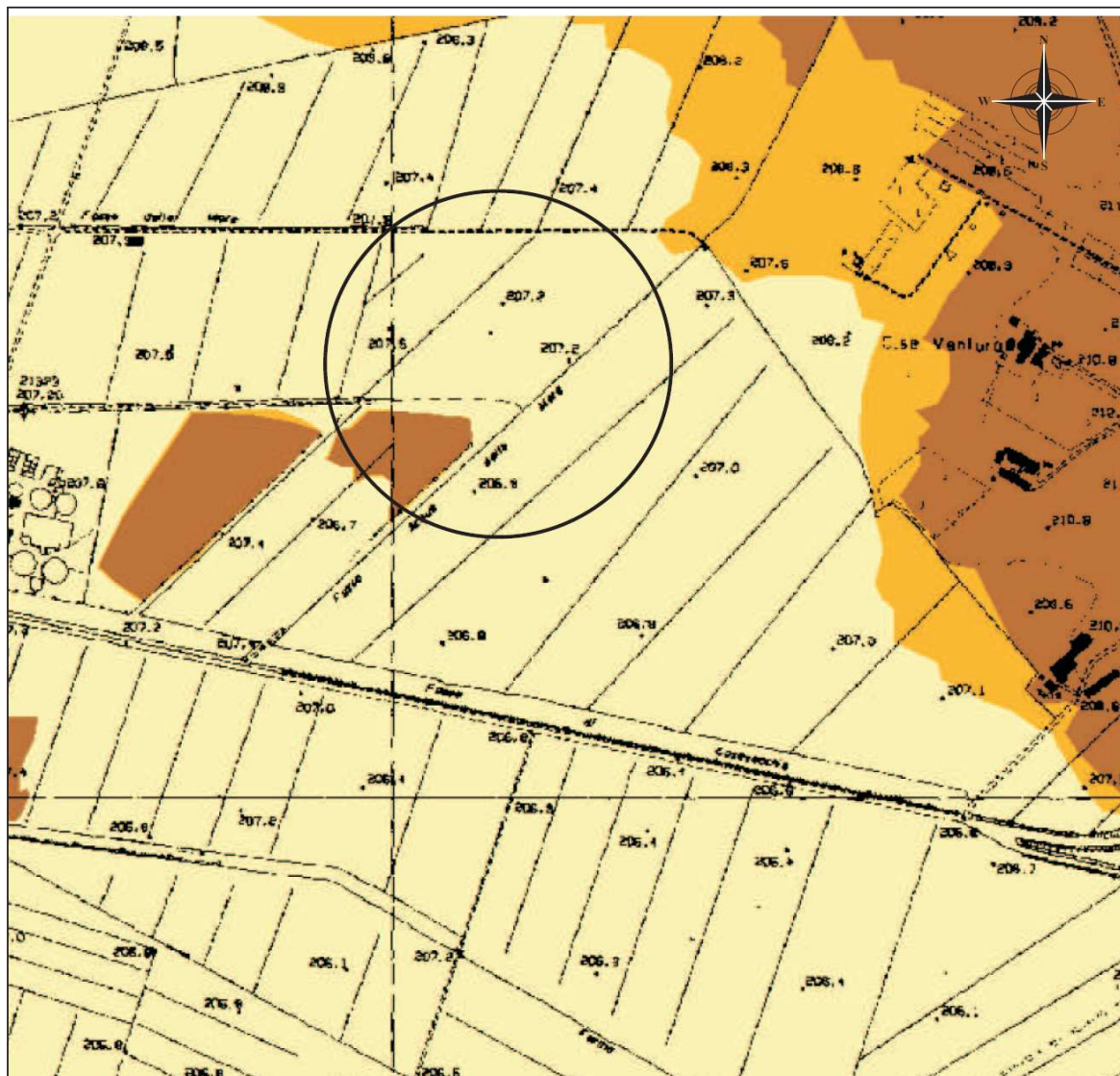
La debolissima pendenza occidentale, permette, anche se con una certa difficoltà, il deflusso idrico superficiale attraverso i fossi ed acquai campestri che costituiscono il reticolo idrografico.

Lo stesso fa capo al F. Clitunno, posto alcuni chilometri ad ovest, in quanto il F. Topino, a valle della Città di Foligno risulta arginato.

Nello studio relativo alle aree di allagabilità del Bacino del F. Topino e del T. Marroggia l'area risulta interessata da eventi alluvionali sia relativi al F. Topino che al T. Marroggia.

Di conseguenza viene inserita nella Fascia A di rischio idraulico (All. C) di cui alla variante n. 7 alle NTA PRG 97ed al PAI.

CARTA DELLE FASCE FLUVIALI DI RISCHIO



SCALA 1:10.000

All. C) Carta delle fasce fluviali di rischio, Sez. 324.050, F. Topino

LEGENDA:

- fascia fluviale A
- fascia fluviale B
- fascia fluviale C

PSI area a rischio idraulico R4 ex P.A.I. 2002

confini comunali

Carta tratta da:

REGIONE DELL'UMBRIA
Servizio Protezione Civile - Servizio Difesa del Suolo

CONSORZIO DELLA BONIFICAZIONE UMBRA
Consorzio di Bonifica n° 4 TOPINO-MARROGGIA (L.R. 490)

**MAPPE DI PERICOLOSITA'
E RISCHIO IDRAULICO
NEL BACINO DEL FIUME TOPINO
E DEL TORRENTE MARROGGIA**
1° Lotto Funzionale

iDeA di A. Bertoni, L. Calchi Novati, A. Cusi
via Roma 100 - 00187 Roma - Tel. 06/49811111 - Fax 06/49811112 - www.ideasrl.it

Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Ingegneria Civile

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Per quanto riguarda la circolazione idrica profonda, l'interpretazione dei dati raccolti nell'area, e la realizzazione dei sondaggi penetrometrici ha evidenziato la presenza di due differenti circolazioni idriche.

La prima pensile, molto superficiale, in equilibrio sostanziale con i fossi presenti nell'area, si pone a profondità di circa 50 cm. dal piano campagna, saturando i materiali fini presenti nella zona.

La seconda, peraltro molto mineralizzata ed **artesiana**, è in equilibrio con l'acquifero della Valle Umbra ed è contenuta nei depositi ghiaiosi a più alta permeabilità presenti a profondità molto variabili (dagli 11 ai 30 m.) di sotto dei depositi fini.

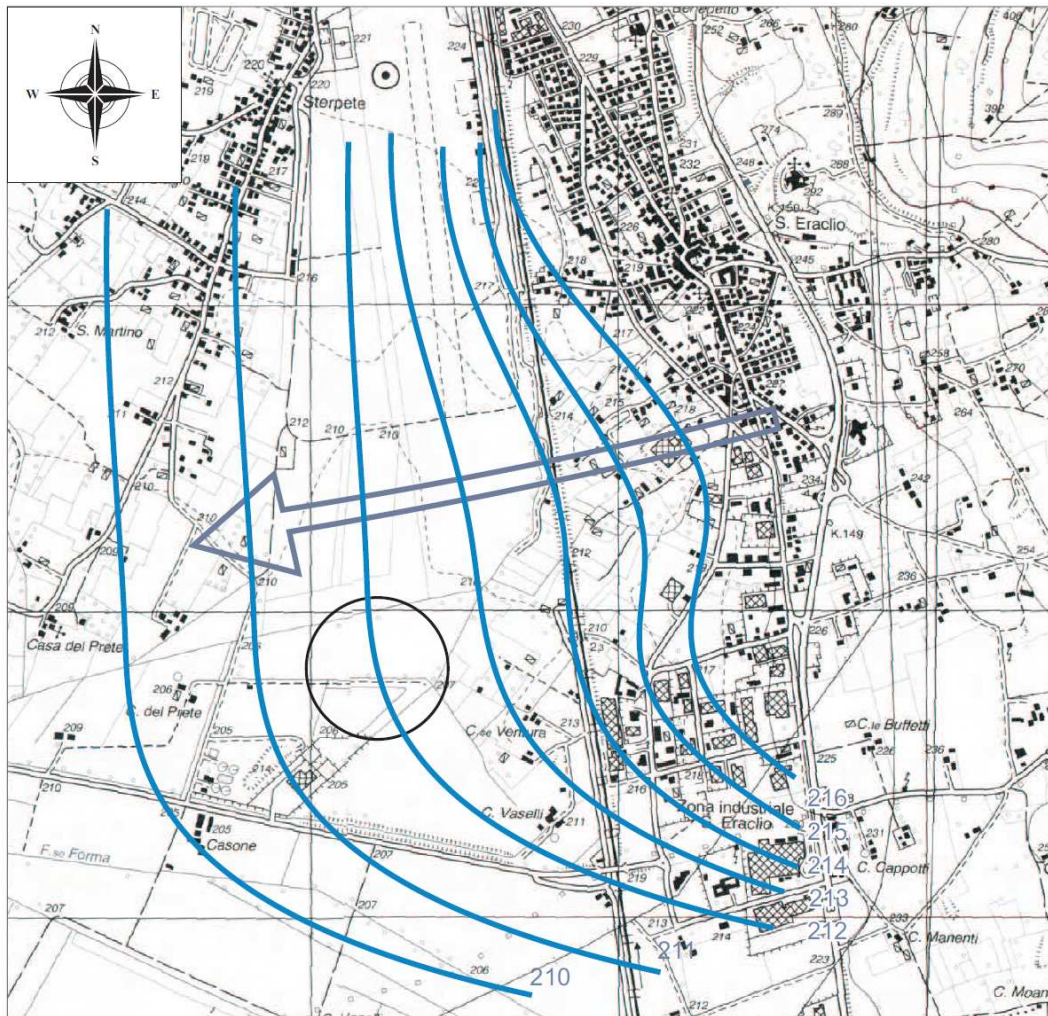
La ricostruzione delle curve isofreatiche della falda profonda mostra un andamento del flusso idrico apparente verso W in accordo con la morfologia superficiale (All. D).

Nel sito in esame il livello idrostatico relativo, riferito all'attuale mese di Ottobre 2014, si attesta ad una quota media di circa 212,00 m. dal p.c. con un valore di circa 6,0 m. al di sopra del piano campagna.

In periodi di magra si sono osservate discese del livello statico della falda principale fino ad almeno 205,0 m., perdendo nella sostanza l'artesianesimo, e la scomparsa di quella pensile superficiale.



Sarà necessaria fare molta attenzione nella realizzazione di eventuali fondazioni profonde in quanto la perforazione del banco ghiaioso in cui è contenuta la falda artesianica comporta notevoli problemi per il controllo della fuoriuscita di acqua in pressione.

CARTA DELLE ISOFREATICHE



SCALA 1:25.000

All. D) Carta delle isofreatiche con andamento del flusso idrico

 curve isofreatiche
 flusso idrico apparente

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

In relazione alle caratteristiche litologiche, la natura e le caratteristiche dei terreni presenti evidenziano l'origine lacustre e palustre molto recente dei materiali (All. E).

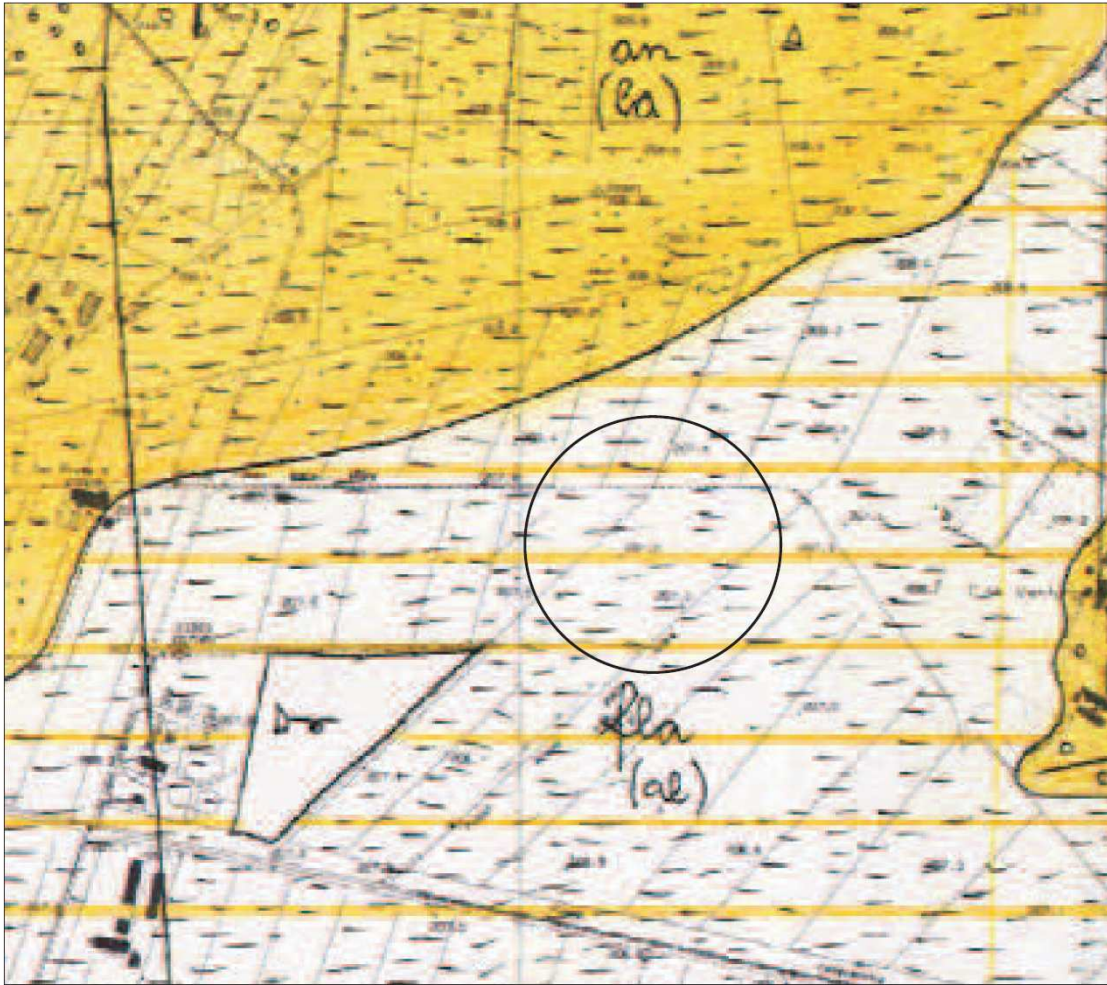
In effetti l'area presente ancora caratteri palustri ed è stata tra le ultime della Valle Umbra ad essere bonificata.

Si tratta nel caso specifico di argille, talora torbose, e limi alternati a sottili livelli sabbiosi.

Isolati livelli ghiaiosi, interdigitati con i materiali granulari delle falde detritiche presenti ad est, vengono talora rinvenuti a quote superiori ai 10,0 m. dal piano campagna come nel caso del sondaggio penetrometrico n. 01.

CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:10.000



All. E) Stralcio della Carta Geologica dell'area di S. Eracleo, C.T.R. N. 324050, redatta dalla Regione dell'Umbria, Direzione Politiche Territoriali Ambiente e Infrastrutture, Servizio geologico, per il progetto Cartografie Geologiche e Geotematiche delle aree terremotate finalizzate alla individuazione della pericolosità sismica.

LEGENDA

	ACCUMULI ANTROPICI Durezioni e areole con almeno un lato di 50 m e otto spessori minimi di 1,5-2 m (ant)
	SEDIMENTI LACUSTRI E PALUSTRI ATTUALI E RECENTI Soprassegno e sagra per limi e argille: tratteggiato, al. Olocene
	ACCUMULO DI FRANA Depositi caotici imputabili a fenomeni franosi attivi. Pleistocene-Olocene
	DEPOSITI ELUVIALI E COLLUVIALI Eluvium, suoli, terre rosse ed in genere depositi essenzialmente fini provenienti dal dilavamento del litopio del substrato e con spessori minimi di 1,5-2 metri. Depositi detritici prodotti dal dilavamento (coluvium), a granulometria prevalentemente fina o costituita da elementi di roccia a spigoli vivi, inglobati in una matrice prevalentemente limoso-argillosa. Pleistocene-Olocene
	DETRITI DI FALDA RECENTI (dr) ED ANTICHI (ant) Depositi essenzialmente gravitativi, a granulometria variabile, da ben classati a fortemente eterometrici. I clasti sono prevalentemente a spigoli vivi o subangolari, per lo più in accumuli massivi o grossolanamente stratificati. Quando il grado di cementazione è particolarmente evidente su un'area di almeno un ettaro si dovrà inserire un soprassegno rigato diagonale dentro rosso. Pleistocene-Olocene
	ALLUVIONI ANTICHE Lenti sabbiose e limi argillosi con inglobati depositi lenticolari e nastriformi di ghiaie e ghiaie sabbiose. Ghiaie sciolte o debolmente cementate, talora a stratificazione incrociata, con intercalazioni di lenti di sabbie bruno-giallastre e di argille grigie. Soprassegno e sagra per: Ghiaie e ghiaie con sabbia pallinato gs Sabbie e sabbie limose puntinato sl Lenti, limi argillosi e argille tratteggiato la Pleistocene-Olocene



Conoide di deiezione

Numero	324050
Nome	Sant'Eracleo
Rilevatore	Sepicacchi Lucia
Direttore di Rilevamento	Dott. Checucci Roberto
Direttore Scientifico	Dott. Lembo Paolo
Analisi	Dott.ssa Luchetti Lucina, Geo Eco Test snc
Consulenze e Collaudi	Comitato Tecnico Scientifico
Editing Grafico-Scientifico e di Stampa	-
Segreteria	Dott. Motti Andrea
Responsabile di Progetto	Dott. Boscherini Arnaldo

INDAGINI ESEGUITE

Al fine di approfondire le specifiche caratteristiche litologiche del sito in esame si è proceduto alla realizzazione, di cinque prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU), ubicate come da allegato F, spinte fino alla profondità massima di 30,00 m. dalla superficie topografica.

Le prove risultano parzialmente disallineate rispetto all'attuale disposizione planimetrica in quanto realizzate prima dell'ultima variazione progettuale.

I dati acquisiti verranno integrati prima della redazione del progetto esecutivo con la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo e prove di laboratorio sui campioni estratti.

Di seguito si riportano le successioni stratigrafiche rinvenute sottolineando che in tutti i sondaggi sono state rinvenute leggere vene di gas:

SONDAGGIO N. 01

dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,80 a 1,70 m di prof.: sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda;

da 1,70 a 4,50 m di prof.: argilla limosa organica poco consistente con livelli torbosi;

da 4,50 a 4,90 m di prof.: sabbia fine limosa moderatamente addensata immersa in falda;

da 4,90 a 10,10 m di prof.: argilla limosa organica poco consistente con livelli torbosi;

da 10,10 a 10,72 m di prof.: ghiaia sabbiosa molto addensata immersa in falda.

SONDAGGIO N. 02

dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,80 a 2,30 m di prof.: sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda;

da 2,30 a 14,70 m di prof.: argilla limosa organica moderatamente consistente con livelletti torbosi;

da 14,70 a 25,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelletti torbosi.

SONDAGGIO N. 03

dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,80 a 1,60 m di prof.: argilla limosa organica poco consistente con livelletti torbosi;

da 1,60 a 2,90 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelletti torbosi;

da 2,90 a 24,00 m di prof.: sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi;

da 24,00 a 30,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con rari livelletti torbosi.

SONDAGGIO N. 04

dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,90 a 1,60 m di prof.: argilla torbosa poco consistente e torbe;

da 1,60 a 2,15 m di prof.: sabbia e ghiaia fine molto addensata;

da 2,15 a 4,20 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelletti torbosi;

da 4,20 a 14,70 m di prof.: sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi;

da 14,70 a 19,40 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con rari livelletti torbosi;

da 19,40 a 21,30 m di prof.: argilla limosa organica moderatamente consistente con rari livelletti torbosi;

da 21,30 a 25,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con rari livelletti torbosi;

SONDAGGIO N. 05

dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,80 a 2,30 m di prof.: argilla torbosa poco consistente e torbe;

da 2,30 a 6,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelli torbosi;

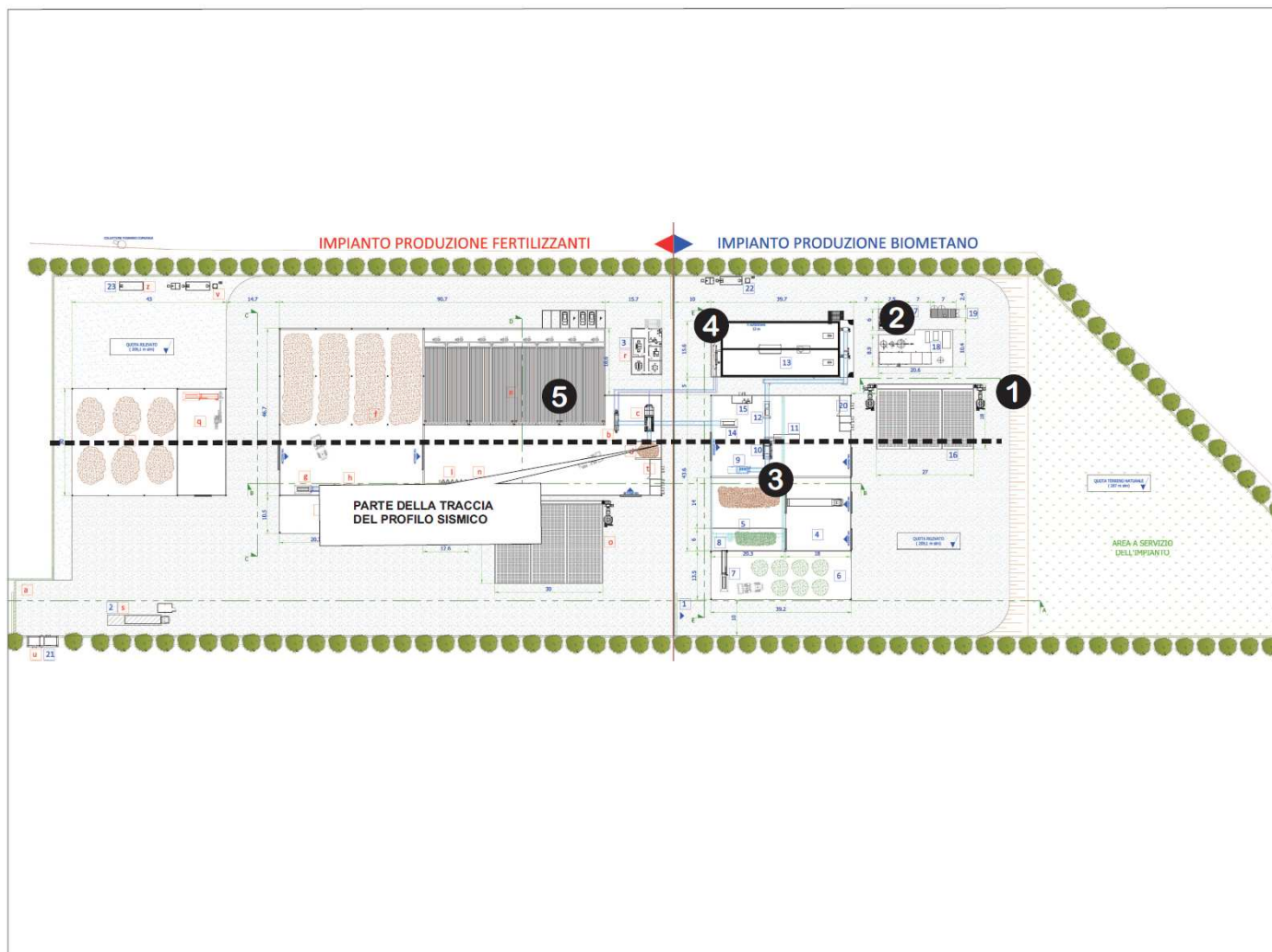
da 6,00 a 11,10 m di prof.: sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi;

da 11,10 a 22,45 m di prof.: argilla limosa organica consistenti, con rari livelletti torbosi;

da 22,45 a 30,00 m di prof.: argilla limosa organica moderatamente consistente con rari livelletti torbosi;


I dati così ottenuti hanno permesso di ricostruire il modello geologico riportato di seguito alle colonne stratigrafiche.

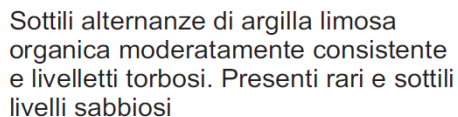
UBICAZIONE DELLE INDAGINI



All. F) ① Ubicazione delle prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU

--- Traccia del profilo sismico integrato

		Committente: ASJA Ambiente Italia Spa					SONDAGGIO 2-B					
		Località: Casone - Sant'Eraclio					Ottobre 2014					
		Opera: Impianto biogas					Scala 1:75					
					Φ iniz. mm 101 Φ fin. mm 101		Operatore Società Geologica	GEOLOGO: DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI				
Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cmq		SPT o Camp (I)nd. (R)im. (Mt)
	Assolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	
						Argilla limosa organica consistente con livelletti torbosi						
				16,00								
				17,00								
				18,00								
				19,00								
				20,00								
				21,00								
				22,00								
				23,00								
				24,00								
				25,00								
				26,00								
				27,00								
				28,00								
				29,00								
				30,00								





Committente: **ASJA Ambiente Italia Spa**

Località: **Casone - Sant'Eraclio**

Opera: **Impianto produzione fertilizzanti**

SONDAGGIO
3-B

Ottobre 2014

Scala 1:75

Φ iniz. mm 101
Φ fin. mm 101

Operatore
Società Geologica

GEOLOGO:
DOTT. GEOL.
FILIPPO GUIDOBALDI

Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cm ²		SPT o Camp (l)nd. (R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	

				16,00		Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi						
				17,00								
				18,00								
				19,00								
				20,00								
				21,00								
				22,00								
				23,00								
				24,00								
				25,00								
				26,00		Argilla limosa organica consistente con livelletti torbosi						
				27,00								
				28,00								
				29,00								
				30,00								

Committente: **ASJA Ambiente Italia Spa**

Località: **Casone - Sant'Eraclio**

Opera: **Impianto produzione fertilizzanti**

SONDAGGIO
4-A

Ottobre 2014

Scala 1:75

Φ iniz. mm 101
Φ fin. mm 101

Operatore
Società Geologica

GEOLOGO:
DOTT. GEOL.
FILIPPO GUIDOBALDI

Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cmq		SPT o Camp (Ind. (R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	
						Terreno agrario	0,50					
				0,80	1,00	Argilla torbosa poco consistente e torba						
				1,60								
				2,15	2,00	Sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda						
					3,00							
						Argilla limosa organica consistente con livelletti torbosi						
				4,20	4,00							
					5,00							
					6,00							
					7,00							
						Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi						
				8,00								
					9,00							
					10,00							
					11,00							
					12,00							
					13,00							
					14,00							
				14,70		Argilla limosa organica consistente con rari livelletti torbosi						
					15,00							



Committente: **ASJA Ambiente Italia Spa**

Località: **Casone - Sant'Eraclio**

Opera: **Impianto produzione fertilizzanti**

SONDAGGIO
4-B

Ottobre 2014

Scala 1:75

Φ iniz. mm 101
Φ fin. mm 101

Operatore
Società Geologica

GEOLOGO:
DOTT. GEOL.
FILIPPO GUIDOBALDI

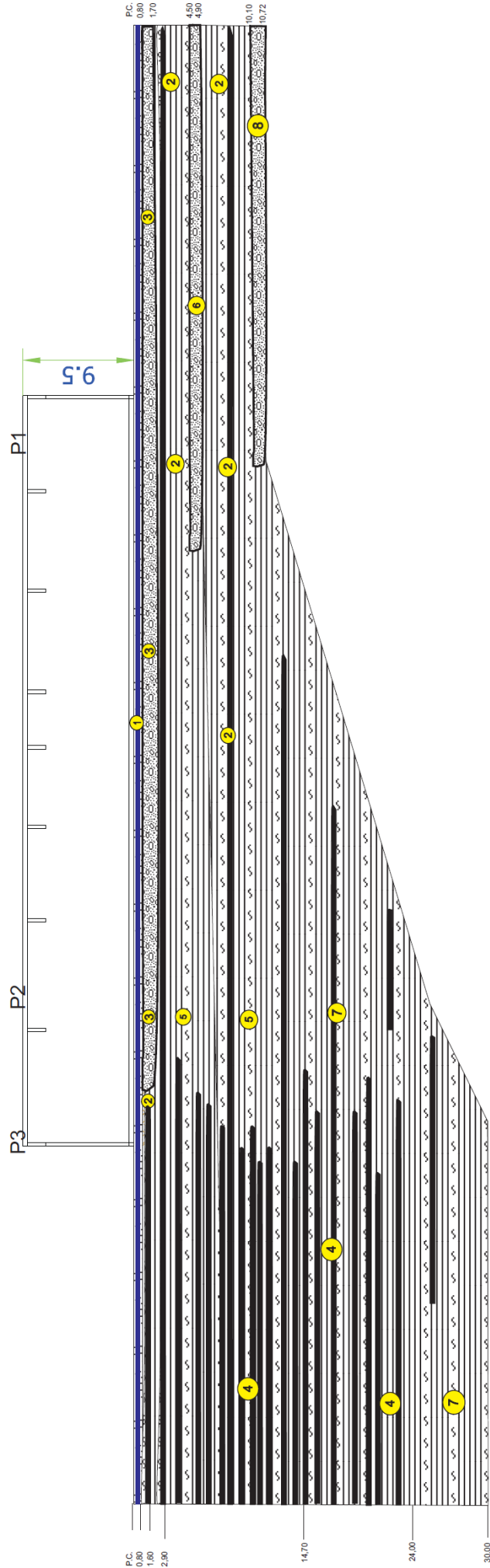
Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cmq		SPT o Camp (Ind. (R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	
				16,00		Argilla limosa organica consistente con rari livelletti torbosi						
				17,00								
				18,00								
				19,00								
		19,40		20,00		Argilla limosa organica moderatamente consistente con rari livelletti torbosi						
				21,00								
		21,30		22,00								
				23,00		Argilla limosa organica consistente con rari livelletti torbosi						
				24,00								
				25,00								
				26,00								
				27,00								
				28,00								
				29,00								
				30,00								

<div><div>foligno</div><div></div></div>					Committente: ASJA Ambiente Italia Spa					SONDAGGIO 5-B		
					Località: Casone - Sant'Eraclio					Ottobre 2014		
					Opera: Impianto produzione fertilizzanti					Scala 1:75		
					Φ iniz. mm 101 Φ fin. mm 101		Operatore Società Geologica		GEOLOGO: DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI			
Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cmq		SPT _o Camp (l)nd.(R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	
				16,00		Argilla limosa organica consistente con rari livelletti torbosi						
				17,00								
				18,00								
				19,00								
				20,00								
				21,00								
				22,00								
		22,45		23,00								
				24,00								
				25,00								
				26,00		Argilla limosa organica moderatamente consistente con rari livelletti torbosi						
				27,00								
				28,00								
				29,00								
				30,00								

MODELLO GEOLOGICO

Scala 1:500

Sezione C-C di progetto

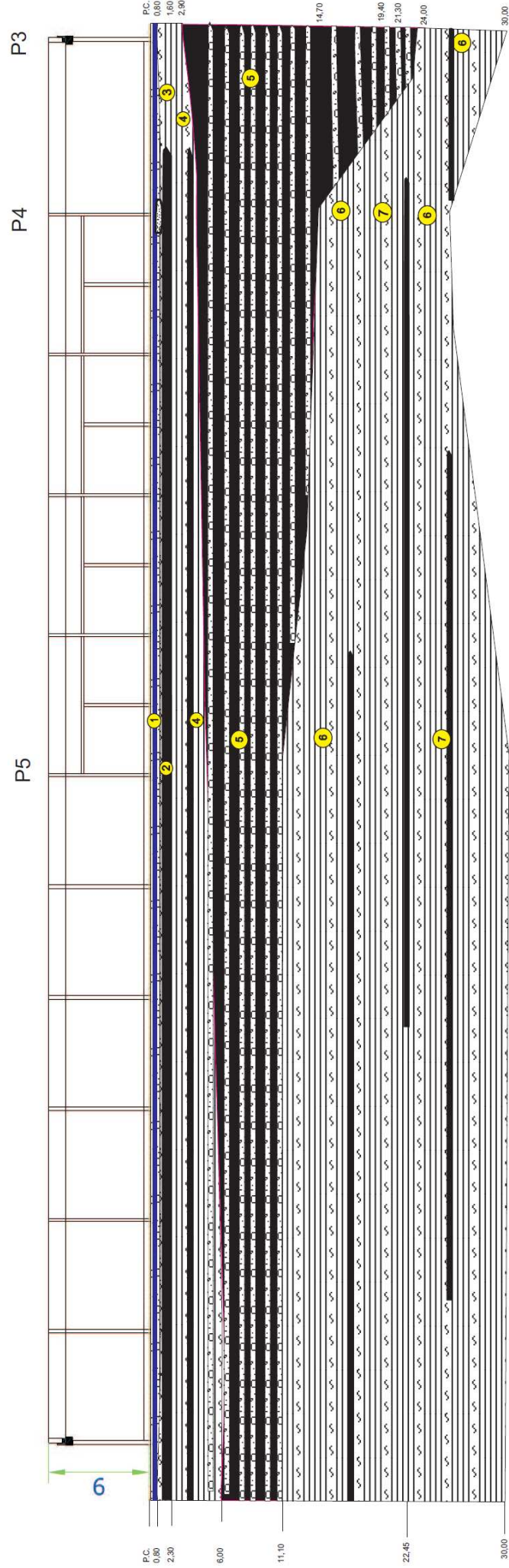


- 1 Terreno agrario
 - 2 Argilla limosa organica poco consistente con liveletti torbosi
 - 3 Sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda
 - 4 Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e liveletti torbosi
 - 5 Argilla limosa organica moderatamente consistente con liveletti torbosi
 - 6 Sabbia fine limosa moderatamente addensata, immersa in falda
 - 7 Argilla limosa organica consistente con liveletti torbosi
 - 8 Ghiaia sabbiosa molto addensata immersa in falda
- Livello statico della falda freatica

MODELLO GEOLOGICO

Scala 1:500

Sezione B-B di progetto



- 1 Terreno agrario
 - 2 Argilla torbosa poco consistente e torba
 - 3 Argilla limosa organica poco consistente con liveletti torbosi
 - 4 Argilla limosa organica consistente con livelli torbosi
 - 5 Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e liveletti torbosi
 - 6 Argilla limosa organica consistente con rari liveletti torbosi
 - 7 Argilla limosa organica moderatamente consistente con rari liveletti torbosi
- Livello statico della falda freatica

COMUNE DI FOLIGNO

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA ED INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

COMMITTENTE :
ASJA AMBIENTE
ITALIA spa

LOCALITA' :
Il Casone

DATA:
SETTEMBRE 2015

GEOLOGO : DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI



CARATTERIZZAZIONE NEOTETTONICA E SISMICA DEL SITO

L'area in esame si pone a ridosso di una delle principali faglie sepolte (master fault) dell'allineamento interno delle faglie quaternarie ovest immergenti, rilevanti dal punto di vista sismogenetico.

Le conoscenze su tale faglia sono estremamente limitate.

Si ipotizza quale evento rappresentativo di tale struttura il terremoto del 1832 che colpì Foligno con un'intensità $M_{aw} = 5,80$.

Alla struttura potrebbe essere associato anche il terremoto del 1854 (da: *"Sintesi delle conoscenze sulle faglie attive in Italia Centrale: parametrizzazione ai fini della caratterizzazione della pericolosità sismica"* di M. Barchi, F. Galadini, G. Lavecchia, P. Messina, A. M. Michetti, L. Peruzza, A. Pizzi, E. Tondi, E. Vittori).

Alcune caratteristiche di tale faglia sono state ricostruite e divulgate nella pubblicazione *"Analisi delle relazioni tra sismicità e strutture tettoniche in Umbria-Marche-Abruzzo finalizzata alla realizzazione della mappa delle zone sismogenetiche"* a cura di G. Lavecchia, P. Boncio, F. Brozzetti, della quale di seguito si riportano alcuni stralci di cartografie e tabelle con le caratteristiche principali.



Carta degli allineamenti di faglie quaternarie ovest-immidenti, rilevanti dal punto di vista sismogenetico, dell'area intra-appenninica umbro-marchigiana-abruzzese. Azzurro: allineamento interno; Giallo: allineamento intermedio; Rosso: allineamento esterno. La numerazione progressiva (1,2 ...) identifica le master faults; le lettere (a,b,c ...) si riferiscono a strutture minori all'interno di una singola master fault (vedi Tab. 1). Il tratteggio identifica faglie sepolte o con dubbio ruolo sismogenetico. Sullo sfondo, shaded relief dell'Italia centrale (da Reichenbach et al., 1992).

Di seguito si riportano le principali caratteristiche della faglia in esame (n. 12) che è stato possibile ricostruire:

MF	Struttura	Giacitura in superficie (°)			Dimensioni (Km)				Geom.	Cinem.
		dir.	imm.	incl.	L	W	Ws	D		
12	Subasio-Spoletto(# continuità dubbia)	145-180	SW-W	/	52	5-6(?)	4(?)	4	listrica(?)	dip slip / transt. sx

Parametri geometrici e cinematici

Dimensioni: L = lunghezza lungo la direzione; W = lunghezza lungo l'immersione; Ws = larghezza della proiezione in superficie della faglia; D = profondità della faglia sismogenetica.

Box sismogenetica	Dimensioni box			Terremoti storici associati							Superficie di rottura (§)			Terremoti strumentali associati				Superficie i rottura (^			Meccanismo focale			Tensore Sforzi (sismologico)		
	L	Ws	D	data	Io	Mm	Me	Struttura attivata @	R L D	R W	R A	data	Ms	Mw	Struttura ttivata @	R L D	R W	R A	Tax	Pax	Rif.	σ1	σ2	σ3		
12 - Valle Umbra	43	4	4	02/02/1477	75	5.1	/	12 (Valle Umbra Nord)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
				13/01/1832	85	5.8	5.6		/	/	/															
				12/02/1854	75	5.1	/		/	/	/															
12- Valle Umbra	43	4	4	05/06/1767	75	5.1	5.3	12 (Valle Umbra Sud)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
				1246	75	5.1	/		/	/	/															
				1277	80	5.4	/		/	/	/															
				03/1745	75	5.1	/		/	/	/															
				15/09/1878	80	5.4	5.3		/	/	/															

Parametri geometrici delle «box sismogenetiche» ed associazioni terremoti-box. Dimensioni box: i parametri L, Ws e D fanno riferimento alla Figura 2. Terremoti storici (dal Catalogo C.P.T.I. 1999): Io = Intensità epicentrale; Mm = Magnitudo macrosismica da relazione tabellare (C.P.T.I., 1999); Me = Magnitudo macrosismica equivalente (C.P.T.I., 1999). Superficie di rottura: RLD = lunghezza lungo la direzione della rottura profonda; RW = lunghezza lungo l'immersione della rottura profonda; RA = area della rottura.

Riferimenti bibliografici citati in Tabella (Rif.): CMT = www.seismology.harvard.edu/CMT; E98 = Ekstrom et al. (1998). @ = la numerazione fa riferimento alle strutture sismogenetiche di Figura 1 e Tabella 1; (?) = l'associazione del terremoto storico alla struttura è dubbia; (§) = la larghezza della box sismogenetica è stata estrapolata facendo riferimento alle profondità delle strutture note appartenenti allo stesso fault system regionale; (§) = le relazioni di scala di Wells e Coppersmith (1994) per terremoti distensivi sono state applicate ai terremoti di magnitudo (Me) superiore a 5.7 ($M_s=M_w$) ad eccezione degli eventi con forte discrepanza fra i valori di Mm ed Me ($\log RLD=0.5M_w-1.88$; $\log RW=0.35M_w-1.14$; $\log RA=0.82M_w-2.87$). I valori ottenuti danno l'ordine di grandezza della struttura attivata. (^) = Superficie di rottura misurata dagli aftershocks.

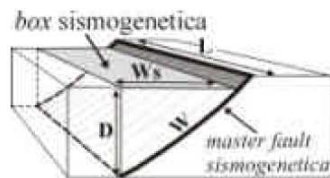
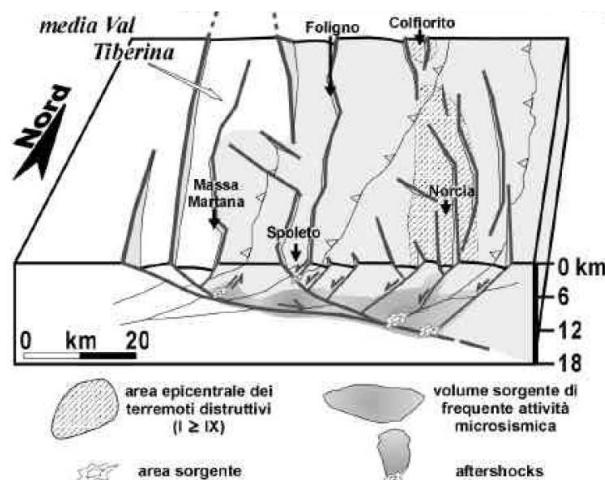


Fig. 2 - Blocco diagramma illustrante il significato di box sismogenetica. Vengono indicate: profondità (D), lunghezza lungo la direzione (L) e lungo l'immersione (W) e larghezza della proiezione in superficie (Ws = larghezza box) della master fault sismogenetica.



Modello sismotettonico per l'Appennino umbro-marchigiano. In grigio viene rappresentato il blocco considerato attivo al tetto della Faglia Altotiberina, all'interno del quale si distribuisce prevalentemente la sismicità; in bianco vengono indicati i blocchi relativamente asismici; in grigio scuro vengono schematizzate le aree in sezione a maggiore concentrazione di microsismicità. L'asterisco indica l'ipotizzata area di enucleazione dei maggiori terremoti.

L'area di studio ricade all'interno di box sismogenetiche relative alle master faults ovest-immergenti dell'area umbro-marchigiana, al tetto dell'EF system (Etrurian Fault System) est-immergente, e caratterizzate da microsismicità diffusa e localmente terremoti moderati, con massima magnitudo attesa < 5.5 .

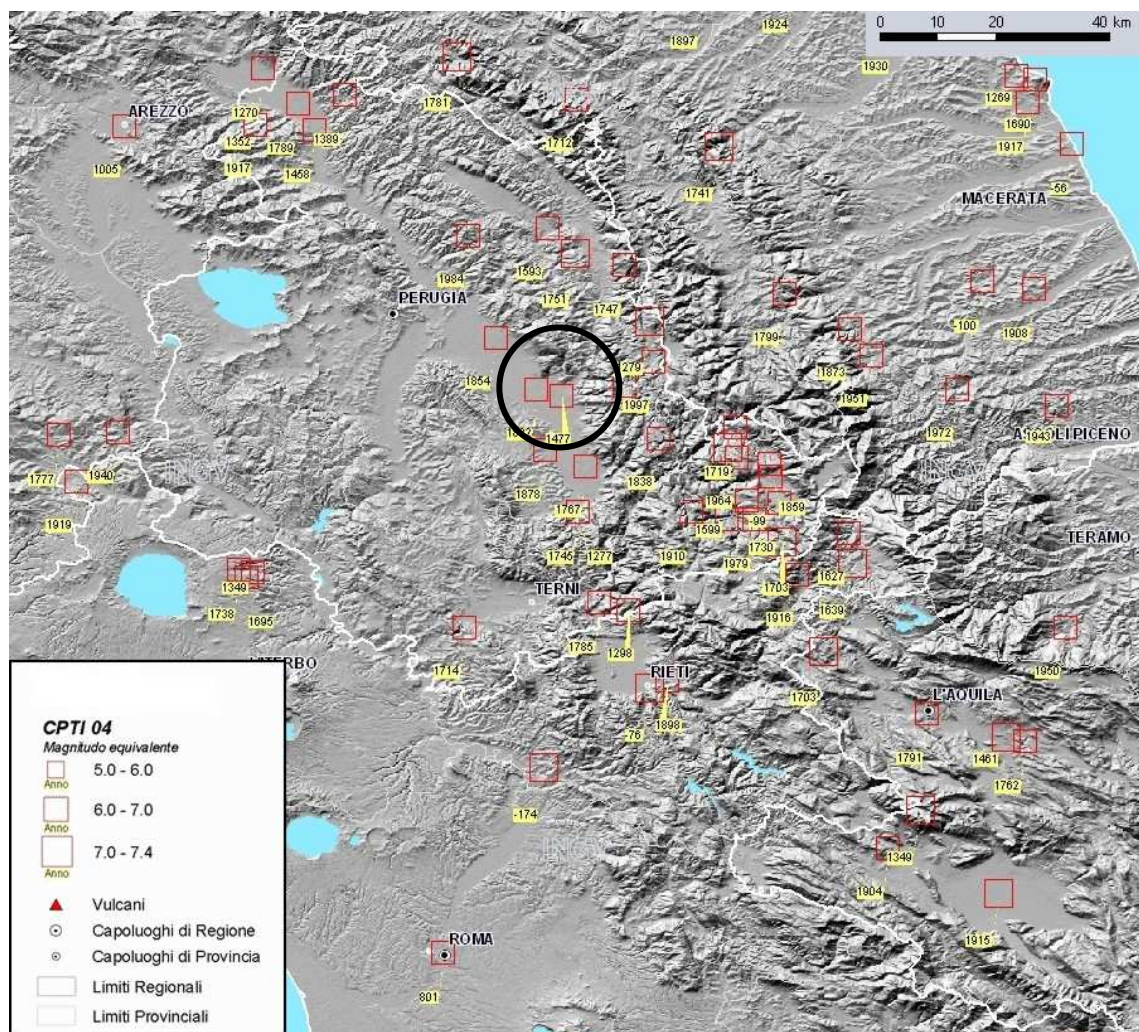
Bibliografia

- Artori A., Bernini M., Papani G., Vescovi P., Zanzucchi C. (1992): Sezione geologica schematica Bonassola (SP) - Felino (PR). Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. CROP 1-1A, 61-63.
- Bachetti C., Blumetti A.M., Calderoni G., Ridolfi M. (1990): Attività Neotettonica e paleosismica nel settore meridionale dei Monti della Laga. Rend. Soc. Geol. It., 13, 9-16.
- Bagnaia R., Blumetti A.M., De Luca G., Gorini A., Marcucci S., Marsan P., Milana G., Salvucci R., Zambonelli, E. (1996): Morfotettonica dei rilievi a nord della conca aquilana. Il Quaternario, 9(1), 287-292.
- Barchi M.R., De Feyter A., Magnani M.B., Minelli G., Piali G., Sotera B.M. (1998): The structural style of the Umbria-Marche fold and thrust belt. Mem. Soc. Geol. It., 52, 557-578.
- Boncio P., Bacheca A., Brozzetti F., Lavecchia G. (1995): Analisi geometrica e cinematica del settore centrale della Catena Narnese-Amerina (Umbria sud-occidentale). Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. 1995/1, 73-86.
- Boncio P., Brozzetti F., Di Matteo P., Lavecchia G., Pace B. (1998a): Il controllo dell'interazione fra strutture sinclinali a diversa orientazione nella genesi ed evoluzione dei processi sismogenetici: l'esempio della Val Di Sangro (Abruzzo). Atti del XVII GNGTS, AIT CD-Rom 1998.
- Boncio P., Brozzetti F., Ponziiani F., Barchi M., Lavecchia G., Piali G. (1998b): Seismicity and extensional tectonics in the northern Umbria-Marche Apennines. Mem. Soc. Geol. It., 52, 539-555.
- Boncio P., Brozzetti F., Lavecchia G. (1996): State of stress in the northern Umbria-Marche Apennines (central Italy): inferences from microearthquake and fault kinematics analyses. Annales Tectonicae, 10/1-2, 80-97.
- Boncio P., Brozzetti F., Lavecchia G. (in stampa): Architecture and seismotectonics of a regional Low-Angle Normal Fault zone in Central Italy. Tectonics.
- Boncio P., Lavecchia G. (1999): I terremoti di Colfiorito (Appennino umbro-marchigiano) del Settembre-Ottobre 1997: contesto tettonico e prime considerazioni sismogenetiche. Boll. Soc. Geol. It., 118, 229-236.
- Boncio P., Lavecchia G. (2000): A structural model for active extension in Central Italy. J. Geodynamics, 29, 233-244.
- Boncio P., Lavecchia G. (in stampa): A geological model for the Colfiorito earthquakes (September-October 1997, central Italy). J. Seismology.
- Camassi R., Stucchi M. (1996): NT 4.1: un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno. <http://emidius.itim.mi.cnr.it/NT>.
- Cavinato G.P., Chiarelli F., Cosenzino D., Serva L. (1989): Caratteri geologico-strutturali del margine orientale della Conca di Rieti. Boll. Soc. Geol. It., 108, 207-218.
- C.P.T.I. (1999): Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. ING, GNDT, SGA e SSN Eds., Editrice Compositori, Bologna, 88 pp.
- Eksström G., Morelli A., Boschi E., Dziewonski A.M. (1998): Moment tensor analysis of the central Italy earthquake sequence of September-October 1997. Geophys. Res. Lett., 25, 1971-1974.
- GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) (1999) - Progetto 5.1.2 "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili". <http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT>.
- Marsili P., Tocchi M. (1991): Successione di eventi deformativi nei Monti della Laga: il settore di Monte Gorzano (Rieti). Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1991/2, CROP 11, 71-78.
- Michetti A.M., Brunamonte F., Serva L., Whitney R.A. (1995): Seismic hazard assessment from paleoseismological evidence in the Rieti region, Central Italy. Persp. in Paleoseismology, AEG Spec. Pub. 6, 63-82.
- Monachesi G., Stucchi M. (1996): DOM 4.1: un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno. <http://emidius.itim.mi.cnr.it/DOM.html>.
- Pantosti D., D'Addazio G., Cinti F.R. (1996): Paleoseismicity of the Ovindoli-Pezza fault, central Apennines, Italy: a history including a large, previously unrecorded earthquake in the Middle Ages (860-1300 A.D.). J. Geophys. Res., 101, 5937-5959.
- Perucca L., Pantosti D., Slejko D., Valensise G. (1997): Testing a new hybrid approach to seismic hazard assessment: an application to the Calabrian arc (southern Italy). Natural Hazards, 14, 113-126.
- Reichenbach P., Acevedo W., Mark R.K., Pike R.J. (1992): Landforms of Italy, scale 1:1,200,000. N.G.P.H.H., GNDCI publ.n.581, Rome, Italy.
- Serva L., Blumetti A.M., Michetti A.M. (1986): Gli effetti sul terreno del terremoto del Fucino (13 febbraio 1915): tentativo di interpretazione della evoluzione tettonica recente di alcune strutture. Mem. Soc. Geol. It., 35, 893-907.
- U.R. Camerino, Resp. Cello G. (1999): "Faglie tardo-quaternarie in Appennino Centrale", "Cartografia e processi relativi a zone di faglie attive in Appennino" a cura di E. Tondi. http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT/P512/UR_contributi.
- U.R. Chieti, Resp. Calamita F. (1999): "Faglie quaternarie ed attive nell'Appennino centrale" a cura di A. Picci. http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT/P512/UR_contributi.
- U.R. CNR-IRIT (Istituto di Ricerca sulla Tettonica Recente), Resp. Messina P. (1999) - "Faglie attive nel Pleistocene Superiore - Olocene in Italia Centrale" a cura di F. Galadini, P. Galli, P. Messina. http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT/P512/UR_contributi.
- Vezzani L., Ghisetti F. (1998): Carta Geologica dell'Abruzzo. S.E.L.C.A., Firenze 1998.
- Wells D.L., Coppersmith K.J. (1994): New empirical relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area and Surface Displacement. Bull. Seism. Soc. Am., 84, 974-1002.

L'area di studio si inserisce in prossimità del bordo orientale della valle Umbra, depressione di presumibile origine tettonica posta nella porzione più occidentale dell'Appennino umbro-marchigiano.

I meccanismi focali dei terremoti mostrano tutti una componente spiccatamente distensiva (e.g., Lavecchia et al., 1994; Boncio et al., 1998).

La seguente carta, estratta dal sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, mostra la successione dell'attività sismica della zona dall'anno 0 al 2002.



Dall'anno 0 all'anno 2002 (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 CPTI04, Gruppo di Lavoro CPTI, 2004): sono rappresentati con i quadrati gialli gli epicentri dei terremoti di Magnitudo Momento pari o superiore a 6; accanto al simbolo l'anno in cui è avvenuto il terremoto.

Al fine di ricostruire la successione sismica del sito per un raggio di 20 km è stata effettuata una ricerca su un'area circolare avente come centro le coordinate del sito studiato.

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (42.911, 12.727) e raggio 20 km

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Mav	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
52	DI	1246						SPOLETO	DOM	1	75	75		42.732	12.736	A	5.37	0.30		5.10	0.45		5.27	0.42	919	G		1001	52
60	DI	1277						SPOLETO	DOM	1	80	80		42.732	12.736	A	5.57	0.19		5.40	0.28		5.55	0.28	919	G		1003	60
173	DI	1477	2	2				FOLIGNO	DOM	1	75	75		42.955	12.704	A	5.37	0.30		5.10	0.45		5.27	0.42	919	G		1009	173
189	DI	1496	6					SPOLETO	DOM	3	60	60		42.804	12.741	A	4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	919	G		1011	189
283	DI	1592	11	24				TREVI	DOM	1	70	70		42.877	12.746	A	5.17	0.30		4.80	0.45		4.99	0.42	919	G		1012	283
313	CP	1616						BAIANO	POS85			60		42.75	12.7		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	920	G		1013	313
369	DI	1667						SPOLETO	DOM	1	70	70		42.732	12.736	A	5.17	0.30		4.80	0.45		4.99	0.42	919	G		1014	369
432	CP	1702	11	14				SPELLO	POS85			70		42.917	12.667		5.17	0.30		4.80	0.45		4.99	0.42	919	G		1016	432
437	CP	1703	6	29	22			SPOLETO	POS85			70		42.75	12.75		5.17	0.30		4.80	0.45		4.99	0.42	919	G		1017	437
440	CP	1704	5	20				SPOLETO	POS85			70		42.75	12.75		5.17	0.30		4.80	0.45		4.99	0.42	919	G		1018	440
515	CP	1740	6					MONTESFALCO	POS85			70		42.883	12.667		5.17	0.30		4.80	0.45		4.99	0.42	919	G		1019	515
524	DI	1745	3					SPOLETO	DOM	2	80	75		42.732	12.736	A	5.37	0.30		5.10	0.45		5.27	0.42	919	G		1020	524
572	DI	1767	6	5	1	30		SPOLETTINO	DOM	10	75	75		42.82	12.75	A	5.44	0.22		5.20	0.32		5.36	0.30	919	G		1022	572
667	DI	1791	10	11				SCOPOLI	DOM	14	75	75		42.972	12.824	A	5.32	0.16		5.02	0.24		5.19	0.22	919	G		1116	667
795	DI	1832	1	13				FOLIGNO	DOM	27	85	85		42.967	12.659	A	5.80	0.11		5.74	0.17		5.74	0.17	919	G	379	1025	795
822	DI	1838	2	14				VALNERINA	DOM	9	80	80		42.875	12.886	A	5.63	0.15		5.49	0.23		5.63	0.23	919	G		1120	822
1007	CP	1876	5	22	30			BAIANO	POS85			65		42.75	12.7		5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	920	G		1029	1007
1035	DI	1878	9	15				MONTESFALCO	DOM	25	80	80		42.85	12.675	A	5.55	0.15		5.36	0.22		5.51	0.22	919	G		1030	1035
1062	DI	1881	3	11	22	50		SPOLETO	DOM	15	55	55		42.813	12.715	A	4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	919	G		1031	1062
1173	CP	1891	7	14	5	58		TREVI	POS85			60		42.867	12.8		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	919	G		1128	1173
1229	CP	1895	5	20	15	32	57	BAIANO	POS85			70		42.75	12.7		5.17	0.30		4.80	0.45		4.99	0.42	920	G		1034	1229
1279	CP	1897	9	12	55			SPELLO	POS85			55		42.983	12.683		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	919	G		1036	1279
1294	CP	1898	4	23	18	22	8	M.FEMA	POS85			70		42.917	12.967		5.17	0.30		4.80	0.45		4.99	0.42	919	G		1131	1294
1331	CP	1900	8	11	19			CASTEL RITALDI	POS85			55		42.833	12.583		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	920	G		1037	1331
1348	CP	1901	8	4	6	52		SPOLETO	POS85			60		42.75	12.717		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	919	G		1038	1348
1358	CP	1902	6	14	14	30	45	CASTEL RITALDI	POS85			60		42.8	12.6		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	920	G		1039	1358
1392	CP	1904	6	20	1	24	15	ASSISI	POS85			55		43.067	12.633		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	919	G		1040	1392
1399	CP	1904	9	24	9	30	37	SPELLO	POS85			55		42.933	12.7		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	919	G		1041	1399
1425	CP	1905	12	9	21	41	12	MASSA MARTANA	POS85			55		42.833	12.567		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	920	G		1042	1425
1515	CP	1909	10	1	8	35		SPOLETO	POS85			55		42.733	12.733		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	919	G		1043	1515
1612	DI	1915	3	26	23	37		ASSISI	DOM	25	70	65		43.07	12.616	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	919	G		1044	1612
1640	CP	1916	9	7	15	13		MASSA MARTANA	POS85			55		42.833	12.567		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	920	G		1045	1640
1656	CP	1917	7	19	55			FOLIGNO	POS85			55		42.95	12.717		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	919	G		1047	1656
1671	DI	1918	4	14	1	56		GIANO DELL'UMBERIA	DOM	23	65	65		42.854	12.548	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	920	G		1049	1671
1822	CP	1929	5	7	17	6		CAMPELLO	POS85			55		42.8	12.8		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	919	G		1155	1822
1905	DI	1935	6	6	11	5		FOLIGNO	DOM	4	60	60		42.955	12.704	A	4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	919	G		1052	1905
1912	DI	1936	4	5	18	10		FOLIGNO	DOM	3	60	60		43.013	12.66	A	4.56	0.15		3.90	0.22		4.16	0.20	919	G		1053	1912
1968	DI	1941	3	10	8			SELLANO	DOM	2	55	55		42.888	12.926	A	4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	919	G		1161	1968
2111	CP	1957	7	19	9	4	7	CASTEL RITALDI	POS85			70		42.767	12.65		5.17	0.30		4.80	0.45		4.99	0.42	920	G		1058	2111
2142	CP	1960	2	6	12	30		SPELLO	POS85			60		42.983	12.6		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	919	G		1059	2142
2191	CP	1963	5	20	20	15		CERRETO	POS85			65		42.783	12.833		5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	919	G		1178	2191
2212	CP	1965	5	31	9	22	17	TREVI	POS85			65		42.867	12.8		4.93	0.24		4.45	0.35		4.67	0.32	919	G		1180	2212
2287	CP	1970	9	7	14	2	21	SELLANO	POS85			60		42.867	12.95		4.83	0.15		4.30	0.22		4.53	0.20	919	G		1181	2287
2515	DI	1997	9	26	9	40	25	Appennino umbro-marchigiano	CFTI	869	90	85		43.019	12.879	A	6.05	0.18	O	5.95	0.03		5.95	0.03	919	G			

Numero di record estratti: 44

Numero d'ordine (N)

Indica un numero progressivo per i terremoti presenti nel catalogo.

Tipo di record (Tr)

Indica il tipo di informazione che è alla base dei parametri riportati. "DI" indica che sono disponibili dati di intensità macrosismica, "CP" che il record proviene da un altro catalogo parametrico, "PM" che si tratta di una parametrizzazione multipla. Sono indicati con la dicitura "CP" anche terremoti di NT4.1.1 e CFTI mancanti di dati di base macrosismici.

Tempo origine (Anno, Me, Gi, Or, Mi, Se)

È stata adottata per ogni terremoto l'indicazione fornita dall'elaborato di riferimento o dal catalogo parametrico di provenienza.

Denominazione dell'area dei massimi effetti (AE)

È stata generalmente mantenuta la denominazione riportata dal catalogo scelto per lo specifico evento. Si è provveduto ad inserire tale denominazione per i terremoti provenienti da altri cataloghi in cui questo campo era vuoto, e a correggere i troncamenti eventualmente risultanti da limitazioni del numero di caratteri disponibili per il campo.

Codice dell'elaborato di riferimento (Rt)

Definisce l'elaborato di riferimento per ogni record del catalogo (si veda Tabella 1).

Numero dei punti di intensità (Np)

È stato riportato il numero complessivo delle località per le quali è fornita la valutazione dell'intensità nei rispettivi database, comprese le intensità attribuite da CFTI ad aree geografiche e quelle attribuite come classi convenzionali di tipologie di danno su singoli edifici (si veda la tabella a pagina 111 del volume CFTI2, Boschi et al, 1997). Tale numero può differire leggermente da quello originariamente pubblicato a causa dell'individuazione di alcuni errori di calcolo.

Intensità massima (Imx)

È stato riportato il valore presente nello studio o nel catalogo di partenza.

Intensità epicentrale (Io)

È stata determinata con l'obiettivo di utilizzare questo parametro come uno strumento omogeneo per la misura delle dimensioni del terremoto. Nella maggior parte dei casi (disponibilità di più punti con intensità pari a Imx, oppure terremoto descritto da un solo punto) si è assunto lo = Imx; in 337 casi (134 da DOM e 12 da INGVAM) si è assunto lo ≠ Imx. Nei casi in cui i punti con intensità uguale a Imx erano poco significativi e tutti gli altri punti erano di valore uguale o inferiore a Imx-1 (312 casi) è stata assegnata lo < Imx. Infine, in 25 casi è stata assegnata lo > Imx; si tratta di casi in cui l'insieme dei dati di base disponibili è stato ritenuto poco rappresentativo del terremoto stesso (ad esempio nel caso di terremoti in aree di confine o costiere e per alcuni terremoti medievali).

Io è disponibile per 2423 terremoti su 2550. Per le elaborazioni che richiedono lo come parametro di ingresso per tutti i terremoti (es.: valutazioni di massima intensità calcolata al sito), si suggerisce di determinare la Io dei terremoti che ne sono privi a partire dalla relazione empirica:

lo = 2.288 Mw - 4.864

ricavata invertendo i dati utilizzati per costruire la relazione lo-Mw (Gruppo di lavoro MPS, 2004; App.1). Il campo occupato dalla Io è seguito dalla colonna TI che contiene la dicitura "M" quando l'intensità epicentrale stessa è stata modificata rispetto a quella riportata nel catalogo di provenienza.

Localizzazione epicentrale (Lat, Lon)

È stata ricalcolata per tutti i terremoti dotati di dati di base macrosismici attraverso l'algoritmo descritto in dettaglio da Gasperini e Ferrari (1995, 2000). Per gli eventi il cui epicentro subisce uno spostamento superiore a 15 km rispetto all'epicentro riportato in NT4.1.1 è stata effettuata una verifica manuale della distribuzione dei punti di intensità, mirante ad evidenziare eventuali errori o anomalie (ad esempio nel caso di forti errori di localizzazione di singoli punti). Per alcuni eventi caratterizzati da una distribuzione fortemente anomala dei punti disponibili, come ad esempio nel caso di terremoti con epicentro in mare o accaduti in periodi ed aree scarsamente documentati, la localizzazione è stata determinata manualmente, tenendo conto anche di altri criteri (considerazioni di tipo storico, indicazioni derivanti da dati strumentali eventualmente disponibili, ecc.). Questa circostanza è stata evidenziata mediante un codice ("codice localizzazione" TL) che contiene la dicitura "A" per gli eventi

localizzati attraverso la procedura automatica già descritta; "M" per le localizzazioni modificate manualmente; "S" nei casi in cui, pur esistendo dati macrosismici, è stato adottato l'epicentro strumentale. Per i record provenienti da cataloghi parametrici precedenti il campo relativo a questo codice viene lasciato vuoto.

Magnitudo

Si è ritenuto utile rendere disponibili tre alternative corrispondenti a diverse modalità di utilizzo in combinazione con le principali relazioni di attenuazione del moto del suolo.

In particolare vengono fornite, per tutti gli eventi:

- la magnitudo momento M_w , con errore associato D_w e tipologia di stima T_w (Maw, Daw, TW);
- la magnitudo calcolata sulle onde superficiali M_s , con errore associato D_s (Mas, Das, TS);
- la magnitudo M_{sp} , da utilizzare congiuntamente alla relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996), con errore associato D_{sp} (M_{sp} , D_{sp}).

Le modalità di determinazione delle suddette magnitudo sono descritte in dettaglio in Gruppo di lavoro MPS (2004); App.1.

M_w . Per il periodo dal Mondo Antico al 1980 è stata ricavata dalla M_a (magnitudo media pesata in termini di M_s) di CPT199 nel seguente modo: i) assumendone la coincidenza con M_a stessa al di sopra della soglia 6.0 e ii) attraverso una regressione lineare empirica (Gruppo di lavoro MPS, 2004; App.1) al di sotto di tale soglia:

$$M_w = 0.673M_a + 1.938 \quad (M_a < 6.0) \quad M_w = M_a \quad (M_a \geq 6.0)$$

Per il periodo 1981-2002, quando era presente un'inversione del tensore momento globale (Database CMT, Università di Harvard) o regionale (database RCMT, INGV) è stato adottato tale valore; altrimenti M_w è stata calcolata come combinazione pesata delle stime di M_s , M_l , m_b , M_p e M_w macrosismica disponibili (Gruppo di lavoro MPS, 2004; App.1).

Il codice di determinazione T_w è presente solo per il periodo 1981-2002. Una "O" indica i dati osservati direttamente attraverso inversione del tensore momento.

M_s . Per il periodo dal Mondo Antico al 1980 coincide con M_a di CPT199. Per il periodo 1981-2002 è stata calcolata come combinazione pesata delle stime di M_s , M_l , m_b , M_p e M_s macrosismica disponibili (Gruppo di lavoro MPS, 2004; App.1).

Il codice di determinazione TS vale "En" se è stata usata la relazione funzionale di Azzaro e Barbano (1997) valida per la zona etnea.

M_{sp} . Si tratta di un parametro ibrido che ha il solo fine di semplificare l'impiego della relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996), che utilizza M_l al di sotto della soglia di 5.5 e M_s al di sopra della soglia stessa.

Per l'intero catalogo dal Mondo Antico al 2002 è stata assunta l'equivalenza di M_{sp} con M_a al di sopra di 5.5 ed è stata invertita la relazione empirica ricavata tra M_s e M_l al di sotto di essa:

$$M_{sp} = (M_s + 0.584) / 1.079 \quad (M_s < 5.5) \quad M_{sp} = M_s \quad (M_s \geq 5.5)$$

Zona sorgente (ZS9)

Viene riportato il numero della zona sorgente cui l'evento è associato, secondo la zonazione sismogenetica ZS9, la cui descrizione è consultabile nell'Appendice 2 del rapporto conclusivo per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Gruppo di Lavoro MPS, 2004). Le zone sono 36, numerate da 901 a 936 (zona etnea). Gli eventi associati a zone sorgente sono 1876.

Il codice di assegnazione alla zona sorgente (TZ) descrive le modalità con cui gli eventi sono stati associati alle zone sorgente. Il codice vale "G" se l'assegnazione è avvenuta sulla base della localizzazione epicentrale; "A" se questa assegnazione è stata modificata, in senso conservativo per la valutazione della pericolosità sismica, nell'ambito dell'analisi della incertezza nella localizzazione (in altre parole, se l'evento è stato associato a una ZS anche se l'epicentro non vi ricade direttamente).

Codici di aggancio (Ncft, Nnt, Ncpt)

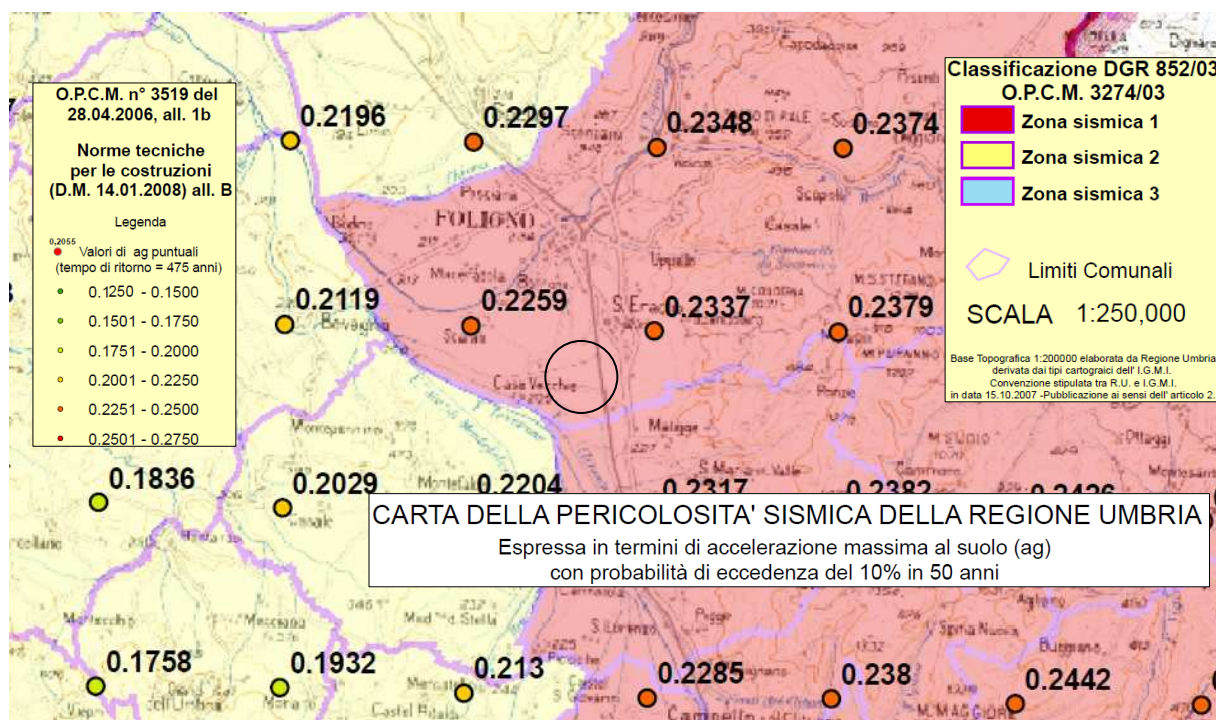
Per facilitare successive elaborazioni e controlli sono stati forniti i codici di aggancio con i cataloghi NT4.1.1, CFT12, CPT199. Ncft rappresenta il numero progressivo di record nel catalogo CFT1 2 su CD-ROM (si noti tuttavia che tale numero non è direttamente riportato da CFT12 ma è solo implicito nell'ordinamento dei record di tale catalogo); Nnt corrisponde al numero d'ordine N del catalogo NT4.1.1; Ncpt corrisponde al numero d'ordine N nel catalogo CPT199.

Profondità (z)

Non è stata riportata in quanto la sua stima è affetta da elevatissima incertezza per la maggior parte dei terremoti. Essa è quindi di scarsa o nulla utilità ai fini delle stime di pericolosità. A questo proposito va anche segnalato che NT4.1.1 ha escluso in partenza i terremoti del Basso Tirreno con profondità determinata strumentalmente superiore a 60 km in considerazione del loro scarso impatto sulle stime di pericolosità.

Dall'analisi emerge che il terremoto con massima intensità registrata è quello che ha colpito l'Appennino umbro-marchigiano nel 1997, di $M_w = 6.05$.

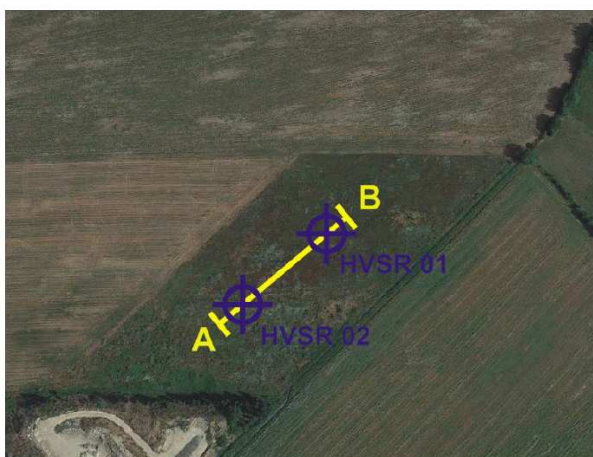
Di seguito si riporta l'inserimento dell'area all'interno della Carta della Pericolosità Sismica della Regione Umbria redatta a seguito della O.P.C.M. 3274/03, in cui si evince come l'area sia stata inserita nella Zona Sismica 1.



Carta della Pericolosità Sismica della Regione Umbria realizzata dai Servizi Tecnici Regionali (ora Servizio Geologico e Sismico). La base dati è espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_g) con probabilità di eccedenza del 10 % in 50 anni. Nella carta tematica sono stati quindi riportati i valori di a_g puntuali con tempo di ritorno 475 anni, la classificazione sismica del territorio regionale vigente, i limiti comunali ed una base topografica elaborata dalla Regione Umbria e derivata dai tipi cartografici dell' I.G.M.I.

INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della determinazione della categoria di sottosuolo di fondazione è stata realizzata, a cura dei tecnici dell'Osservatorio Sismico A. Bina di Perugia, una campagna di sismica a rifrazione in onde SH integrata con indagini MASW, con lo scopo di ricostruire l'assetto sismostratigrafico dei livelli più superficiali e di fornire la velocità delle onde S entro i primi trenta metri, così come indicato dalle N.T.C. del 14/01/2008.



Lat. 42.920051 Long. 12.710369

DESCRIZIONE TECNICA INDAGINI EFFETTUATE ED APPARECCHIATURE UTILIZZATE

Ambito indagine:	INDAGINI GEOFISICHE COMBinate PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO (VS30-CLASSE SOTTOSUOLO)
Tipo di indagini:	- n. 1 profilo di SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE SH 120 m; - n. 1 profilo sismico M.A.S.W in onde di Love (INDAGINE DI TARATURA). - N. 2 punti di misura di microtremore a stazione singola con analisi HVSr
Località:	Casone – Foligno (PG)
Strumentazione:	Acquisitore gemetrics (dinamica 24 bit, acquisitore a 12/24 canali); geofoni orizzontali dedicati, geofono Lennartz 5s3D (0.2 Hz)
	Acquisizione: Ottobre 2014

La lunghezza del profilo (120 m) si è rilevata sufficiente per mettere dei vincoli soddisfacenti ai modelli di analisi successivi (MASW in onde di Love e HVSr)

In rifrazione è stato energizzato con martello pesante con battuta su un piano verticale (su una trave di legno posta con asse maggiore perpendicolare allo stendimento, con contrappeso).

La trave non è stata ancorata a terra ma solamente appoggiata.

I sismogrammi sono stati acquisiti con sismografo ad alta dinamica e l'elaborazione è avvenuta in tecnica tomografica.

Il software utilizzato elabora un modello teorico compiendo alcune migliaia di iterazioni sulla base dei primi arrivi delle onde sismiche trasversali.

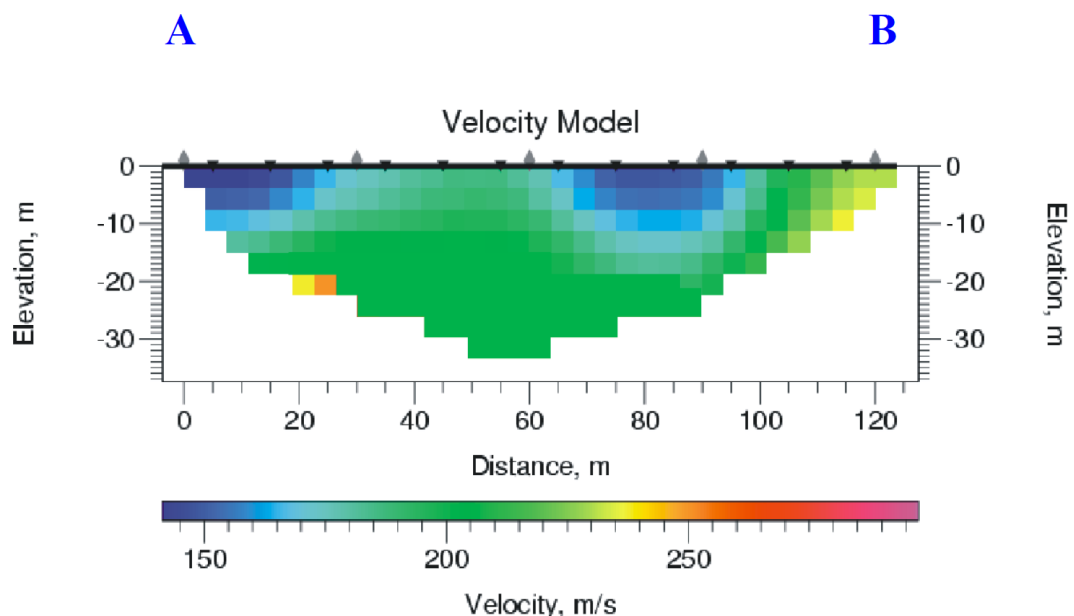
Tale modello viene affinato automaticamente fino a che i dati teorici coincidono il più possibile con quelli acquisiti direttamente nella campagna di indagini sismiche.

Attraverso questo tipo di elaborazioni, si riducono sensibilmente gli eventuali errori dovuti a fattori soggettivi di interpretazione.

L'elaborato finale fornisce la velocità relativa a singole celle aventi lati inferiori ai due metri.

In questo modo possono essere riconosciute con chiarezza anche anomalie laterali di velocità.

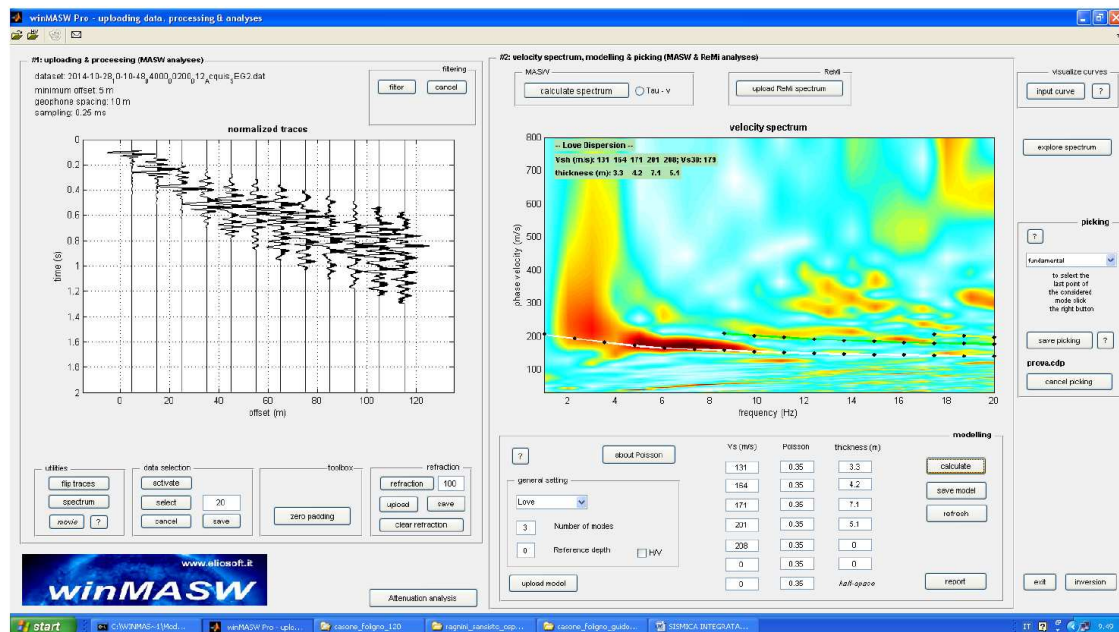
PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE onde SH: TOMOGRAFIA
Sezione A – B onde SH: Modello di velocità (modello multistrato)



DATI MASW

L'indagine MASW è stata effettuata a titolo qualitativo per trovare o meno conferma dei dati di rifrazione e per riconoscere eventuali inversioni delle Vs

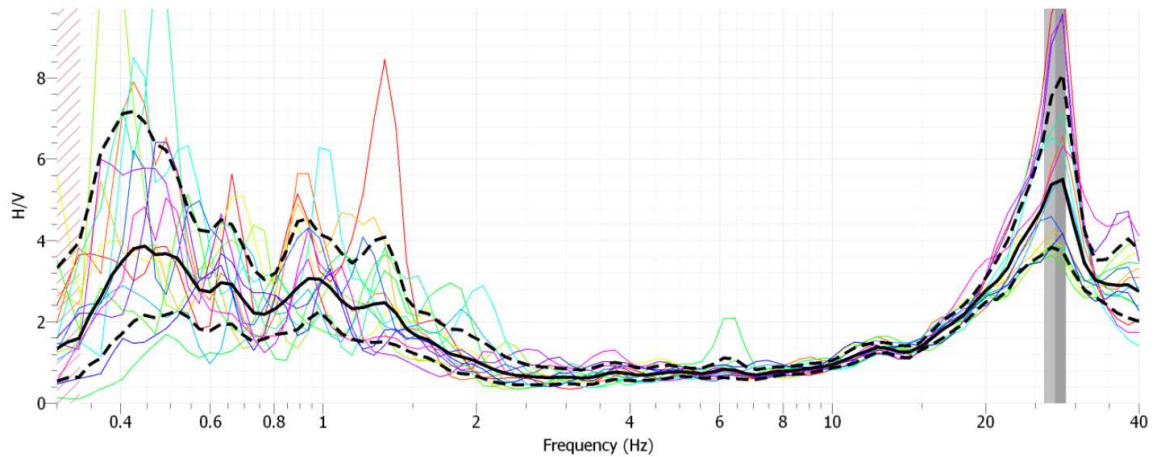
Tale indagine è stata tarata, nei livelli più superficiali, con le Vs ricavate dalla tomografia.



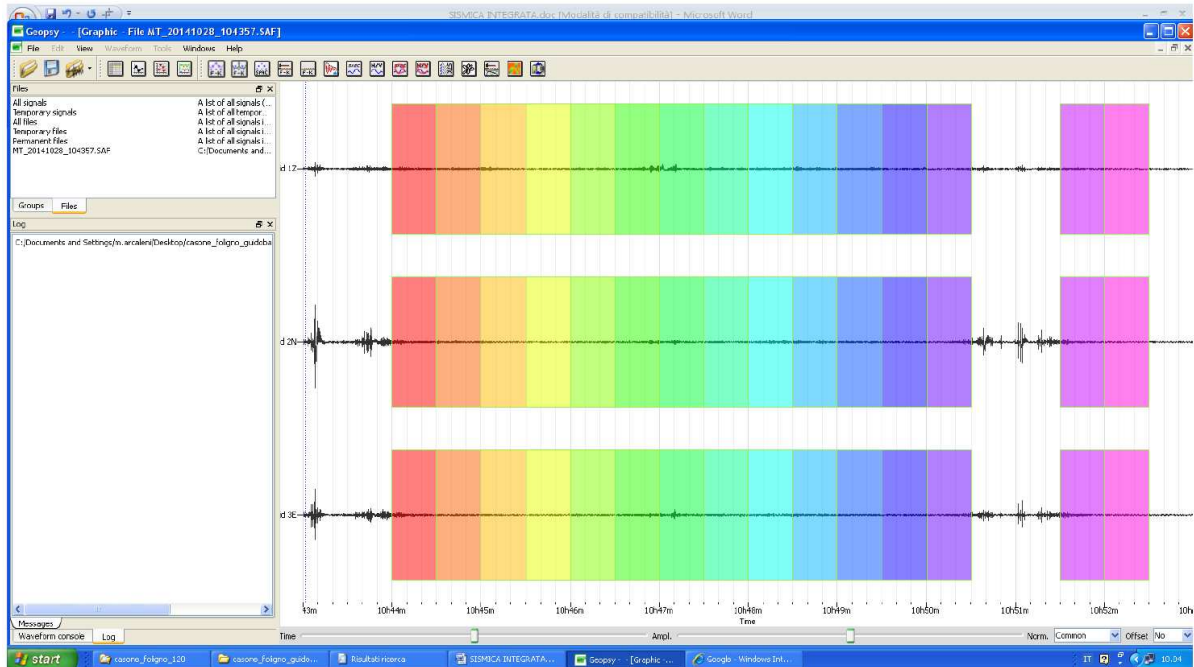
Analisi dei dati con tecnica MASW del profilo A-B onde di Love

I dati MASW in onde di Love confermano, nonostante i limiti stessi dell'indagine, quanto emerso dal profilo di sismica a rifrazione in onde Sh.

Dati HVSR 01

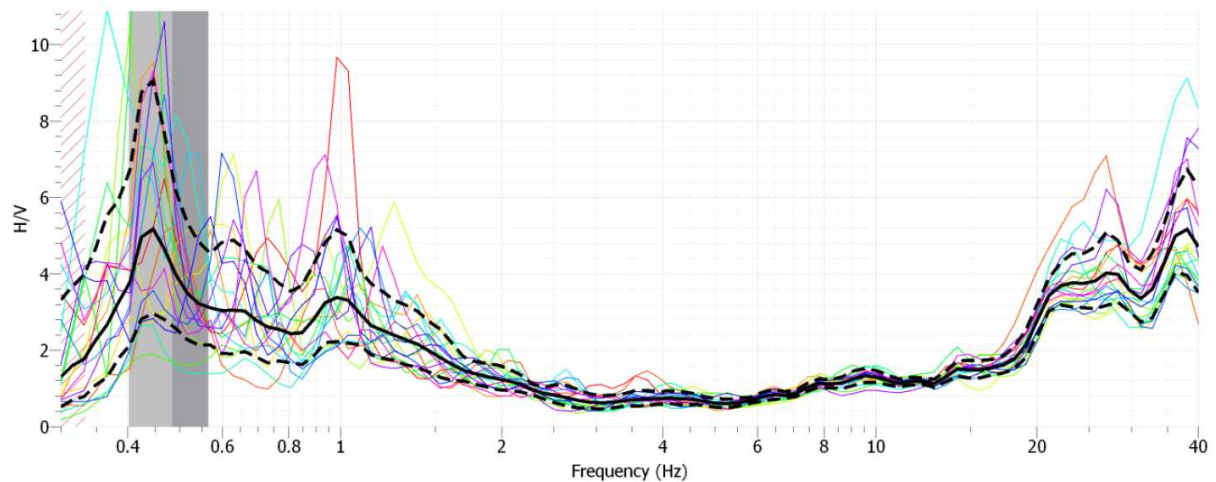


Grafino F-H/V. La frequenza di risonanza dei depositi risulta corrispondere a circa 0.4-0.5 Hz. A tale picco principale di frequenza corrisponde un valore H/V di circa 4. Tale fattore è associabile ad un contrasto di rigidità sismica profondo. Si nota un altro picco secondario alla frequenza di circa 1 Hz. Un altro picco si trova a circa 30 Hz ed è associabile, con molta probabilità, a rumore antropico (vicino impianto di depurazione con mezzi in movimento).

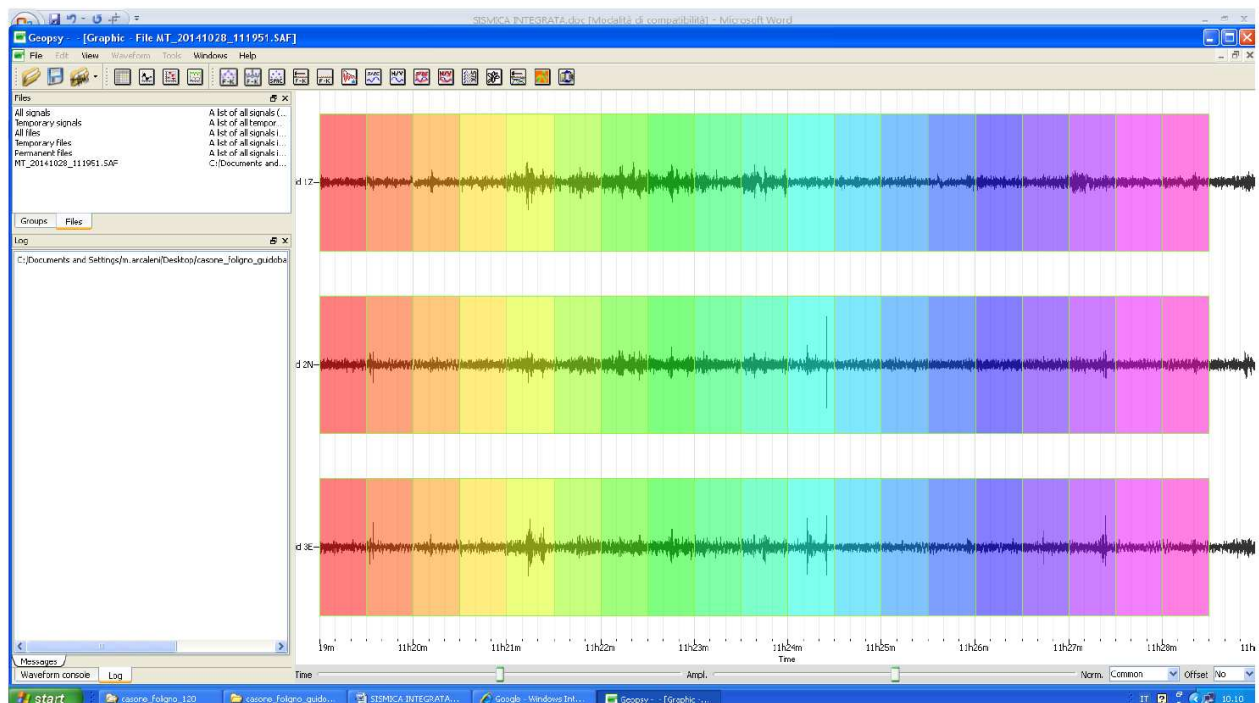


Sismogramma punto di registrazione HVSR 02 con le finestre utilizzate per l'analisi HVSR.

Dati HVSR 02



Grafino F-H/V. La frequenza di risonanza dei depositi risulta corrispondere, come per l'altro punto, a circa 0.4-0.5 Hz, al quale corrisponde un valore di H/V di circa 5. Tale picco è associabile ad un contrasto di rigidità sismica profondo. Si nota un secondo picco a circa 1 Hz e picchi ad alte frequenze associabili, con molta probabilità, a rumore antropico (vicino impianto di depurazione con mezzi in movimento).



Sismogramma punto di registrazione HVSR 02 con le finestre utilizzate per l'analisi HVSR.

CALCOLO DEL PARAMETRO VS30 (NTC 14/01/08) DAL P.C.

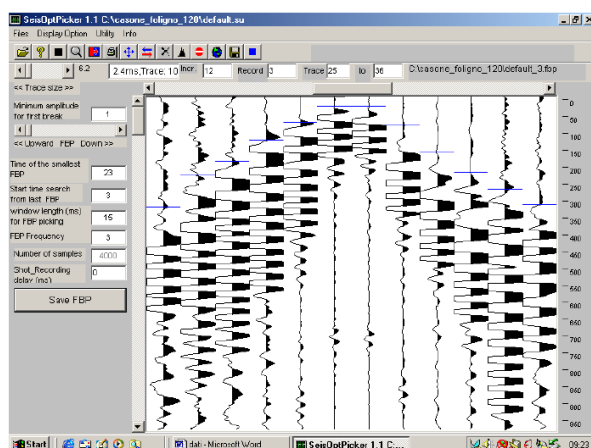
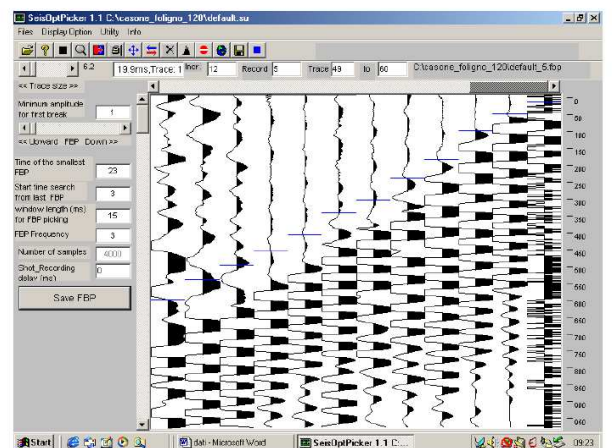
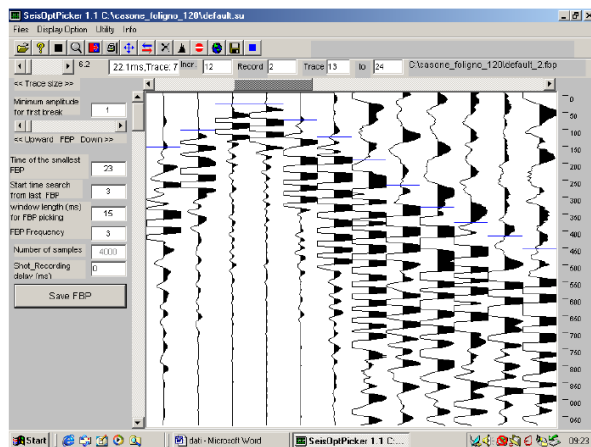
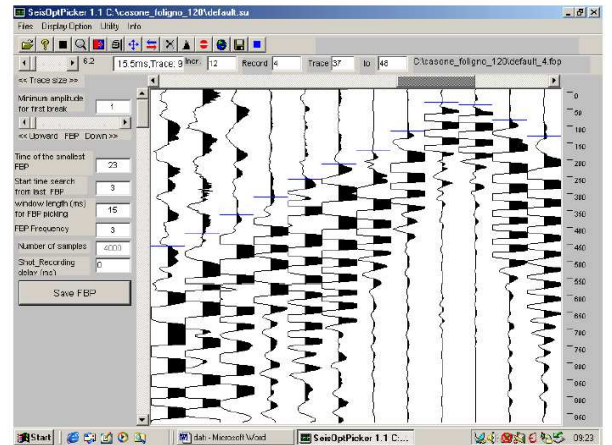
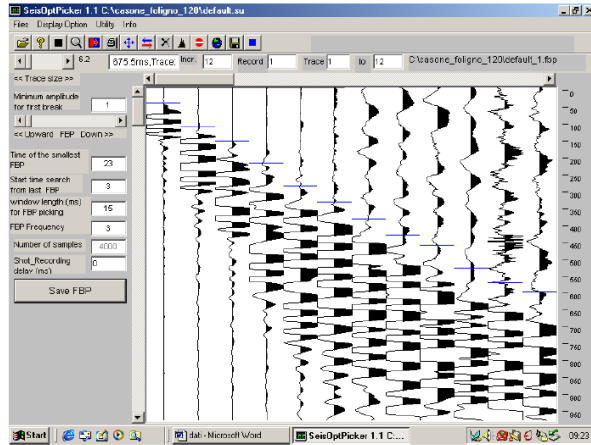
vs	spessore	h/vs	H substrato	VsH
148	3,75	0,025338	30	174,8763
154	3,75	0,024351		
163	3,75	0,023006		
173	3,75	0,021676		
181	3,75	0,020718		
188	3,75	0,019947		
201	3,75	0,018657		
210	3,75	0,017857		

La sismografia sopra riportata si riferisce all'interazione tra i dati di sismica a rifrazione in onde di Love e HVSR.

Il valore del valore Vs30, dell'ordine dei 175 m/sec circa, è associabile ad una categoria di suolo **D**

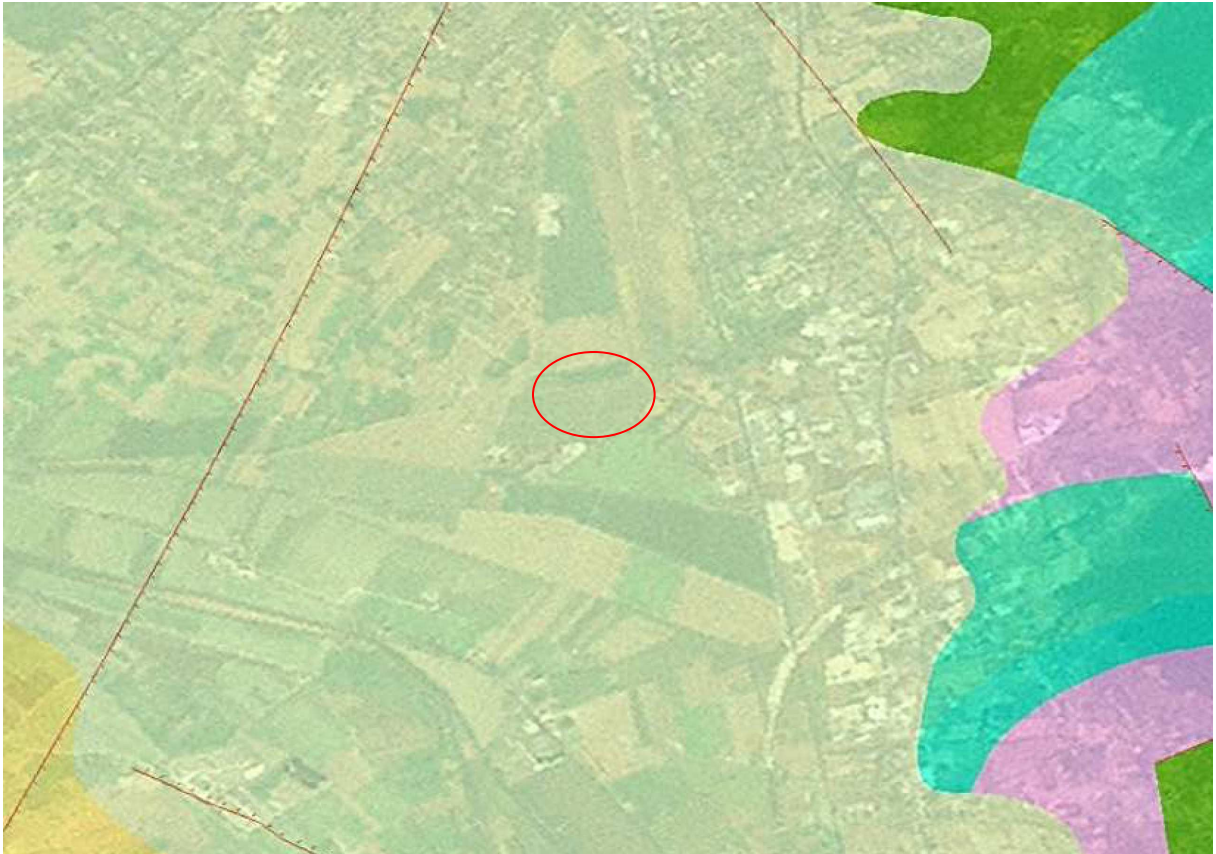
SISMOGRAMMI

Sismogrammi profilo A-B onde SH



FAGLIE ATTIVE A CAPACI

Nel sito specifico l'analisi della cartografia del Progetto ITHACA dell'ISPRA riportata di sotto, non evidenzia la presenza di faglie attive e capaci mentre strutture (linee continue in rosso) sono presenti ad ovest ed a est del sito in esame.





COMUNE DI FOLIGNO

INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

COMMITTENTE :
ASJA AMBIENTE
ITALIA spa

LOCALITA' :
Il Casone

DATA:
SETTEMBRE 2015

GEOLOGO : DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI



INDAGINI ESEGUITE

Al fine di approfondire le specifiche caratteristiche litologiche del sito in esame si è proceduto alla realizzazione, di cinque prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU), ubicate come da allegato G, spinte fino alla profondità massima di 30,00 m. dalla superficie topografica.

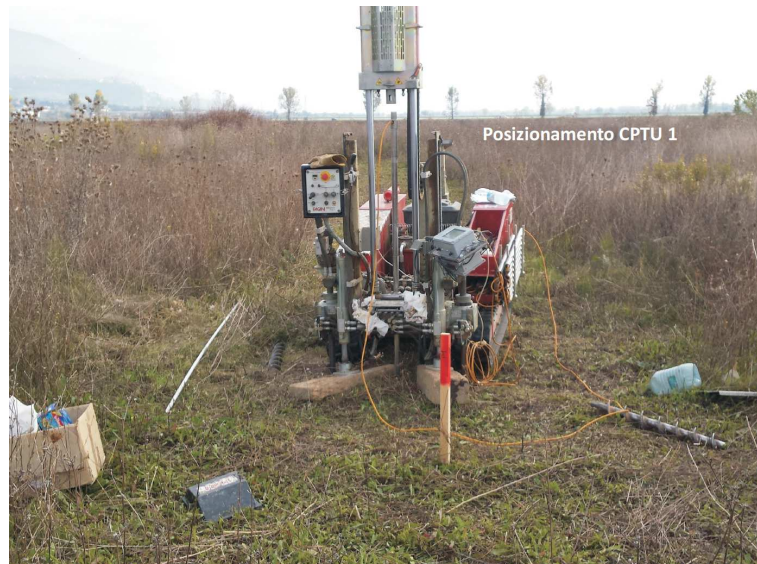
Le prove risultano parzialmente disallineate rispetto all'attuale disposizione planimetrica in quanto realizzate prima dell'ultima variazione progettuale.

Per le caratteristiche tecniche dell'attrezzatura utilizzata e per le modalità di realizzazione delle prove si rimanda al rapporto allegato

I dati acquisiti verranno integrati prima della redazione del progetto esecutivo con la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo e prove di laboratorio sui campioni estratti.

Di seguito si riportano le successioni stratigrafiche sottolineando che in tutti i sondaggi sono state rinvenute leggere vene di gas:

SONDAGGIO N. 01



dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,80 a 1,70 m di prof.: sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda;

da 1,70 a 4,50 m di prof.: argilla limosa organica poco consistente con livelli torbosi;

da 4,50 a 4,90 m di prof.: sabbia fine limosa moderatamente addensata immersa in falda;

da 4,90 a 10,10 m di prof.: argilla limosa organica poco consistente con livelli torbosi;

da 10,10 a 10,72 m di prof.: ghiaia sabbiosa molto addensata immersa in falda.

SONDAGGIO N. 02



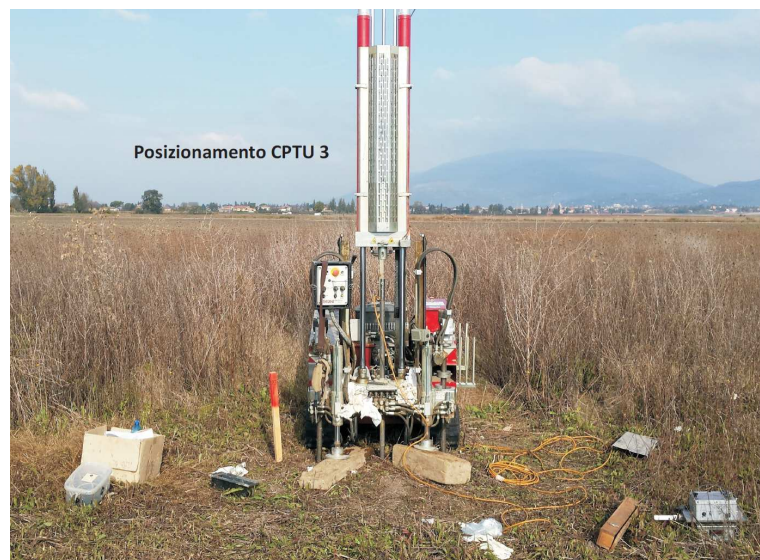
dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,80 a 2,30 m di prof.: sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda;

da 2,30 a 14,70 m di prof.: argilla limosa organica moderatamente consistente con livelletti torbosi;

da 14,70 a 25,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelletti torbosi.

SONDAGGIO N. 03



dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,80 a 1,60 m di prof.: argilla limosa organica poco consistente con livelletti torbosi;

da 1,60 a 2,90 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelletti torbosi;

da 2,90 a 24,00 m di prof.: sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi;

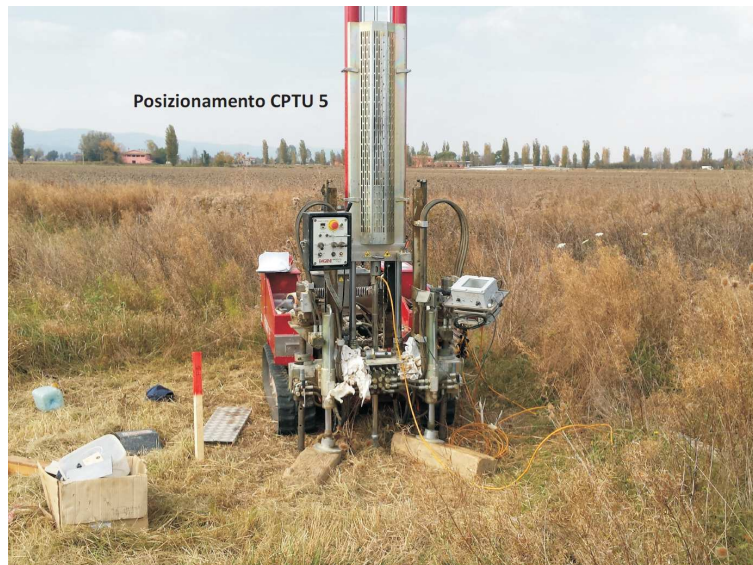
da 24,00 a 30,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con rari livelletti torbosi.

SONDAGGIO N. 04



- dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;
- da 0,90 a 1,60 m di prof.: argilla torbosa poco consistente e torbe;
- da 1,60 a 2,15 m di prof.: sabbia e ghiaia fine molto addensata;
- da 2,15 a 4,20 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelletti torbosi;
- da 4,20 a 14,70 m di prof.: sottili alternanze di argilla limosa organiche moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi;
- da 14,70 a 19,40 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con rari livelletti torbosi;
- da 19,40 a 21,30 m di prof.: argilla limosa organica moderatamente consistente con rari livelletti torbosi;
- da 21,30 a 25,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con rari livelletti torbosi;

SONDAGGIO N. 05



dal p.c. a 0,80 m di prof.: terreno agrario;

da 0,80 a 2,30 m di prof.: argilla torbosa poco consistente e torbe;

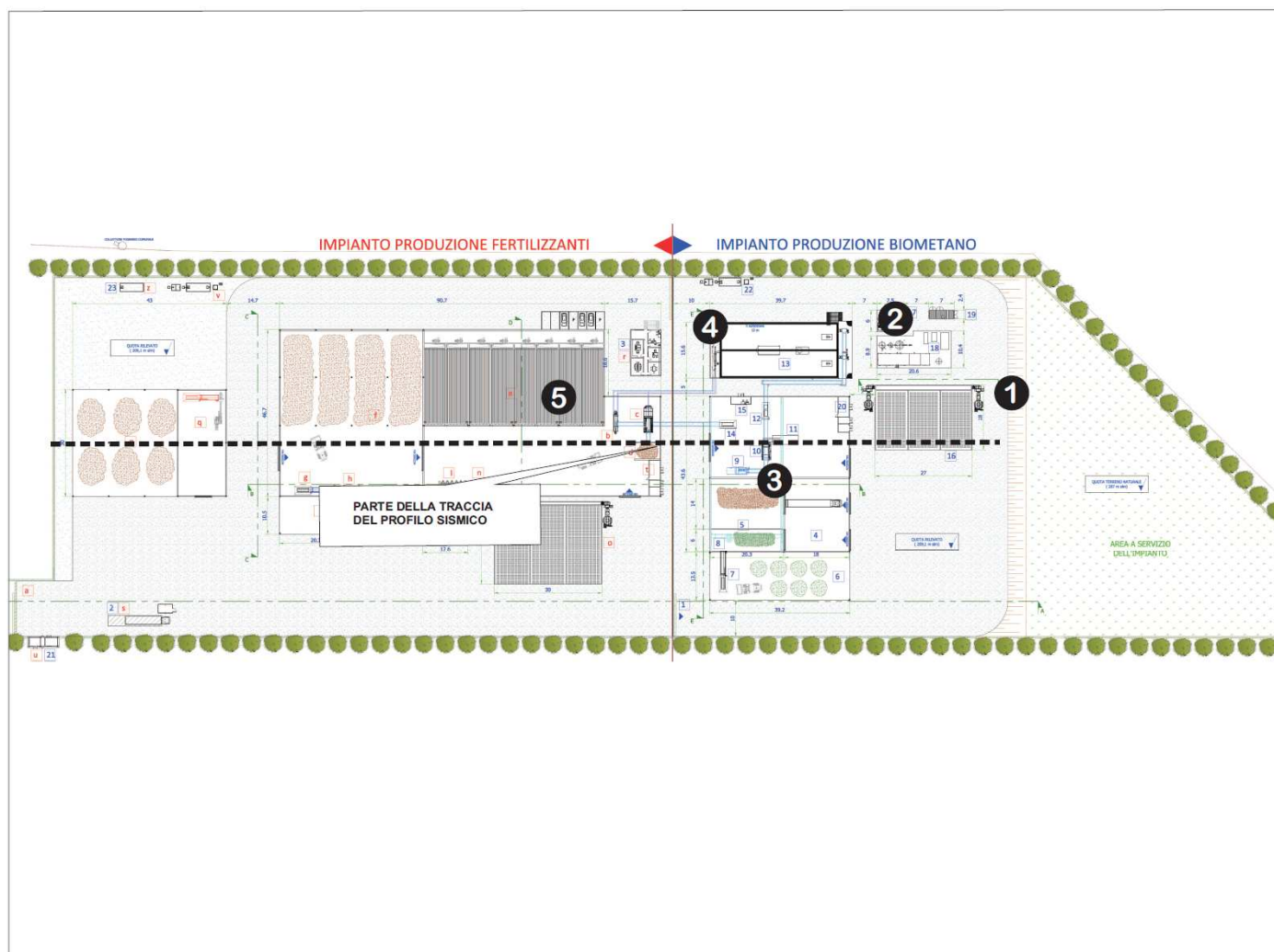
da 2,30 a 6,00 m di prof.: argilla limosa organica consistente, con livelli torbosi;

da 6,00 a 11,10 m di prof.: sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi;

da 11,10 a 22,45 m di prof.: argilla limosa organica consistenti, con rari livelletti torbosi;

da 22,45 a 30,00 m di prof.: argilla limosa organica moderatamente consistente con rari livelletti torbosi;

UBICAZIONE DELLE INDAGINI



All. F) **1** Ubicazione delle prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU

--- Traccia del profilo sismico integrato

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI PER FINI LITOSTRATIFICI

Per le interpretazioni litologiche, in base ai dati acquisiti con passo strumentale in campagna (1 cm) è stato utilizzato il metodo di Robertson (1983-1990), metodo consigliato e raccomandato per prove penetrometriche di tipo CPTU basato.

Il metodo considera come identificativo della litologia, il confronto (a parità di profondità) tra i parametri normalizzati ed adimensionalizzati di:

Q (Resistenza alla Punta)

con $q_t =$ resistenza alla punta normalizzata $Q = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$
 $Qc + U2*(1 - \text{rapporto aree di punta})$

$\sigma_{v0} =$ pressione litostatica totale

$\sigma'_{v0} =$ pressione litostatica efficace

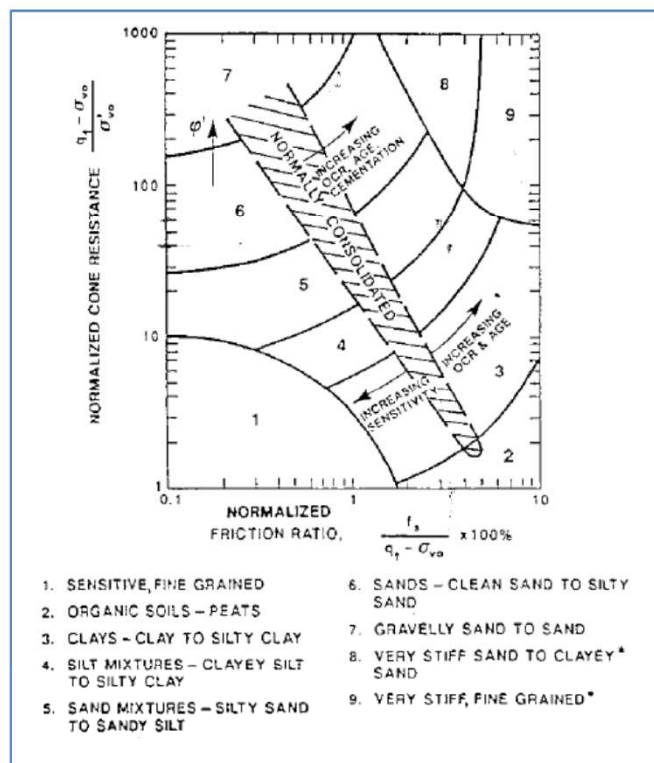
F (Rapporto percentuale Resistenza Laterale e Resistenza alla Punta)

con $f_s =$ resistenza laterale $F = \frac{f_s}{q_t - \sigma_{v0}} \cdot 100$
 $q_t =$ resistenza alla punta normalizzata
 $Qc + U2*(1 - \text{rapporto aree di punta})$

$\sigma_{v0} =$ pressione litostatica totale

$\sigma'_{v0} =$ pressione litostatica efficace

I diagrammi $q_t - FR$ e $q_t - B_q$ Sotto sotto riportati individuano n. 9 zone cui corrispondono diverse caratteristiche litologiche dei terreni (SBT - Soil Behaviour Type).



Con i valori di Q ed F normalizzati ed adimensionalizzati è possibile calcolare inoltre l'indice I_c (indice del tipo di comportamento del terreno) attraverso cui è possibile determinare il tipo di comportamento del terreno. La corrispondenza tra zone SBT e tipo di comportamento del terreno (da I_c) è riportato nella tabella sottostante.

PROVE CPTU - classificazione della tipologia di terreno in funzione dell'indice $*I_c$		
Tipo Terreno	Valore $*I_c$	Zona n. (Tabella pagina precedente)
Terreni organici	$I_c > 3,22$	2
Argille	$2,82 < I_c < 3,22$	3
Terreni a matrice limosa	$2,54 < I_c < 2,82$	4
Terreni a matrice sabbiosa	$1,90 < I_c < 2,54$	5
Sabbie	$1,25 < I_c < 1,90$	6
Sabbie e ghiaie	$1,25 < I_c$	7

CORRELAZIONI PER FINI GEOTECNICHE UTILIZZATE TERRENI INCOERENTI

Angolo d'Attrito

Angolo di Attrito (Durgunoglu-Mitchell 1973-1975) – per sabbie N.C. e S.C. non cementate

Angolo di Attrito (Meyerhof 1951) – per sabbie N.C. e S.C.

Angolo di Attrito Herminier

Angolo di Attrito (Caquot) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Koppejan) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Robertson & Campanella 1983) - per sabbie non cementare quarzose

Angolo di Attrito (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

Densità relativa

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

Densità Relativa (Schmertmann)

Densità Relativa (Harman 1976)

Densità Relativa (Lancellotta 1983)

Densità Relativa (Jamiolkowski 1985)

Modulo di deformazione non drenato

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978) $E_y(25) - E_y(50)$ - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % del valore di rottura – prima fase della curva carico/deformazione

Modulo di Young secante drenato (Robertson & Campanella 1983) $E_y(25) - E_y(50)$ - per sabbie NC quarzose

Modulo di Young (ISOPT-1 1988) $E_y(50)$ - per sabbie OC sovraconsolidate e SC

Peso di Volume Gamma

Peso di Volume Gamma (Meyerhof)

Peso di Volume Gamma saturo (Meyerhof)

TERRENI COESIVI

Coesione Non Drenata

Coesione non drenata (Lunne & Eide)

Coesione non drenata Sunda (relazione sperimentale)

Coesione non drenata (Lunne T.-Kleven A. 1981)

Coesione non drenata (Kjekstad, 1978)

Coesione non drenata (Lunne, Robertson and Powell 1977)

Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)

Modulo Edometrico-Confinato

Mitchell - Gardnerr (1975) $M_o(Eed)$ (Kg/cmq) per limi e argille.

Metodo generale del modulo edometrico.

Buisman correlazione valida per limi e argille di media plasticità – Alluvioni attuali argille plastiche – suoli organici (W 90-130)

Buisman e Sanglerat valida per litotipi argille compatte

Modulo di deformazione non drenato

Modulo di deformazione non drenato E_u (Cancelli ed altri 1980)

Modulo di deformazione non drenato E_u (Ladd ed altri 1977) – ($n = 30$)

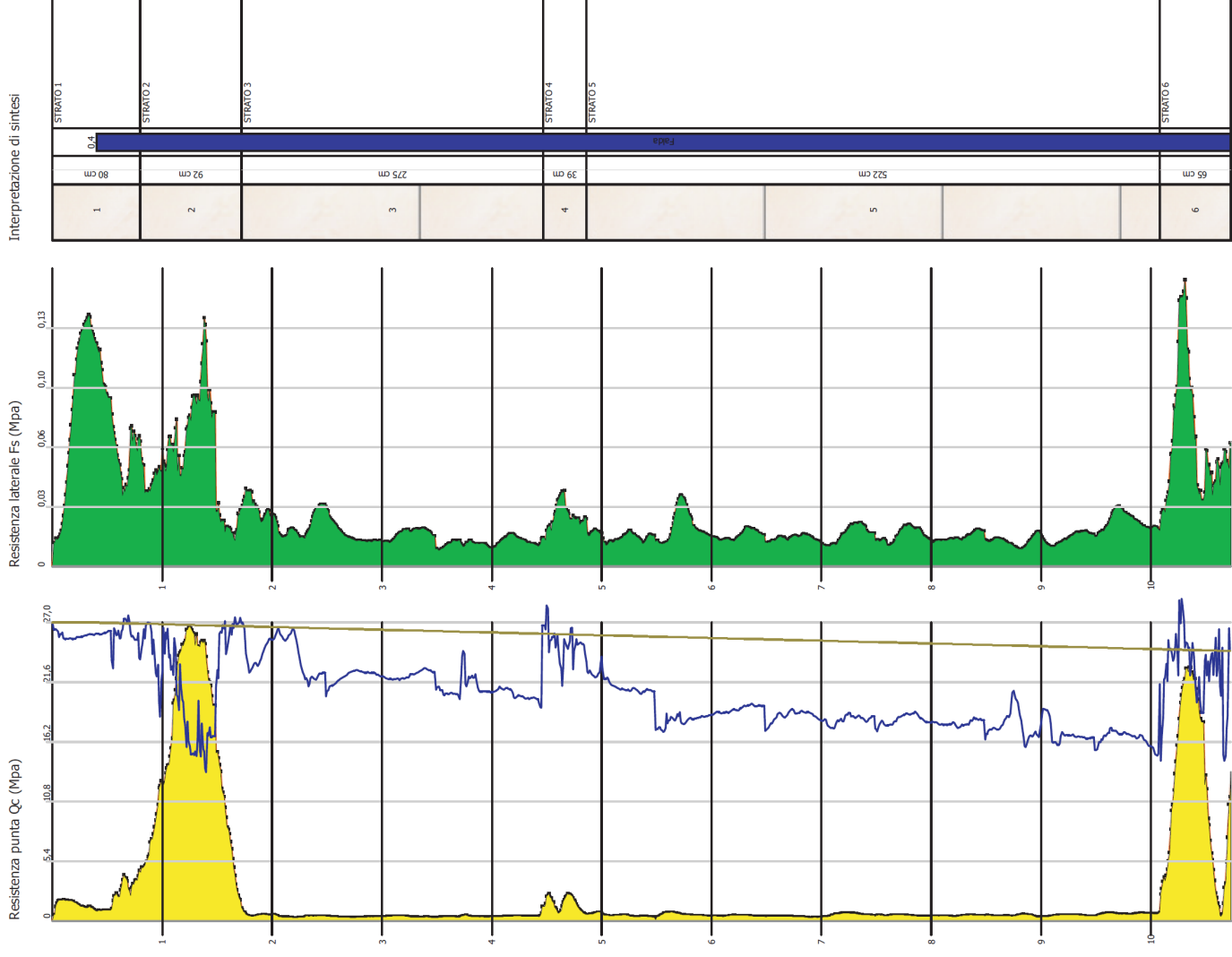
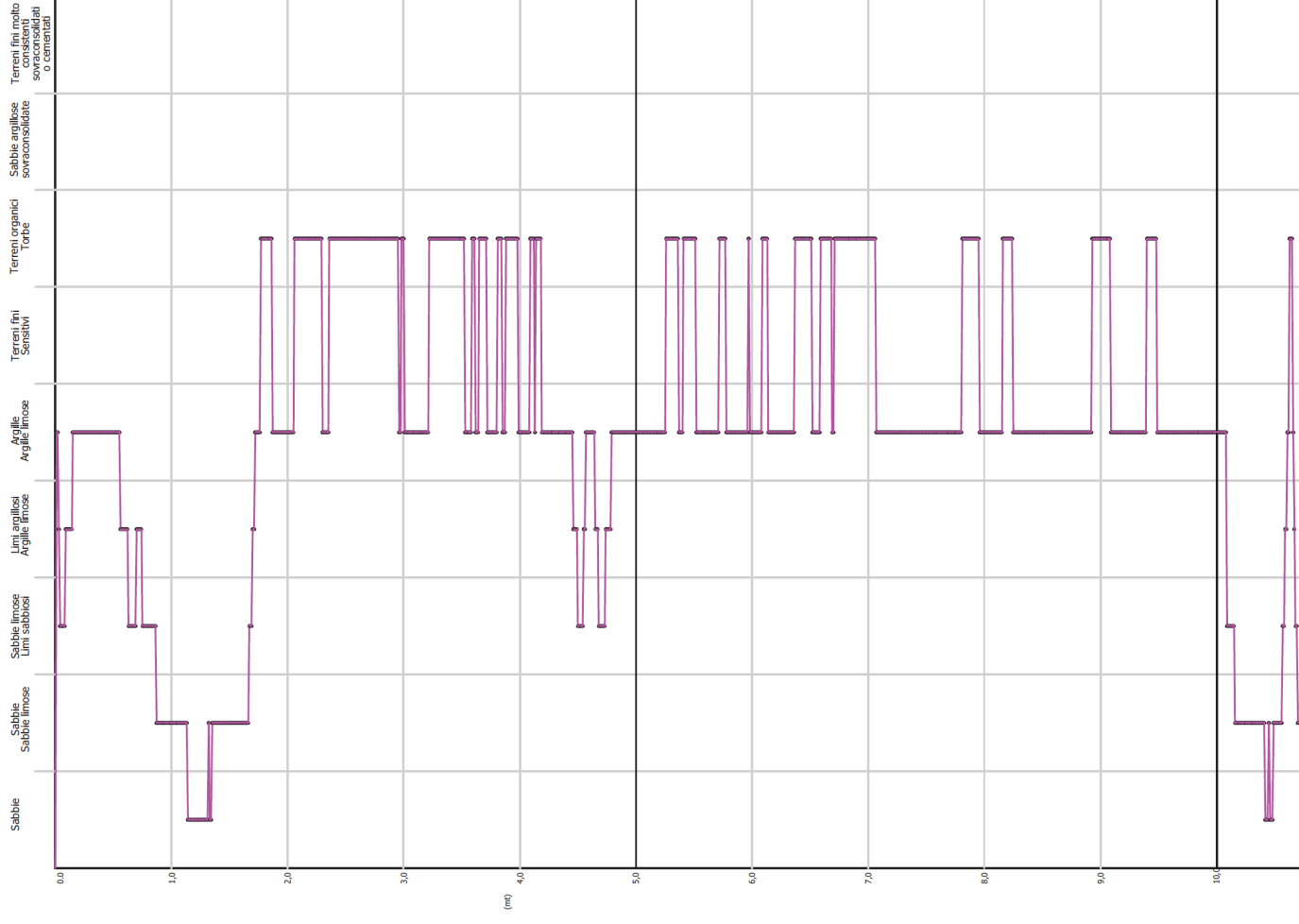
Peso di Volume Gamma

Peso di Volume terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

Peso di Volume saturo terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

PROVA CPTU 1

INTEPRETAZIONE LITOSTRATIGRAFICA - METODO DI ROBERTSON (A, 1990)



PROVA CPTU 1

STIMA CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E/O GEOTECNICHE DEI TERRENI

CPTU 1				
VALORI MINIMI				
n. strato	profondità	QC MPa	fs MPa	
1	0,80	0,59	0,01	
2	1,72	1,19	0,01	
3	4,47	0,27	0,01	
4	4,86	0,58	0,01	
5	10,08	0,12	0,01	
6	10,73	0,43	0,02	

[illegible]

TERRENI INCOERENTI																		
PESO DI VOLUME	DENSITA' RELATIVA						ANGOLO D'ATTRITO DRENATO							MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO				
γ	Dr						ϕ'							E'				
kn/m³	%						°							MPa				
γ_{sat}																		
kn/m³																		
17,65	20,59	23,62	39,09	39,10	24,09	62,59	34,93	31,83	28,94	27,04	33,47	39,83	26,09	19,70	1,47	1,18	6,67	
18,63	21,57	33,64	45,98	46,41	34,20	49,15	35,15	31,85	28,96	27,06	34,44	39,85	26,29	22,45	2,97	2,38	12,47	
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	5,00	5,00	25,17	17,92	16,98	28,70	25,50	21,28	18,24	0,67	0,54	4,16	
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	5,00	5,00	27,42	23,56	20,25	19,11	28,70	29,53	21,83	19,66	1,45	1,16	8,93
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	5,00	5,00	18,56	14,32	10,55	10,24	28,70	10,58	20,88	17,55	0,30	0,24	1,85
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	5,00	5,00	23,63	19,49	15,97	15,19	28,70	21,82	21,28	18,97	1,07	0,86	6,62
Meyerhof	Meyerhof	Baldi 1978 - Schmettmann 1976	Schmettmann	Harman	Lancillotta 1983	Jamiołkowski 1985	Durgunouglu-Mitchell 1973	Caquot	Kopejan	De Beer	Schmettmann	Robertson & Campanella 1983	Hermnir	Meyerhof 1951	Schmettmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOP-1-1988 EY(50)	

data esecuzione: 03/11/2014
falda: 0,40 m da p.c.

ASJA AMBIENTE ITALIA Spa Sant'Eraclio di Folligno (PG)				
CPTU 1				
VALORI MEDI				
n. strato	profondità	QC MPa	fs MPa	
1	0,80	1,94	0,08	
2	1,72	15,37	0,06	
3	4,47	0,41	0,02	
4	4,86	1,56	0,03	
5	10,08	0,51	0,02	
6	10,73	11,78	0,07	

TERRENI COERENTI													
PESO DI VOLUME	PESO DI VOLUME SATURO	COESIONE NON DRENATA					Ed			MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO			
γ	γ^{sat}	Cu					Ed			Eu			
kN/m ³	kN/m ³	kPa					MPa			MPa			
19,33	20,11	#####	#####	128,98	113,81	#####	97,09	9,71	4,16	11,65	5,83	72,55	2,91
22,74	23,52	#####	#####	#####	902,67	#####	#####	38,43	30,74	46,11	23,06	575,77	23,07
16,63	17,42	21,60	27,77	23,38	20,63	18,46	20,59	3,27	2,32	6,14	1,23	14,14	0,62
18,93	19,71	86,91	#####	88,80	77,66	78,45	7,80	4,71	9,36	4,68	4,68	56,90	2,35
16,90	17,68	25,41	29,30	24,96	22,02	19,70	25,50	4,06	2,76	7,61	1,52	16,64	0,76
22,29	23,07	#####	#####	773,09	682,14	#####	29,45	23,56	35,34	17,67	438,54	17,68	
Meyrhoth	Meyrhoth	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T-kieven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell. 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terrazghi	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)

TERRENI INCOERENTI																		
PESO DI VOLUME	PESO DI VOLUME SATURO	DENSITA' RELATIVA					ANGOLO D'ATTRITO DRENATO							MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO				
γ	γ^{sat}	D_r					ϕ'							E'				
kN/m^3	kN/m^3	%					°							MPa				
17,65	20,59	56,13	80,13	77,74	56,88	94,01	40,22	37,27	34,65	32,26	39,22	45,00	35,45	25,89	4,86	3,88	12,40	
18,63	21,57	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	45,00	43,52	41,22	38,26	42,00	45,00	35,99	45,00	38,43	30,74	61,48	
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	5,00	26,26	22,40	19,04	17,99	28,70	27,51	21,60	18,87	1,02	0,82	6,30	
17,65	20,59	25,26	25,46	28,50	25,75	18,65	31,36	27,58	24,47	22,96	31,56	34,86	23,39	24,15	3,90	3,12	20,20	
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	5,00	24,25	20,11	16,63	15,79	28,70	23,08	21,42	19,32	1,27	1,01	7,81	
18,63	21,57	73,02	81,09	81,55	73,91	54,53	37,99	34,22	31,45	29,34	39,35	42,35	30,07	45,00	29,45	23,56	73,85	
Meyhofer	Meyhofer	Baldi 1978 - Schmettmann 1976	Schmettmann	Härrman	Lanceliotta 1983	Jamlikowski 1985	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmettmann	Robertson & Campanella 1983	Hermintier	Meyerhof 1951	Schmettmann	Robertson & Campanella (1983)	Campanella (1983)	ISOP1-1 1988 Ey(50)

data esecuzione: 03/11/2014
falda: 0,40 m da p.c.

Committente: **ASJA Ambiente Italia Spa**

Località: **Casone - Sant'Eraclio**

Opera: **Impianto biogas**

SONDAGGIO
1-A

Ottobre 2014

Scala 1:75

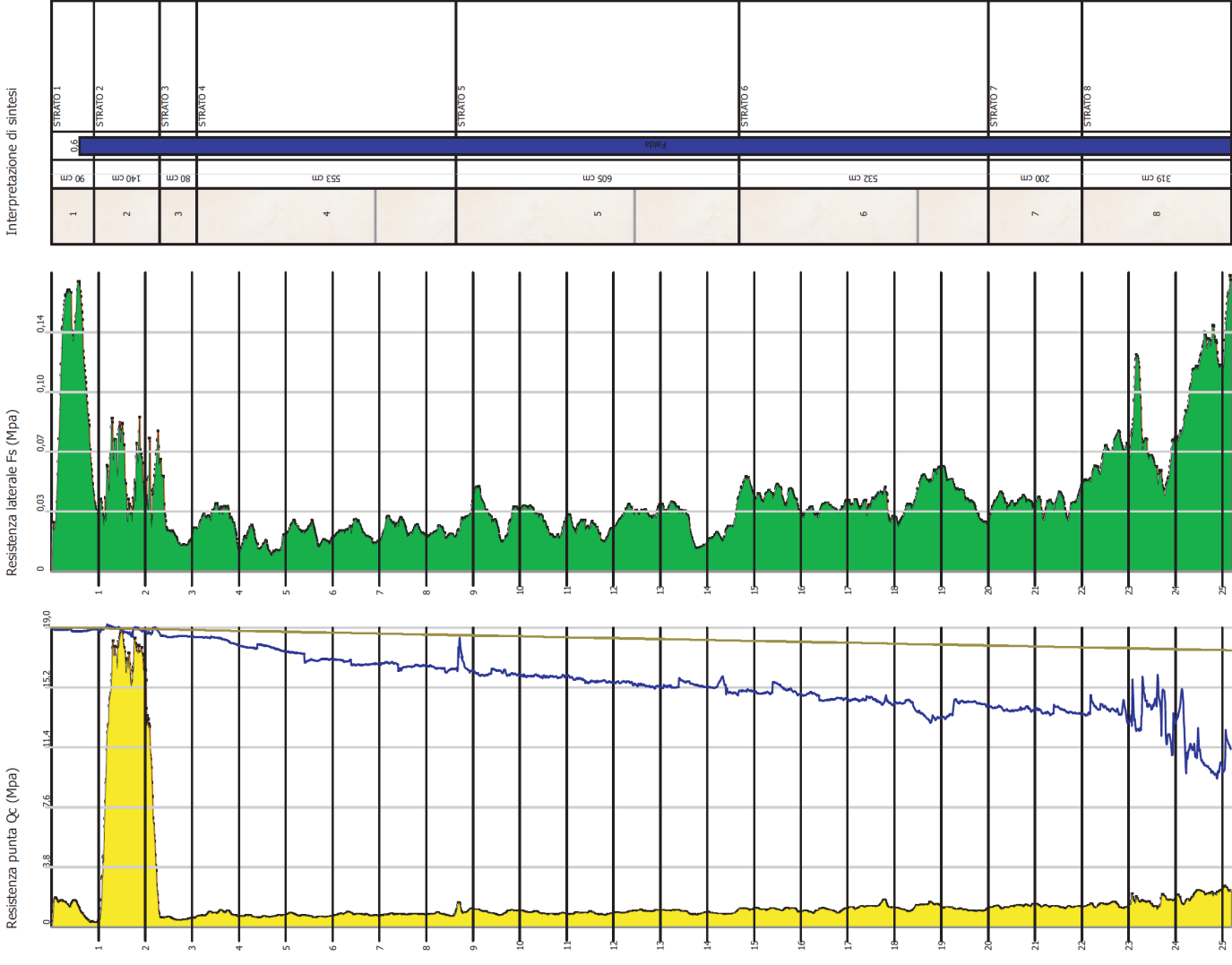
Φ iniz. mm 101
 Φ fin. mm 101

Operatore
Società Geologica

GEOLOGO:
DOTT. GEOL.
FILIPPO GUIDOBALDI

Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cmq		SPT o Camp (l)nd. (R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	
						Terreno agrario Sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda $\phi \geq 45^\circ$ $c_u = 0$ kPa $D_R = 1,00$ $\gamma_t = 8,63$ kN/mc $E' = 50,0$ Mpa	0,50					
				1,00								
				1,70								
				2,00								
				3,00		Argilla limosa organica poco consistente con livelletti torbosi $c_u = 23,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi' = 19^\circ$ $I_c = 0,25$ $\gamma = 16,92$ kN/mc $\gamma_s = 17,70$ kN/mc $E = 1,60$ MPa $v = 0,40$						
				4,00								
				4,50								
				4,90		Sabbia fine limosa moderatamente addensata immersa in falda $\phi = 24^\circ$ $c_u = 0$ kPa $D_R = 18,00$ $\gamma_t = 7,65$ kN/mc $E' = 12,0$ Mpa						
				5,00								
				6,00								
				7,00								
				8,00		Argilla limosa organica poco consistente con livelletti torbosi $c_u = 23,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi' = 19^\circ$ $I_c = 0,25$ $\gamma = 16,92$ kN/mc $\gamma_s = 17,70$ kN/mc $E = 1,60$ MPa $v = 0,40$						
				9,00								
				10,00								
				10,10								
				10,72		Ghiaia sabbiosa molto addensata immersa in falda $\phi \geq 45^\circ$ $c_u = 0$ kPa $D_R = 1,00$ $\gamma_t = 8,63$ kN/mc $E' = 80,0$ Mpa						
				11,00								
				12,00								
				13,00								
				14,00								
				15,00								

INTERPRETAZIONE LITOSTRATIGRAFICA - METODO DI ROBERTSON (A, 1990)



Committente: ASIA AMBIENTE ITALIA Spa
Cantiere: IMPIANTO BIOGAS
Località: SANT'ERACLIO DI FOLIGNO (PG)

PROVA CPTU 2

STIMA CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E/O GEOTECNICHE DEI TERRENI

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa Sant'Eraclio di Foligno (PG)			
CPTU 2			
VALORI MINIMI			
n. strato	profondità	QC MPa	fs MPa
1	0,90	0,090	0,000
2	2,30	0,270	0,024
3	3,10	0,420	0,014
4	8,63	0,550	0,009
5	14,68	0,710	0,012
6	20,00	0,830	0,024
7	22,00	1,100	0,026
8	25,19	1,090	0,040

data esecuzione: 03/11/2014
falda: 0,60 m da p.c.

TERRENI COERENTI													
PESO DI VOLUME	PESO DI VOLUME SATURO	COESIONE NON DRENATA						MODULO EDOMETRICO		MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO			
		γ	γ_{sat}	Cu		Ed		Eu					
kn/m³	kn/m³	kn/m³	kn/m³	kPa	kPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa		
14,15	14,93	4,79	6,89	5,57	4,92	4,40	4,90	0,72	0,58	1,35	0,27	3,13	0,15
15,99	16,78	14,65	19,81	16,40	14,47	12,95	13,73	2,16	1,62	4,05	0,81	9,59	0,41
16,72	17,51	22,83	29,91	25,21	22,24	19,90	20,59	3,36	2,37	6,30	1,26	14,95	0,62
17,12	17,90	28,97	35,36	30,27	26,71	23,90	27,46	4,40	2,94	8,25	1,65	18,97	0,82
17,46	18,24	35,65	39,28	34,27	30,23	27,05	35,30	3,55	3,53	4,26	2,13	23,34	1,06
17,65	18,43	40,00	40,26	35,62	31,43	28,12	41,19	4,15	3,90	4,98	2,49	26,19	1,24
18,14	18,92	53,80	54,03	49,28	43,49	38,91	54,92	5,50	4,49	6,60	3,30	35,22	1,65
18,08	18,86	52,00	49,93	45,49	40,14	35,91	54,92	5,45	4,47	6,54	3,27	34,05	1,65
Meyerhof	Meyerhof	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad, 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)

TERRENI INCOERENTI																
PESO DI VOLUME	PESO DI VOLUME SATURO	DENSITA' RELATIVA			ANGOLO D'ATTRITO DRENATO					MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO						
γ	γ_{sat}	Dr			ϕ'					E'						
kN/m³	kN/m³	%			°					MPa						
18,63	21,57	> 5	< 5	5,00	10,86	26,25	22,90	19,56	18,47	28,70	28,42	20,97	17,41	0,22	0,18	1,39
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	27,95	24,40	21,13	19,91	28,70	30,69	21,62	18,24	0,67	0,54	4,16
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	28,25	24,58	21,33	20,09	28,70	30,95	21,86	18,92	1,05	0,84	6,47
18,63	21,57	< 5	< 5	5,00	5,00	26,26	22,30	18,93	17,89	28,70	27,32	21,64	19,52	1,37	1,10	8,47
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	24,41	20,18	16,70	15,86	28,70	23,22	21,49	20,25	1,77	1,42	10,93
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	23,33	18,94	15,40	14,67	28,70	20,68	21,41	20,80	2,07	1,66	12,78
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	23,78	19,34	15,82	15,06	28,70	21,52	21,48	22,04	2,75	2,20	16,94
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	23,17	18,67	15,12	14,42	28,70	20,14	21,42	21,99	2,72	2,18	16,79
Meyerhof	Meyerhof	Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancelotta 1983	Jamiokowski 1985	Durgunoughu-Mitchell 1973	Kopejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Hermnir	Meyerhof 1951	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa
Sant'Eraclio di Foligno (PG)

CPTU 2

VALORI MEDI

n. strato	profondità	QC MPa	fs MPa
1	0,90	1,131	0,102
2	2,30	12,108	0,049
3	3,10	0,515	0,023
4	8,63	0,745	0,021
5	14,68	0,912	0,027
6	20,00	1,149	0,039
7	22,00	1,280	0,036
8	25,19	1,687	0,080

data esecuzione: 03/11/2014
falda: 0,60 m da p.c.

TERRENI COERENTI													
PESO DI VOLUME γ kN/m ³	PESO DI VOLUME SATURO γ_{sat} kN/m ³	COESIONE NON DRENATA Cu kPa						MODULO EDOMETRICO Ed MPa			MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO Eu MPa		
		18,43	19,21	64,30	81,77	74,85	66,04	59,09	56,88	5,65	4,53	6,79	3,39
22,34	23,13	692,25	395,70	805,13	710,40	635,63	605,07	30,27	24,22	36,32	18,16	453,25	18,15
17,04	17,82	27,60	36,07	30,75	27,13	24,28	25,50	4,12	2,79	7,72	1,54	18,07	0,76
17,62	18,41	39,41	48,43	42,43	37,44	33,50	37,27	3,73	3,65	4,47	2,24	25,80	1,12
17,89	18,67	46,30	52,26	46,67	41,18	36,84	45,11	4,56	4,11	5,47	2,73	30,32	1,35
18,24	19,02	57,21	60,68	55,65	49,11	43,94	57,86	5,74	4,56	6,89	3,45	37,46	1,74
18,39	19,18	62,93	64,39	59,92	52,87	47,30	63,74	6,40	4,69	7,68	3,84	41,21	1,91
18,89	19,67	84,91	86,22	83,81	73,95	66,16	84,34	8,43	4,61	10,12	5,06	55,60	2,53
Meyerhof	Meyerhof	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell. 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terrazghi	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)

TERRENI INCOERENTI																	
PESO DI VOLUME		PESO DI VOLUME SATURO		DENSITA' RELATIVA				ANGOLO D'ATTRITO DRENATO						MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO			
γ	γ_{sat}	γ_{sat}		Dr		ϕ'		ϕ'						E'			
kN/m³	kN/m³	kN/m³		%		°		°						MPa			
17,65	20,59	39,85	58,61	57,62	40,46	76,67	37,33	34,27	31,50	29,38	36,21	42,40	29,58	22,18	2,83	2,26	10,14
18,63	21,57	93,37	100,00	100,00	94,43	100,00	44,32	41,19	38,77	36,02	42,00	45,00	42,62	45,00	30,27	24,22	48,43
17,65	20,59	<5	<5	5,00	5,00	5,00	27,29	23,46	20,15	19,01	28,70	29,39	21,88	19,36	1,29	1,03	7,92
17,65	20,59	<5	<5	5,00	5,00	5,00	26,56	22,53	19,17	18,12	28,70	27,75	21,80	20,41	1,86	1,49	11,48
17,65	20,59	<5	<5	5,00	5,00	5,00	24,87	20,61	17,15	16,27	28,70	24,06	21,58	21,17	2,28	1,82	14,04
17,65	20,59	<5	<5	5,00	5,00	5,00	24,30	19,90	16,41	15,59	28,70	22,65	21,54	22,26	2,87	2,30	17,69
17,65	20,59	<5	<5	5,00	5,00	5,00	23,97	19,50	15,99	15,21	28,70	21,85	21,51	22,86	3,20	2,56	19,71
17,65	20,59	<5	<5	5,00	5,77	5,00	24,76	20,28	16,81	15,96	28,70	23,42	21,61	24,72	4,22	3,37	25,97
Meyerhof		Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lanceliotta 1983	Jamioikowski 1985	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Hermhiner	Meyerhof 1951	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOP-T 1988 Ey(50)

Committente: **ASJA Ambiente Italia Spa**

Località: **Casone - Sant'Eraclio**

Opera: **Impianto biogas**

SONDAGGIO
2-A

Ottobre 2014

Scala 1:75

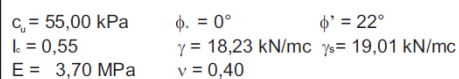
Φ iniz. mm 101
 Φ fin. mm 101

Operatore
Società Geologica

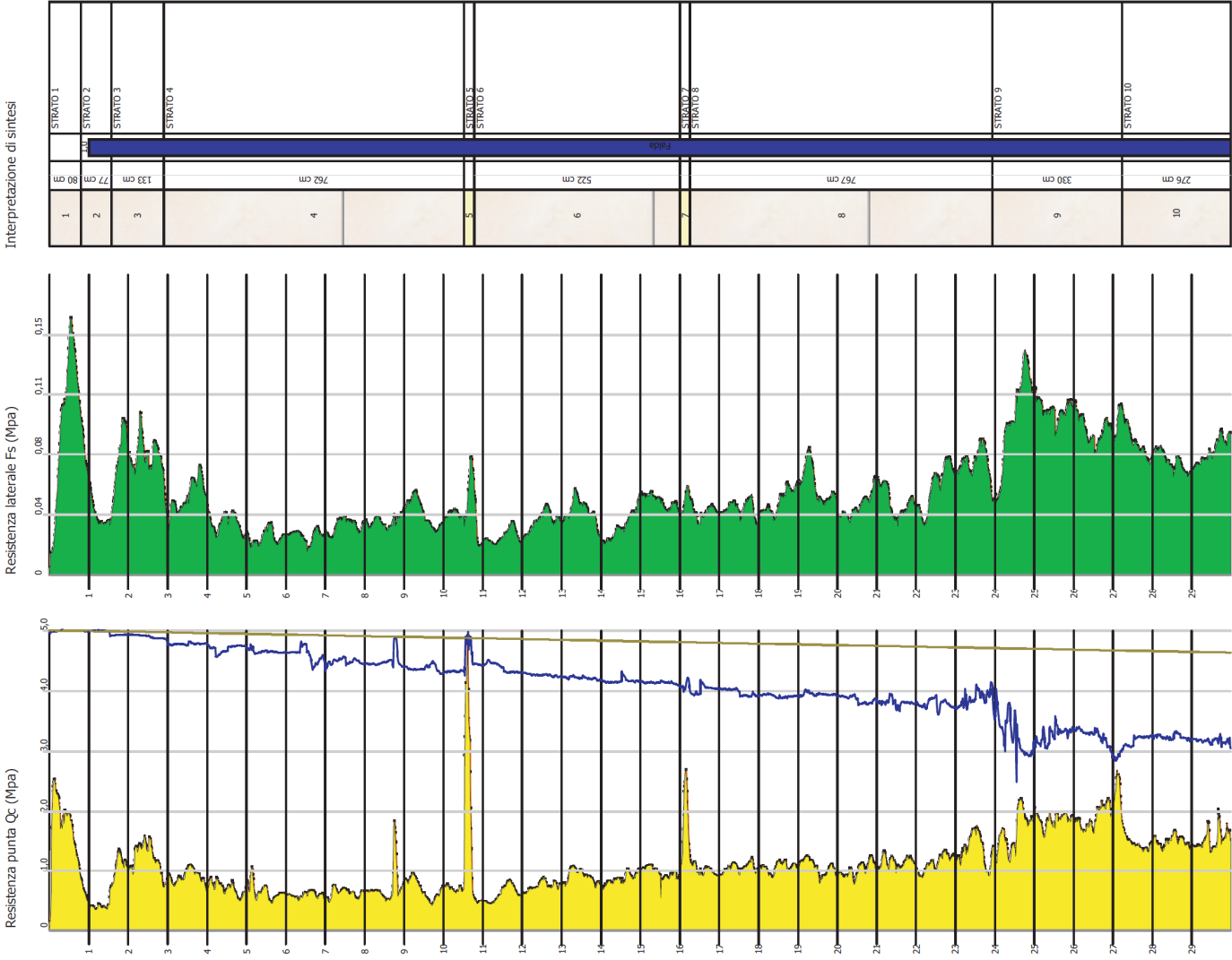
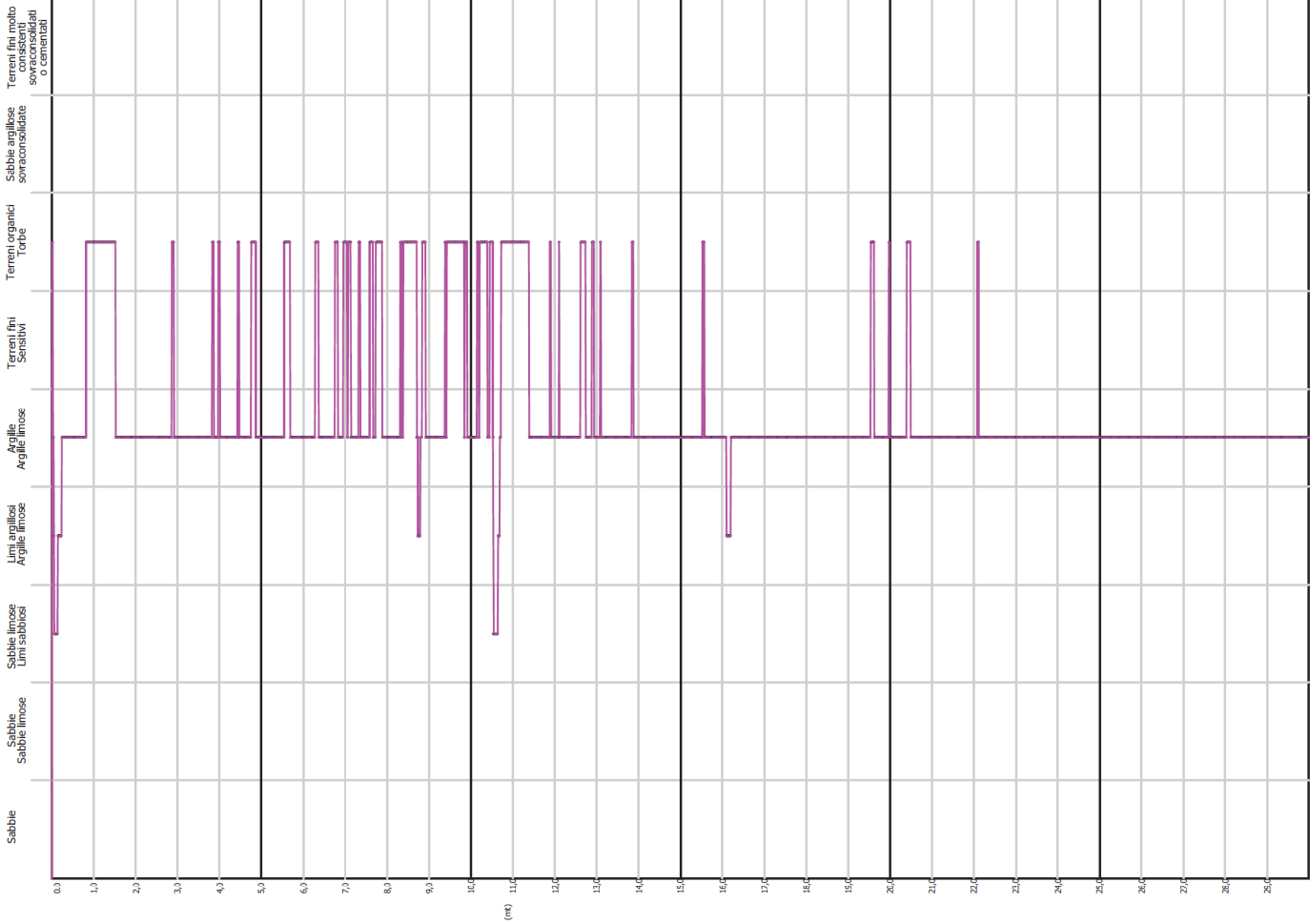
GEOLOGO:
DOTT. GEOL.
FILIPPO GUIDOBALDI

Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cm ²		SPT o Camp (l)nd. (R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	

						Terreno agrario	0,50					
		0,80		1,00		Sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda $\phi \geq 45^\circ$ $c_u = 0$ kPa $D_R = 1,00$ $\gamma_t = 8,63$ kN/mc $E' = 50,0$ Mpa						
				2,00								
		2,30		3,00								
				4,00								
				5,00								
				6,00								
				7,00								
				8,00		Argilla limosa organica moderatamente consistente con livelletti torbosi $c_u = 41,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi' = 21^\circ$ $I_c = 0,40$ $\gamma = 17,50$ kN/mc $\gamma_s = 18,50$ kN/mc $E = 2,50$ MPa $v = 0,40$						
				9,00								
				10,00								
				11,00								
				12,00								
				13,00								
				14,00								
		14,70		15,00		Argilla limosa organica consistente con livelletti torbosi						



INTERPRETAZIONE LITOSTRATIGRAFICA - METODO DI ROBERTSON (A, 1990)



STIMA CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E/O GEOTECNICHE DEI TERRENI

ASJA AMBIENTE ITALIA Spa Sant'Eraclio di Fologno (PG)				
CPTU 3				
VALORI MINIMI				
n. strato	profondità	QC MPa	fs MPa	
1	0,80	0,160	0,006	
2	1,57	0,350	0,035	
3	2,90	0,720	0,041	
4	10,52	0,420	0,017	
5	10,78	0,540	0,035	
6	16,00	0,440	0,020	
7	16,26	0,220	0,041	
8	23,93	0,770	0,035	
9	27,23	1,130	0,051	
10	29,99	1,300	0,070	



TERRENI COERENTI																					
PESO DI VOLUME		COESIONE NON DRENATA				MODULO EDOMETRICO				MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO											
γ	γ_{sat}	Cu		Ed		Eu		Ed		Eu											
kN/m³	kN/m³	kPa		MPa		MPa		MPa		MPa											
15,16	15,94	8,82	12,57	10,26	9,05	8,10	7,85	1,28	1,00	2,40	0,48	5,77	0,24								
16,43	17,21	19,09	26,44	22,10	19,50	17,45	17,65	2,80	2,03	5,25	1,05	12,50	0,53								
17,64	18,43	39,84	52,17	45,56	40,20	35,97	36,28	3,60	3,57	4,32	2,16	26,08	1,09								
16,58	17,36	20,91	24,45	20,61	18,19	16,27	20,59	3,36	2,37	6,30	1,26	13,69	0,62								
16,96	17,74	26,29	28,41	24,29	21,43	19,18	27,46	4,32	2,90	8,10	1,62	17,21	0,82								
16,46	17,25	19,51	17,29	14,61	12,89	11,53	21,57	3,52	2,46	6,60	1,32	12,78	0,65								
18,07	18,85	51,67	55,59	50,25	44,34	39,67	50,99	5,10	4,35	6,12	3,06	33,83	1,53								
17,46	18,24	35,63	32,99	28,99	25,58	22,88	38,25	3,85	3,73	4,62	2,31	23,33	1,15								
18,14	18,92	53,79	50,86	46,55	41,07	36,75	56,88	5,65	4,53	6,78	3,39	35,22	1,71								
18,37	19,16	62,07	58,12	54,20	47,82	42,79	64,72	6,50	4,71	7,80	3,90	40,64	1,94								
Meyerhof	Meyerhof	Lunne T.-Kleven A. 1981				Kjeldstad, 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977		Lunne, Robertson and Powell 1977		Terzaghi		Mitchell & Gardner (1975)		Metodo edometrico modulo edometrico		Buisman Sanglerat		Cancelli 1980		Ladd 1977 (30)	

TERRENI INCOERENTI																		
PESO DI VOLUME	PESO DI VOLUME SATURO	DENSITA' RELATIVA					ANGOLO D'ATTRITO DRENATO										MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO	
γ	γ_{sat}	D_r					ϕ'										E'	
kN/m^3	kN/m^3	< 5	$5,00$	$5,00$	$5,00$	$\%$	$28,98$	$29,26$	$26,01$	$22,83$	$21,46$	$28,70$	$32,86$	$21,83$	$17,73$	$0,40$	$0,32$	
17,65	20,59	< 5	$5,00$	$5,00$	$5,00$		19,56	28,48	24,90	21,66	20,39	28,70	31,37	21,83	18,60	0,87	0,70	
17,65	20,59	11,42	12,57	15,71	11,79	20,73	30,23	26,58	23,43	22,01	29,76	33,60	22,80	20,30	1,80	1,44	10,43	
17,65	20,59	< 5	$5,00$	$5,00$	$5,00$	5,00	5,00	24,00	19,90	16,41	15,59	28,70	22,65	21,37	18,92	1,05	0,84	
17,65	20,59	> 5	$5,00$	$5,00$	$5,00$	5,00	23,45	19,21	15,68	14,93	28,70	21,25	21,37	19,47	1,35	1,08	8,32	
17,65	20,59	< 5	$5,00$	$5,00$	$5,00$	5,00	21,55	17,18	13,55	12,98	28,70	16,97	21,23	19,01	1,10	0,88	6,78	
17,65	20,59	< 5	$5,00$	$5,00$	$5,00$	5,00	24,82	20,51	17,05	16,18	28,70	23,87	21,57	21,67	2,55	2,04	15,71	
17,65	20,59	> 5	$5,00$	$5,00$	$5,00$	5,00	22,44	17,98	14,39	13,75	28,70	18,68	21,34	20,53	1,92	1,54	11,86	
17,65	20,59	> 5	$5,00$	$5,00$	$5,00$	5,00	23,14	18,62	15,07	14,37	28,70	20,04	21,42	22,17	2,82	2,26	17,40	
17,65	20,59	< 5	$5,00$	$5,00$	$5,00$	5,00	23,25	18,70	15,15	14,44	28,70	20,19	21,44	22,95	3,25	2,60	20,02	
Meyerhof	Meyerhof	Schmertmann 1976	Harman	Lancellotta 1983	Jamiołkowski 1985	Durgunoughlu-Mittchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herrnleiter	Meyerhof 1951	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOP-T-1 1988 Ey(50)		

ASJA AMBIENTE ITALIA Spa Sant'Eracleo di Foligno (PG)				
CPTU 3				
VALORI MEDI				
n. strato	profondità	QC MPa	fs MPa	
1	0,80	1,723	0,107	
2	1,57	0,468	0,053	
3	2,90	1,182	0,085	
4	10,52	0,692	0,038	
5	10,78	2,580	0,062	
6	16,00	0,799	0,039	
7	16,26	1,775	0,052	
8	23,93	1,094	0,056	
9	27,23	1,827	0,109	
10	29,99	1,484	0,086	
data esecuzione: 05/11/2014 falda: 1,00 m da p.c.				

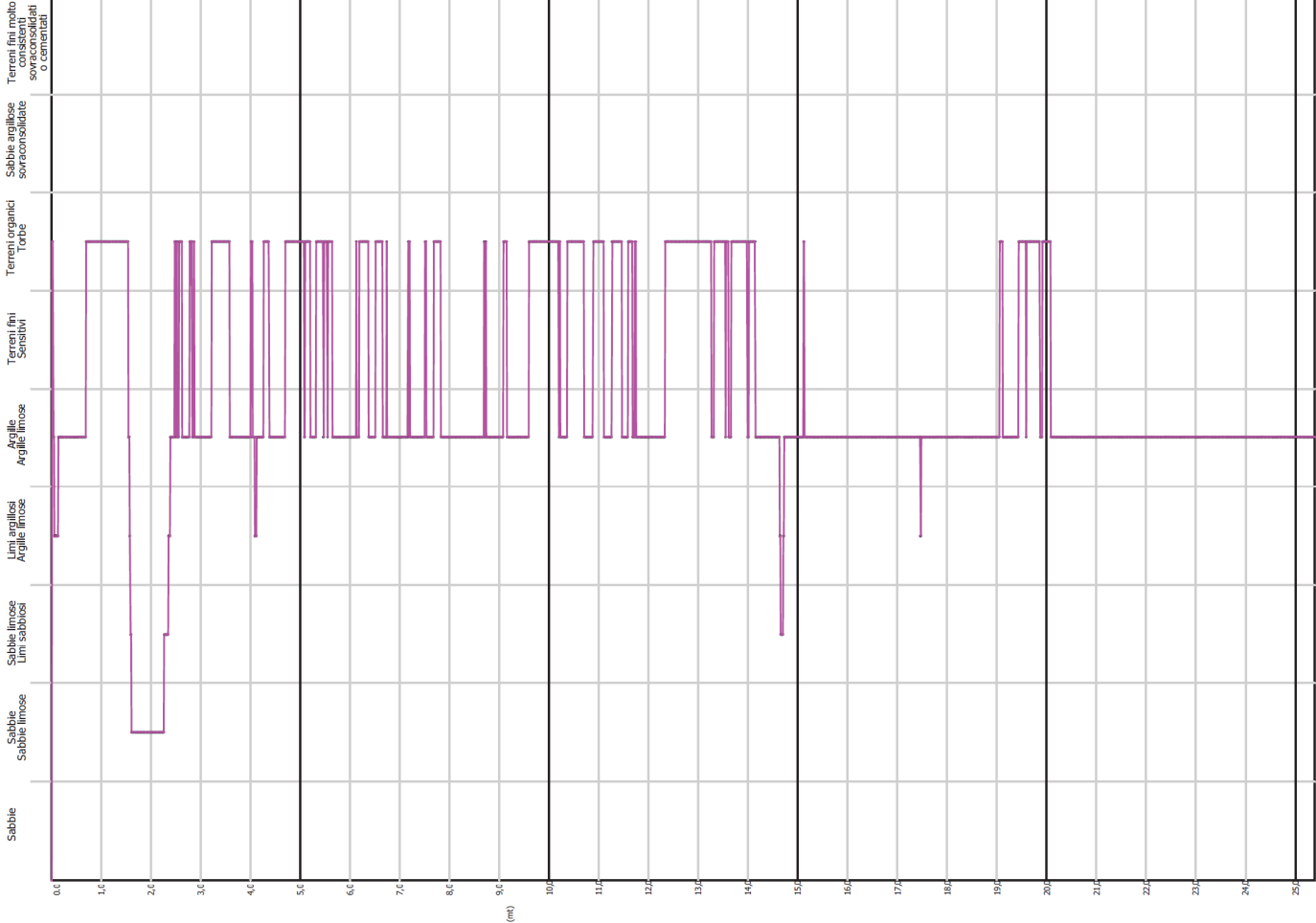
TERRENI COERENTI													
PESO DI VOLUME		COESIONE NON DRENATA					MODULO EDOMETRICO			MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO			
γ	γ_{sat}	Cu		Ed			Eu						
kN/m ³	kN/m ³	kPa		MPa			MPa			MPa			
19,13	19,91	98,23	117,2	114,34	100,89	90,27	86,3	8,61	4,56	10,34	5,17	64,32	2,59
16,92	17,7	25,69	35,13	29,78	26,28	23,51	23,54	3,75	2,59	7,03	1,41	16,82	0,71
18,47	19,26	66,08	82,68	76,11	67,16	60,09	58,84	5,91	4,6	7,09	3,55	43,27	1,77
17,48	18,26	36,03	43,89	38,21	33,71	30,17	34,32	5,54	3,47	4,15	2,08	23,59	1,03
19,74	20,52	142,4	150	159,49	140,73	125,9	129,5	6,45	5,16	7,74	7,74	93,26	3,88
17,61	18,4	39,19	42,56	37,51	33,1	29,61	40,21	3,99	3,81	4,79	2,4	25,66	1,21
19,05	19,84	93,88	101,3	99,39	87,69	78,46	89,24	8,88	4,49	10,65	5,33	61,47	2,68
18,11	18,89	52,97	53,95	49,18	43,39	38,82	54,92	5,47	4,48	6,56	3,28	34,68	1,65
19,02	19,81	92,29	92,62	91,35	80,61	72,12	91,2	9,14	4,4	10,96	5,48	60,43	2,74
18,59	19,38	71,03	67,94	64,63	57,03	51,02	74,53	7,42	4,74	8,9	4,45	46,51	2,24
Meyerhof	Meyerhof	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terrazghi	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)	

TERRENI INCOERENTI																	
PESO DI VOLUME	PESO DI VOLUME SATURO	DENSITA' RELATIVA					ANGOLO D'ATTITO DRENATO							MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO			
γ	γ_{sat}	D_r					ϕ'							E'			
kN/m^3	kN/m^3	%					°							MPa			
		52,81	75,91	73,77	53,53	90,75	39,67	36,70	34,06	31,72	38,63	44,76	34,21	24,89	4,31	3,45	11,87
17,65	20,59	< 5	< 5	5,90	5,00	23,36	29,09	25,47	22,26	20,94	28,70	32,15	22,42	19,14	1,17	0,94	7,21
17,65	20,59	23,41	26,72	29,18	23,87	32,03	31,94	28,31	25,24	23,66	31,74	35,76	23,76	22,41	2,96	2,36	15,12
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	5,00	25,77	21,68	18,28	17,30	28,70	26,15	21,67	20,17	1,73	1,38	10,66
17,65	20,59	28,65	23,22	27,32	29,16	10,36	30,32	26,27	23,10	21,70	31,25	33,19	22,95	28,81	6,45	5,16	34,10
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	5,00	23,76	19,42	15,91	15,14	28,70	21,69	21,46	20,66	2,00	1,60	12,30
17,65	20,59	< 5	< 5	5,38	3,02	5,00	26,82	22,54	19,18	18,12	28,70	27,76	21,93	25,13	4,44	3,55	27,34
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	5,00	23,52	19,06	15,53	14,79	28,70	20,84	21,46	22,01	2,74	2,19	16,85
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	7,24	5,00	24,88	20,39	16,92	16,06	28,70	23,64	21,63	25,37	4,57	3,65	28,14
17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	5,00	23,35	18,77	15,22	14,50	28,70	20,33	21,46	23,79	3,71	2,97	22,85
Meyerhof	Meyerhof	Baldi 1978 - Schmettmann 1976	Schmettmann	Harman	Lanceliotta 1983	Jamlikowski 1985	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmettmann	Robertson & Campanella 1983	Hermiller	Meyerhof 1951	Schmettmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOP1-1 1988 Ey(50)

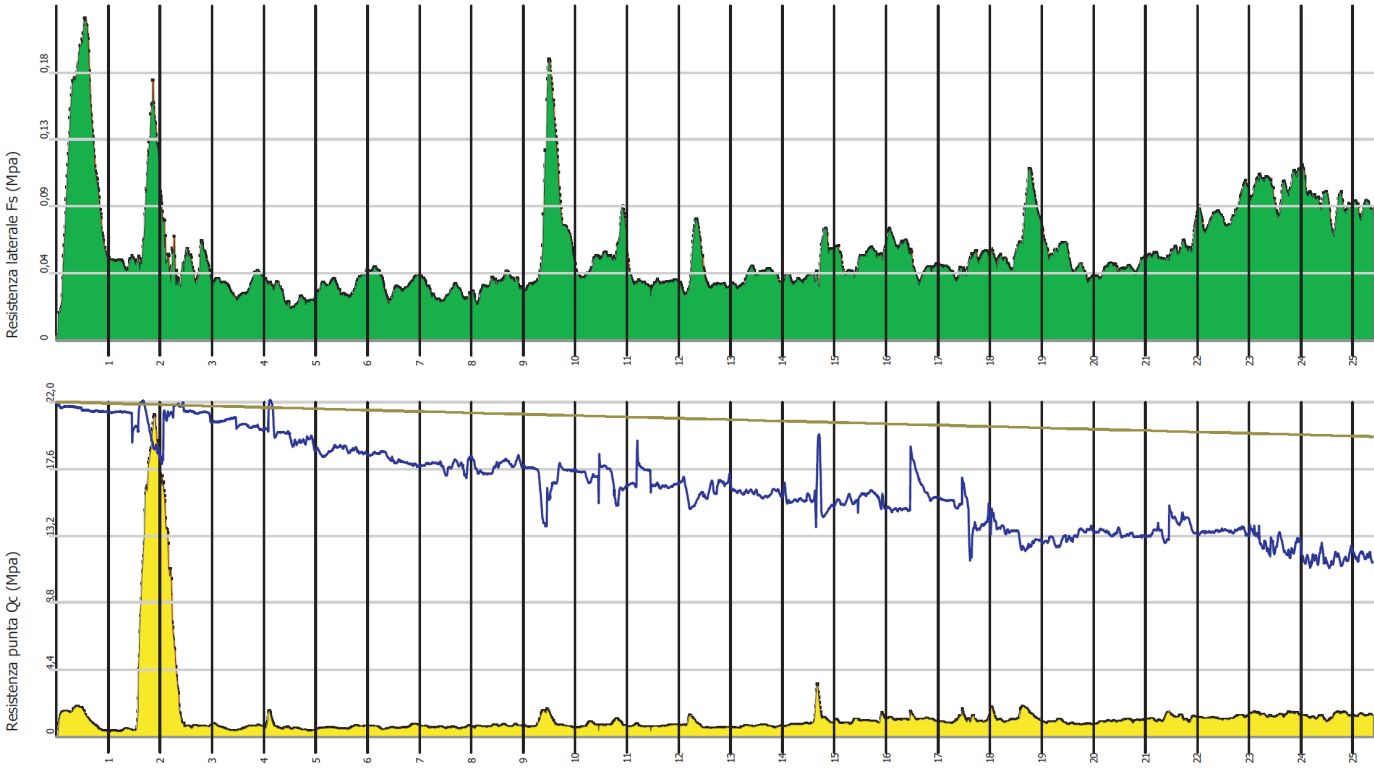
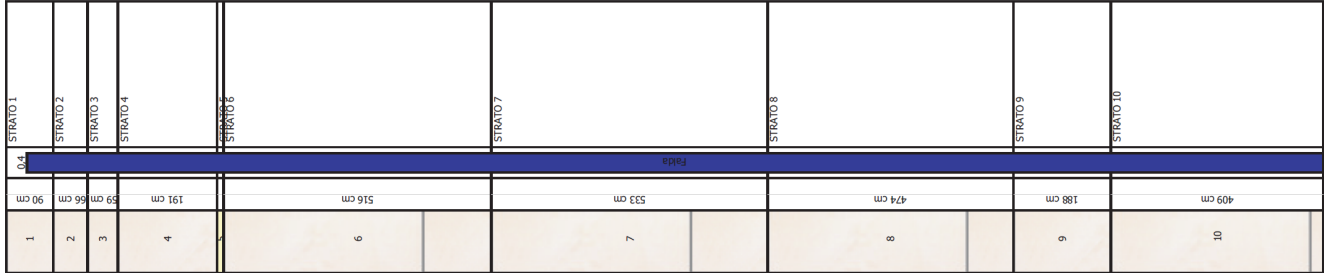
<div><div>foligno</div><div></div></div>				Committente: ASJA Ambiente Italia Spa				SONDAGGIO 3-A				
				Località: Casone - Sant'Eraclio				Ottobre 2014				
				Opera: Impianto produzione fertilizzanti				Scala 1:75				
						Φ iniz. mm 101 Φ fin. mm 101		Operatore Società Geologica		GEOLOGO: DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI		
Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cmq		SPT o Camp (I)nd. (R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	
						Terreno agrario Argilla limosa organica poco consistente con livelletti torbosi $c_u = 23,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi' = 19^\circ$ $I_e = 0,25$ $\gamma = 16,92$ kN/mc $\gamma_s = 17,70$ kN/mc $E = 1,60$ MPa $v = 0,40$ Argilla limosa organica consistente con livelletti torbosi $c_u = 60,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi' = 21^\circ$ $I_e = 0,50$ $\gamma = 18,14$ kN/mc $\gamma_s = 18,92$ kN/mc $E = 3,50$ MPa $v = 0,40$ 						

<div><div>foligno</div><div></div></div>					Committente: ASJA Ambiente Italia Spa					SONDAGGIO 3-B		
					Località: Casone - Sant'Eraclio					Ottobre 2014		
					Opera: Impianto produzione fertilizzanti					Scala 1:75		
					Φ iniz. mm 101 Φ fin. mm 101		Operatore Società Geologica		GEOLOGO: DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI			
Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cmq		SPT o Camp (I)nd. (R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	
				16,00		Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi						
				17,00								
				18,00								
				19,00								
				20,00		$c_u = 31,00 \text{ kPa}$ $I_e = 0,30$ $E = 1,90 \text{ MPa}$ $\phi_u = 0^\circ$ $\gamma = 17,08 \text{ kN/mc}$ $v = 0,40$ $\phi' = 20^\circ$ $\gamma_s = 17,86 \text{ kN/mc}$						
				21,00								
				22,00								
				23,00								
				24,00								
				25,00								
				26,00		Argilla limosa organica consistente con livelletti torbosi						
				27,00		$c_u = 55,00 \text{ kPa}$ $I_e = 0,55$ $E = 3,70 \text{ MPa}$ $\phi_u = 0^\circ$ $\gamma = 18,23 \text{ kN/mc}$ $v = 0,40$ $\phi' = 22^\circ$ $\gamma_s = 19,01 \text{ kN/mc}$						
				28,00								
				29,00								
				30,00								

INTERPRETAZIONE LITOSTRATIGRAFICA - METODO DI ROBERTSON (A, 1990)



Interpretazione di sintesi



PROVA CPTU 4

STIMA CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E/O GEOTECNICHE DEI TERRENI

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa Sant'Eracio di Foligno (PG)				TERRENI COERENTI										TERRENI INCOERENTI																					
CPTU 4				PESO DI VOLUME		COESIONE NON DRENATA				MODULO EDOMETRICO		MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO		PESO DI VOLUME		DENSITA' RELATIVA		ANGOLO D'ATTRITO DRENATO				MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO													
VALORI MINIMI				γ	γ_{sat}	C_u		E_d		E_u		γ	γ_{sat}	D_r		ϕ'				E'															
n. strato	profondità	QC MPa	f_s MPa	kn/m³	kn/m³	kPa	kPa	MPa	MPa	MPa	MPa	kn/m³	kn/m³	%	%	°	°	°	°	MPa	MPa														
1	0,90	0,060	0,004	13,44	14,23	3,11	4,46	3,59	3,17	2,84	2,94	0,48	0,39	0,90	0,18	2,04	0,09	17,65	20,59	< 5	5,00	5,00	24,90	21,54	18,13	17,17	28,70	25,88	20,43	17,27	0,15	0,12	0,92		
2	1,56	0,320	0,044	16,31	17,10	17,78	24,21	20,16	17,79	15,91	15,69	2,56	1,88	4,80	0,96	11,64	0,47	17,65	20,59	< 5	8,36	10,63	5,00	30,60	27,26	24,14	22,66	29,17	34,46	22,15	18,47	0,80	0,64	4,80	
3	2,15	1,680	0,045	19,08	19,86	95,40	113,34	110,09	97,14	86,91	84,34	8,40	4,61	10,08	5,04	62,46	2,53	17,65	20,59	43,06	57,88	57,61	43,69	36,69	33,42	30,61	28,57	36,10	41,53	28,18	24,69	4,20	3,36	15,21	
4	4,06	0,390	0,025	16,58	17,37	20,99	26,99	22,66	20,00	17,89	19,61	3,12	2,23	5,85	1,17	13,74	0,59	17,65	20,59	< 5	5,00	5,00	5,00	27,45	23,73	20,43	19,27	28,70	29,77	21,64	18,79	0,97	0,78	6,01	
5	4,19	0,710	0,032	17,60	18,39	38,92	49,14	42,87	37,83	33,84	35,30	3,55	3,53	4,26	2,13	25,48	1,06	17,65	20,59	< 5	6,13	9,93	8,23	5,00	29,17	25,42	22,21	20,89	28,86	32,08	22,28	20,25	1,77	1,42	10,84
6	9,35	0,380	0,020	16,42	17,21	19,01	21,42	17,96	15,85	14,18	18,63	3,04	2,18	5,70	1,14	12,45	0,56	17,65	20,59	< 5	5,00	5,00	5,00	24,11	20,06	16,57	15,74	28,70	22,97	21,31	18,74	0,95	0,76	5,85	
7	14,68	0,360	0,028	16,13	16,92	15,93	13,09	10,95	9,66	8,65	17,65	2,88	2,08	5,40	1,08	10,43	0,53	17,65	20,59	< 5	5,00	5,00	5,00	21,46	17,15	13,52	12,95	28,70	16,90	21,18	18,65	0,90	0,72	5,54	
8	19,42	0,810	0,034	17,63	18,42	39,69	40,01	35,32	31,16	27,88	40,21	4,05	3,84	4,86	2,43	25,99	1,21	17,65	20,59	< 5	5,00	5,00	5,00	23,74	19,40	15,88	15,11	28,70	21,64	21,43	20,71	2,02	1,62	12,47	
9	21,30	0,750	0,037	17,42	18,20	34,79	31,31	27,44	24,22	21,67	37,27	3,75	3,66	4,50	2,25	22,78	1,12	17,65	20,59	< 5	5,00	5,00	5,00	22,48	18,03	14,45	13,80	28,70	18,79	21,34	20,43	1,87	1,50	11,55	
10	25,39	0,920	0,050	17,77	18,56	43,19	39,46	35,27	31,12	27,85	46,09	4,60	4,13	5,52	2,76	28,28	1,38	17,65	20,59	< 5	5,00	5,00	5,00	22,78	18,30	14,72	14,05	28,70	19,35	21,38	21,21	2,30	1,84	14,17	
data esecuzione: 03/11/2014 falda: 0,40 m da p.c.				Meyerhof		Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T-Kieven A. 1981	Kjeldstad, 1978 - Lunne, Robertson and Powell, 1977	Lunne, Robertson and Powell, 1977	Terzaghi	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo edometrico del (1975)	Buisman	Buisman Sanglerat	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)	Meyerhof		Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiołowski 1985	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Hermnir	Meyerhof 1951	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa Sant'Eracio di Foligno (PG)				TERRENI COERENTI										TERRENI INCOERENTI																					
CPTU 4				PESO DI VOLUME		COESIONE NON DRENATA				MODULO EDOMETRICO		MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO		PESO DI VOLUME		DENSITA' RELATIVA				ANGOLO D'ATTRITO DRENATO					MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO										
VALORI MEDI				γ	γ_{sat}	C_u		E_d		E_u		γ		γ_{sat}		D_r		ϕ'					E'												
n. strato	profondità	QC MPa	f_s MPa	kn/m³	kn/m³	kPa	kPa	MPa	MPa	MPa	MPa	kn/m³	kn/m³	%	%	°					MPa														
1	0,9	1,287	0,123	18,64	19,43	73,27	91,54	85,25	75,22	67,30	64,72	6,43	4,70	7,72	3,86	47,97	1,94	17,65	20,59	44,20	64,62	63,20	44,84	79,98	38,17	35,14	32,42	30,22	37,05	43,27	31,04	22,89	3,22	2,57	10,61
2	1,56	0,418	0,051	16,75	17,53	23,15	31,33	26,40	23,29	20,84	20,59	3,34	2,36	6,27	1,25	15,15	0,62	17,65	20,59	< 5	7,82	10,58	5,00	19,63	30,15	26,68	23,53	22,10	29,09	33,72	22,47	18,91	1,05	0,84	6,30
3	2,15	15,308	0,093	22,73	23,52	875,59	431,28	1018,23	898,44	803,87	764,92	38,27	30,61	45,92	12,96	573,29	22,95	18,63	21,57	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	45,00	42,75	40,41	37,52	42,00	45,00	40,29	45,00	38,27	30,62	61,23
4	4,06	1,326	0,040	18,66	19,45	74,16	90,40	84,55	74,60	66,75	66,69	6,63	4,72	7,96	3,98	48,55	2,00	17,65	20,59	25,22	28,19	30,68	25,71	25,04	32,03	28,37	25,31	23,72	31,95	35,84	23,74	23,07	3,32	2,65	16,73
5	4,19	1,258	0,035	18,56	19,35	69,77	84,86	78,77	69,50	62,19	62,76	6,29	4,68	7,55	3,77	45,68	1,88	17,65	20,59	20,41	19,99	23,26	20,86	15,68	30,73	26,96	23,82	22,36	30,80	34,07	23,06	22,76	3,14	2,52	17,11
6	9,35	0,618	0,033	17,28	18,06	32,01	38,35	33,10	29,21	26,13	31,38	4,95	3,21	9,27	1,85	20,96	0,94	17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	25,50	21,42	18,01	17,06	28,70	25,66	21,59	19,83	1,55	1,24	9,52	
7	14,68	0,787	0,050	17,62	18,41	39,42	43,49	38,29	33,78	30,23	39,23	3,94	3,78	4,72	2,36	25,81	1,18	17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	24,35	20,08	16,60	15,76	28,70	23,01	21,50	20,60	1,97	1,57	12,12	
8	19,42	1,134	0,055	18,23	19,01	56,97	60,53	55,42	48,90	43,75	56,88	5,67	4,54	6,81	3,40	37,30	1,71	17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	24,56	20,19	16,72	15,87	28,70	23,24	21,56	22,19	2,84	2,27	17,47	
9	21,3	0,963	0,047	17,86	18,65	45,62	44,59	40,05	35,34	31,62	48,05	4,82	4,23	5,78	2,89	29,87	1,44	17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	22,97	18,49	14,93	14,24	28,70	19,76	21,40	21,41	2,41	1,93	14,84	
10	25,39	1,325	0,083	18,44	19,23	64,87	64,71	60,51	53,39	47,77	66,69	6,62	4,72	7,95	3,97	42,47	2,00	17,65	20,59	< 5	< 5	5,00	5,00	23,87	19,38	15,86	15,09	28,70	21,59	21,50	23,07	3,31	2,65	20,40	
data esecuzione: 03/11/2014 falda: 0,40 m da p.c.				Meyerhof		Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T-Kieven A. 1981	Kjeldstad, 1978 - Lunne, Robertson and Powell, 1977	Lunne, Robertson and Powell, 1977	Terzaghi	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo edometrico del (1975)	Buisman	Buisman Sanglerat	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)	Meyerhof		Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiołowski 1985	Durgunoglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Hermnir	Meyerhof 1951	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)



Committente: **ASJA Ambiente Italia Spa**

Località: **Casone - Sant'Eraclio**

Opera: **Impianto produzione fertilizzanti**

SONDAGGIO
4-B

Ottobre 2014

Scala 1:75

Φ iniz. mm 101
 Φ fin. mm 101

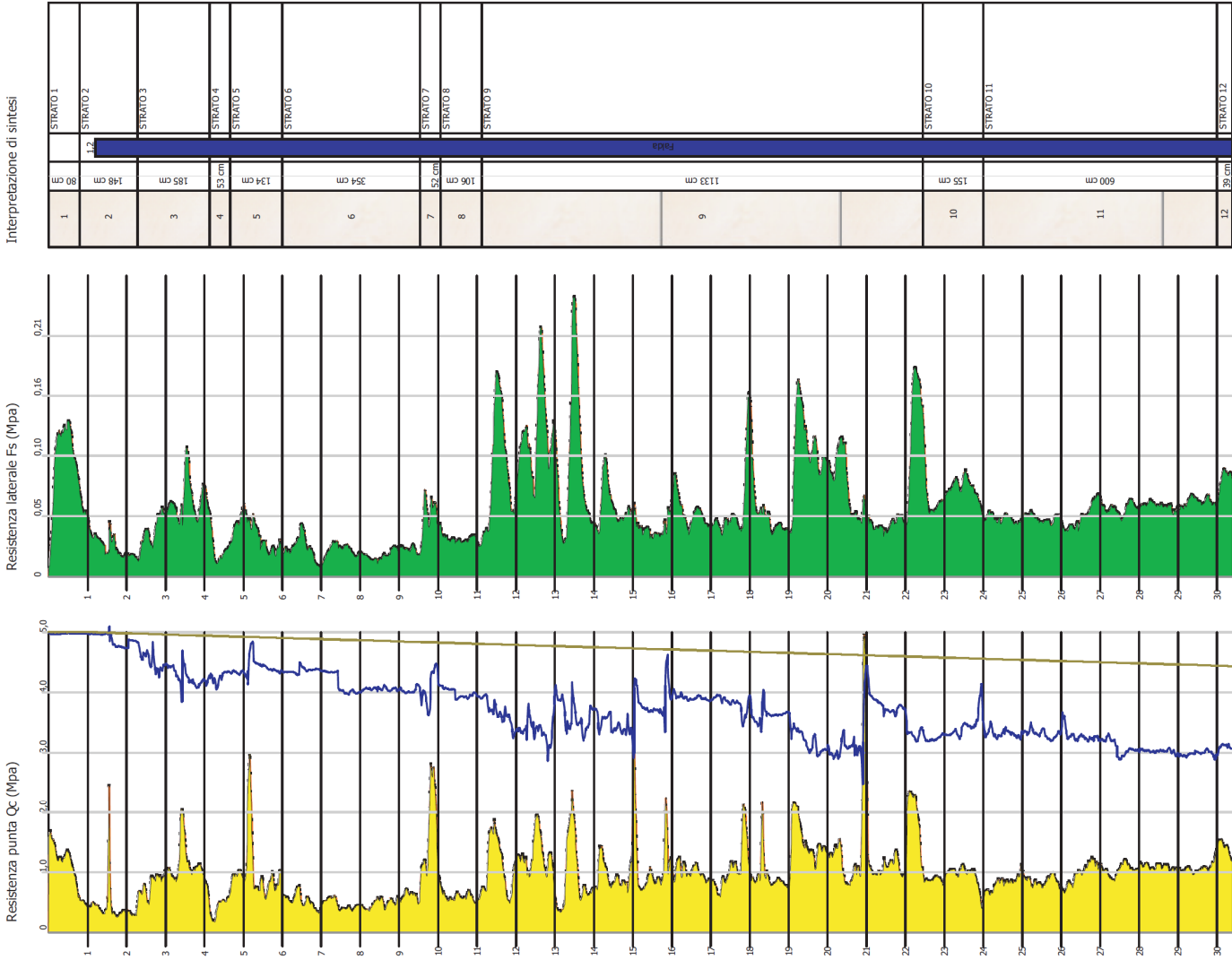
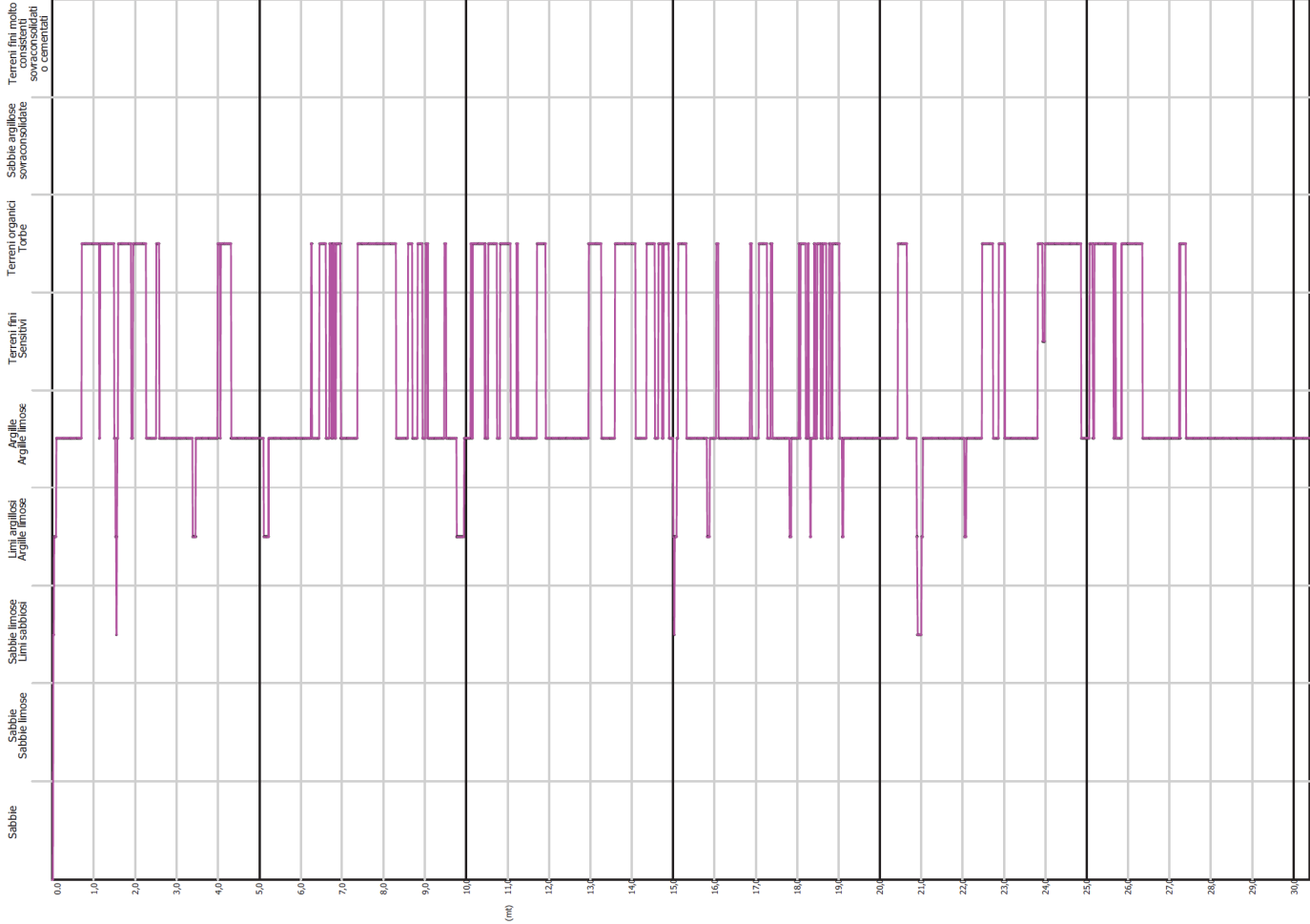
Operatore
Società Geologica

GEOLOGO:
DOTT. GEOL.
FILIPPO GUIDOBALDI

Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cmq		SPT o Camp (l)nd. (R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	

				16,00		<p>Argilla limosa organica consistente con rari livelletti torbosi</p> <p>$c_u = 55,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi' = 221^\circ$ $I_p = 0,55$ $\gamma = 18,23$ kN/mc $\gamma_s = 19,01$ kN/mc $E = 3,70$ MPa $v = 0,40$</p>					
				17,00							
				18,00							
				19,00							
		19,40		20,00		<p>Argilla limosa organica moderatamente consistente con rari livelletti torbosi</p> <p>$c_u = 32,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi' = 21^\circ$ $I_p = 0,50$ $\gamma = 17,76$ kN/mc $\gamma_s = 18,54$ kN/mc $E = 2,80$ MPa $v = 0,40$</p>					
				21,00							
		21,30		22,00							
				23,00							
				24,00		<p>Argilla limosa organica consistente con rari livelletti torbosi</p> <p>$c_u = 55,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi' = 22^\circ$ $I_p = 0,55$ $\gamma = 18,23$ kN/mc $\gamma_s = 19,01$ kN/mc $E = 3,70$ MPa $v = 0,40$</p>					
				25,00							
				26,00							
				27,00							
				28,00							
				29,00							
				30,00							

INTERPRETAZIONE LITOSTRATIGRAFICA - METODO DI ROBERTSON (A, 1990)



Committente: ASIA AMBIENTE ITALIA Spa
Cantiere: IMPIANTO BIOGAS
Località: SANT'ERACLIO DI FOLIGNO (PG)

PROVA CPTU 5

STIMA CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E/O GEOTECNICHE DEI TERRENI

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa Sant'Eracio di Foligno (PG)			
CPTU 5			
VALORI MINIMI			
n. strato	profondità QC MPa	fs MPa	
1	0.80	0.530	0.009
2	2.28	0.250	0.015
3	4.13	0.380	0.013
4	4.66	0.170	0.012
5		0.550	0.018
6	9.54	0.320	0.008
7	10.06	0.780	0.021
8	11.12	0.470	0.026
9	22.45	0.330	0.029
10	24.00	0.400	0.051
11	30.00	0.550	0.040
12	30.39	1.180	0.064

data esecuzione: 05/11/2014
falda: 1.20 m da p.c.

TERRENI COERENTI													
PESO DI VOLUME γ kN/m ³	PESO DI VOLUME SATURO γ'_{sat} kN/m ³	COESIONE NON DRENATA Cu				MODULO EDOMETRICO Ed				MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO Eu MPa			
		kPa				MPa							
Meyerhof	Meyerhof	Sunda Relazione Sperimentale	Lune & Eide	Lune T-Kleven A. 1981	Kjstad, 1978 - Lune, Robertson and Powell 1977	Lune, Robertson and Powell 1977	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buismann Sanglerat	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)	
17.17	17.96	29.96	40.84	34.88	30.77	27.53	26.48	4.24	2.86	7.95	1.59	19.62	0.79
15.80	16.59	13.05	18.14	14.97	13.21	11.82	12.75	2.00	1.51	3.75	0.75	8.55	0.38
16.50	17.28	19.90	26.05	21.85	19.28	17.25	18.63	3.04	2.18	5.70	1.14	13.03	0.56
14.88	15.66	7.44	8.04	6.57	5.80	5.19	8.83	1.36	1.06	2.55	0.51	4.87	0.26
17.11	17.89	28.85	36.07	30.88	27.25	24.38	27.46	4.40	2.94	8.25	1.65	18.89	0.82
16.01	16.79	14.77	15.49	12.90	11.38	10.18	15.69	2.56	1.88	4.80	0.96	9.67	0.47
17.66	18.45	40.37	47.04	41.37	36.50	32.66	39.23	3.90	3.76	4.68	2.34	26.43	1.18
16.68	17.47	22.29	23.37	19.81	17.48	15.64	23.54	3.76	2.60	7.05	1.41	14.60	0.71
15.68	16.47	12.15	4.74	3.95	3.49	3.12	16.67	2.64	1.93	4.95	0.99	7.95	0.50
15.92	16.70	13.98	2.23	1.87	1.65	1.48	19.61	3.20	2.28	6.00	1.20	9.15	0.59
16.60	17.38	21.16	9.07	7.77	6.85	6.13	27.46	4.40	2.94	8.25	1.65	13.86	0.82
18.20	18.99	56.00	50.23	46.23	40.75	36.50	58.84	5.90	4.60	7.08	3.54	36.67	1.77

TERRENI INCOERENTI																	
PESO DI VOLUME γ kN/m ³	PESO DI VOLUME SATURO γ'_{sat} kN/m ³	DENSITA' RELATIVA Dr %		ANGOLO D'ATTITO DRENATO ϕ' °								MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO E' MPa					
		Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jarniolowski 1985	Durgunoglu-Mitchell 1973	Cagnot	Koppelman	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Hermihor	Meyhof 1951				
17.65	20.59	20.76	35.50	35.72	21.20	59.88	34.47	31.36	28.45	26.59	32.97	39.32	25.56	19.43	1.32	1.05	6.22
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	25.60	21.84	18.45	17.46	28.70	26.46	21.53	18.14	0.62	0.50	3.85
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	25.85	21.98	18.59	17.59	28.70	26.72	21.58	18.74	0.95	0.76	5.85
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	21.07	16.97	13.33	12.78	28.70	16.50	21.06	17.78	0.42	0.34	2.62
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	26.06	22.08	18.70	17.68	28.70	26.90	21.66	19.52	1.37	1.10	8.47
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	22.13	17.93	14.34	13.70	28.70	18.58	21.21	18.47	0.80	0.64	4.93
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	25.56	21.41	18.00	17.04	28.70	25.63	21.64	20.57	1.95	1.56	12.01
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	22.80	18.54	14.98	14.29	28.70	19.86	21.31	19.15	1.17	0.94	7.24
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	19.40	14.91	11.16	10.80	28.70	11.91	21.13	18.51	0.82	0.66	5.08
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	19.06	14.47	10.71	10.38	28.70	10.93	21.15	18.83	1.00	0.80	6.16
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	19.93	15.33	11.61	11.20	28.70	12.87	21.20	19.52	1.37	1.10	8.47
17.65	20.59	< 5	< 5	5.00	5.00	5.00	23.09	18.55	14.99	14.30	28.70	19.88	21.42	22.40	2.95	2.36	18.17
Meyhof	Meyhof	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jarniolowski 1985	Durgunoglu-Mitchell 1973	Cagnot	Koppelman	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Hermihor	Meyhof 1951	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa
Sant'Eracio di Foligno (PG)

CPTU 5			
VALORI MEDI			
n. strato	profondità QC MPa	fs MPa	
1	0.80	1.200	0.104
2	2.28	0.428	0.031
3	4.13	0.975	0.056
4	4.66	0.421	0.023
5	6.00	0.992	0.038
6	9.54	0.503	0.023
7	10.06	1.604	0.053
8	11.12	0.587	0.033
9	22.45	1.159	0.078
10	24.00	0.917	0.075
11	30.00	0.972	0.057
12	30.39	1.409	0.086

data esecuzione: 05/11/2014
falda: 1.20 m da p.c.

TERRENI COERENTI													
PESO DI VOLUME		COESIONE NON DRENATA				MODULO EDOMETRICO				MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO			
γ	γ_{sat}	Cu		Ed		Eu		MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
		kPa	kN/m^3	kPa	kN/m^3	kPa	kN/m^3						
18.53	19.31	68.33	86.23	79.54	70.18	62.79	59.82	6.00	4.62	7.20	3.60	44.74	1.79
16.75	17.53	23.15	31.67	26.72	23.58	21.09	21.57	3.42	2.41	6.42	1.28	15.15	0.65
18.13	18.92	53.75	68.10	61.25	54.05	48.36	49.03	4.87	4.26	5.85	2.92	35.19	1.47
16.62	17.41	21.47	27.17	22.90	20.21	18.08	20.59	3.36	2.37	6.31	1.26	14.06	0.62
18.14	18.92	53.78	66.47	59.90	52.85	47.29	50.01	4.96	4.29	5.95	2.98	35.21	1.50
16.86	17.64	24.77	28.82	24.53	21.65	19.37	25.50	4.03	2.74	7.55	1.51	16.22	0.76
18.93	19.71	86.94	99.20	95.58	84.34	75.46	80.41	8.02	4.69	9.62	4.81	56.93	2.41
17.08	17.86	28.35	31.24	26.86	23.70	21.21	29.42	4.69	3.09	8.80	1.76	18.56	0.88
18.27	19.05	58.22	62.71	57.58	50.81	45.46	57.86	5.80	4.57	6.96	3.48	38.12	1.74
17.70	18.48	41.29	37.68	33.67	29.71	26.58	46.09	4.58	4.13	5.50	2.75	27.04	1.38
17.76	18.54	42.76	36.60	32.91	29.04	25.98	49.03	4.86	4.25	5.83	2.92	28.00	1.47
18.48	19.26	66.31	61.70	58.23	51.38	45.97	70.61	7.04	4.75	8.45	4.23	43.42	2.12
Meyerhof	Meyerhof	Sunda Relazione Sperimentale	Lune & Eide	Lune T-Kleven A. 1981	Rykstad - Lune- Robertson and Powell 1977	Lune, Robertson and Powell 1977	Terzaghi	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat	Cancelletti 1980	Ladd 1977 (30)

TERRENI INCOERENTI																																																																																	
PESO DI VOLUME γ kN/m³	PESO DI VOLUME SATURO γ'sat kN/m³	DENSITA' RELATIVA Dr %					ANGOLO D'ATTRITO DRENATO φ' °							MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO E' MPa																																																																			
		63.43	42.94	62.03	43.58	81.19	38.06	35.05	32.32	30.13	36.88	43.18	30.87	22.5	3	2.4	10.07																																																																
17.65	20.59	< 5	< 5	5	5	14.43	27.86	24.15	20.87	19.67	28.7	30.35	22.06	18.96	1.07	0.86	6.59																																																																
17.65	20.59	14.38	12.95	16.55	14.77	17.16	29.89	26.11	22.94	21.56	29.81	32.99	22.74	21.46	2.44	1.95	14.08																																																																
17.65	20.59	< 5	< 5	5	5	5	24.82	20.81	17.36	16.46	28.7	24.46	21.48	18.93	1.05	0.84	6.48																																																																
17.65	20.59	< 5	< 5	8.1	9.88	5	28.28	24.33	21.07	19.85	28.7	30.6	22.22	21.54	2.48	1.98	15.28																																																																
17.65	20.59	< 5	< 5	5	5	5	23.71	19.52	16.01	15.23	28.7	21.89	21.4	19.3	1.26	1.01	7.75																																																																
17.65	20.59	< 5	8.14	13.06	16.77	5	28.43	24.34	21.07	19.85	29.14	30.61	22.29	24.34	4.01	3.21	24.09																																																																
17.65	20.59	< 5	< 5	5	5	5	23.29	19	15.47	14.73	28.7	20.83	21.39	19.69	1.47	1.17	9.04																																																																
17.65	20.59	< 5	< 5	5	5	5	24.57	20.19	16.72	15.87	28.7	23.25	21.57	22.31	2.9	2.32	17.85																																																																
17.65	20.59	< 5	< 5	5	5	5	22.02	17.46	13.85	13.25	28.7	17.57	21.34	21.2	2.29	1.83	14.12																																																																
17.65	20.59	< 5	< 5	5	5	5	21.66	17.05	13.41	12.86	28.7	16.67	21.32	21.45	2.43	1.94	14.97																																																																
17.65	20.59	< 5	< 5	5	5	5	22.96	18.36	14.79	14.11	28.7	19.48	21.42	23.45	3.52	2.82	21.69																																																																
Meyerhof	Meyerhof	Schmertmann 1976					Baldi 1978 - Durgunoglu-Mitchell 1973					Jamiolkowski 1985					Lancellotta 1983					Harman					Schmertmann					Cagnot					Koppejan					De Beer					Schmertmann					Robertson & Campanella 1983					Hermihor					Meyerhof 1951					Schmertmann					Robertson & Campanella 1983					ISOPT-1 1988 E/(50)				

ASIA AMBIENTE ITALIA Spa
Sant'Eracio di Foligno (PG)

CPTU 5			
VALORI MEDI			
n. strato	profondità QC MPa	fs MPa	
1	0.80	1.200	0.104
2	2.28	0.428	0.031
3	4.13	0.975	0.056
4	4.66	0.421	0.023
5	6.00	0.992	0.038
6	9.54	0.503	0.023
7	10.06	1.604	0.053
8	11.12	0.587	0.033
9	22.45	1.159	0.078
10	24.00	0.917	0.075
11	30.00	0.972	0.057
12	30.39	1.409	0.086

data esecuzione: 05/11/2014
falda: 1.20 m da p.c.

Committente: **ASJA Ambiente Italia Spa**

Località: **Casone - Sant'Eraclio**

Opera: **Impianto produzione fertilizzanti**

SONDAGGIO
5-A

Ottobre 2014

Scala 1:75

Φ iniz. mm 101
 Φ fin. mm 101

Operatore
Società Geologica

GEOLOGO:
DOTT. GEOL.
FILIPPO GUIDOBALDI

Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cmq		SPT o Camp (l)nd. (R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	
						Terreno agrario	0,50					
				1,00		Argilla torbosa poco consistente e torba						
				2,00		$c_u = 23,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi^* = 19^\circ$ $I_c = 0,25$ $\gamma = 16,92$ kN/mc $\gamma_s = 17,70$ kN/mc $E = 1,60$ MPa $v = 0,40$						
				3,00								
				4,00		Argilla limosa organica consistente con livellii torbosi						
				5,00		$c_u = 60,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi^* = 21^\circ$ $I_c = 0,50$ $\gamma = 18,14$ kN/mc $\gamma_s = 18,92$ kN/mc $E = 3,50$ MPa $v = 0,40$						
				6,00								
				7,00								
				8,00		Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi. Presenti rari e sottili livelli sabbiosi						
				9,00		$c_u = 31,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi^* = 20^\circ$ $I_c = 0,30$ $\gamma = 17,08$ kN/mc $\gamma_s = 17,86$ kN/mc $E = 1,90$ MPa $v = 0,40$						
				10,00								
				11,00								
				12,00		Argilla limosa organica consistente con rari livelletti torbosi						
				13,00		$c_u = 55,00$ kPa $\phi_u = 0^\circ$ $\phi^* = 22^\circ$ $I_c = 0,55$ $\gamma = 18,23$ kN/mc $\gamma_s = 19,01$ kN/mc $E = 3,70$ MPa $v = 0,40$						
				14,00								
				15,00								

<div><div>foligno</div><div></div><div>studio tecnico di geologia GEOLOGI-ASSOCIATI</div></div>					Committente: ASJA Ambiente Italia Spa					SONDAGGIO 5-B		
					Località: Casone - Sant'Eraclio					Ottobre 2014		
					Opera: Impianto produzione fertilizzanti					Scala 1:75		
					Φ iniz. mm 101 Φ fin. mm 101		Operatore Società Geologica		GEOLOGO: DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI			
Rivestimento	Quote mt.		POTENZA STRATI	unità 1,0 mt	SCHEMA STRATIGRAFICO	DESCRIZIONE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA	falda mt	strum. instal.	rec. %	Kg/cmq		SPT o Camp (l)nd. (R)im. (Mt)
	Absolute s.l.m.	Relative al p.c.								Pocket σ	Vane τ	
												</

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI MATERIALI

La realizzazione delle prove penetrometriche ha permesso di caratterizzare in situ i materiali.

Di seguito si riassumono i parametri meccanici caratteristici dei materiali rinvenuti acquisendoli dalla letteratura ove non direttamente ricavati:

LITOLOGIA : sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda
PROFONDITÀ : in P1 tra 0,80 e 1,70 m in P2 tra 0,80 e 2,30 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

ϕ = angolo di attrito interno $\geq 45^\circ$

c_u = coesione non drenata = 0 kPa

D_R = densità relativa = 1,00

γ_i = peso di volume immerso = 8,63 kN/mc

E = modulo elastico = 50,00 MPa

LITOLOGIA : argilla limosa organica poco consistente con livelletti torbosi
PROFONDITÀ : in P1 tra 1,70 e 4,50 e tra 4,90 e 10,10 m in P3 tra 0,80 e 1,60 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 23,00 kPa

ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°

ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 19°

I_c = indice di consistenza = 0,25

γ = peso di volume = 16,92 kN/mc

γ_s = peso di volume saturo = 17,70 kN/mc

E = modulo elastico = 1,60 MPa

ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

LITOLOGIA : argilla limosa organica consistente con livelletti torbosi
PROFONDITÀ : in P3 tra 1,60 e 2,90 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 60,00 kPa
 ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°
 ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 21°
 I_c = indice di consistenza = 0,50
 γ = peso di volume = 18,14 kN/mc
 γ_s = peso di volume saturo = 18,92 kN/mc
E = modulo elastico = 3,50 MPa
 ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

LITOLOGIA : sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi
PROFONDITÀ : in P3 tra 2,90 e 24,00 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 31,00 kPa
 ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°
 ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 20°
 I_c = indice di consistenza = 0,30
 γ = peso di volume = 17,08 kN/mc
 γ_s = peso di volume saturo = 17,86 kN/mc
E = modulo elastico = 1,90 MPa
 ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

LITOLOGIA : argilla limosa organica moderatamente consistente con livelletti torbosi
PROFONDITÀ : in P2 tra 2,30 e 14,70 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 41,00 kPa
 ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°
 ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 21°
 I_c = indice di consistenza = 0,40
 γ = peso di volume = 17,50 kN/mc
 γ_s = peso di volume saturo = 18,50 kN/mc
E = modulo elastico = 2,50 MPa
 ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

LITOLOGIA : sabbia fine moderatamente addensata immersa in falda
PROFONDITÀ : in P1 tra 4,50 e 4,90 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

ϕ = angolo di attrito interno = 24°
 c_u = coesione non drenata = 0 kPa
 D_R = densità relativa = 0,18
 γ_i = peso di volume immerso = 7,65 kN/mc
E = modulo elastico = 12,00 MPa
 ν = coefficiente di Poisson's = 0,25

LITOLOGIA : argilla limosa organica consistente con livelletti torbosi
PROFONDITÀ : in P3 tra 23 e 30 m e in P2 tra 14,70 e 25 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 55,00 kPa
 ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°
 ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 22°
 I_c = indice di consistenza = 0,55
 γ = peso di volume = 18,23 kN/mc
 γ_s = peso di volume saturo = 19,01 kN/mc
E = modulo elastico = 3,70 MPa
 ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

LITOLOGIA ghiaia sabbiosa molto addensata immersa in falda
PROFONDITÀ : in P1 tra 101,0 e 10,72m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

ϕ = angolo di attrito interno $\geq 45^\circ$
 c_u = coesione non drenata = 0 kPa
 D_R = densità relativa = 1,00
 γ_i = peso di volume immerso = 8,63 kN/mc
E = modulo elastico = 80,00 MPa

LITOLOGIA : argilla limosa organica poco consistente con livelletti torbosi
PROFONDITÀ : in P3 tra 0,80 e 1,60 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 23,00 kPa

ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°

ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 19°

I_c = indice di consistenza = 0,25

γ = peso di volume = 16,92 kN/mc

γ_s = peso di volume saturo = 17,70 kN/mc

E = modulo elastico = 1,60 MPa

ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

LITOLOGIA : argilla torbosa poco consistente e torba
PROFONDITÀ : in P4 tra 0,80 e 1,60 m e in P5 tra 0,80 e 2,30 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 23,00 kPa

ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°

ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 19°

I_c = indice di consistenza = 0,25

γ = peso di volume = 16,92 kN/mc

γ_s = peso di volume saturo = 17,70 kN/mc

E = modulo elastico = 1,60 MPa

ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

LITOLOGIA : sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda
PROFONDITÀ : in P4 tra 1,60 e 2,15 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

ϕ = angolo di attrito interno $\geq 45^\circ$

c_u = coesione non drenata = 0 kPa

D_R = densità relativa = 1,00

γ_i = peso di volume immerso = 8,63 kN/mc

E = modulo elastico = 50,00 MPa

ν = coefficiente di Poisson's = 0,30

LITOLOGIA : argilla limosa organica consistente con livelli torbosi
PROFONDITÀ : in P3 tra 1,60 e 2,90 m in P4 tra 2,15 e 4,20 m e in P5 tra 2,30 e 6,00 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 60,00 kPa
 ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°
 ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 21°
 I_c = indice di consistenza = 0,50
 γ = peso di volume = 18,14 kN/mc
 γ_s = peso di volume saturo = 18,92 kN/mc
E = modulo elastico = 3,50 MPa
 ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

LITOLOGIA : sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e livelletti torbosi
PROFONDITÀ : in P3 tra 2,90 e 24,00 m in P4 tra 4,20 m e 14,70 in P5 tra 6,00 e 11,10 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 60,00 kPa
 ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°
 ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 21°
 I_c = indice di consistenza = 0,50
 γ = peso di volume = 18,14 kN/mc
 γ_s = peso di volume saturo = 18,92 kN/mc
E = modulo elastico = 3,50 MPa
 ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

LITOLOGIA : argilla limosa organica consistente con rari livelli torbosi
PROFONDITÀ : in P3 tra 24,00 e 30,00 m in P4 tra 14,70 e 19,40 m e tra 21,30 e 25,00 in P5 tra 11,10 e 22,45 m

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 55,00 kPa
 ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°
 ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 22°
 I_c = indice di consistenza = 0,55
 γ = peso di volume = 18,23 kN/mc
 γ_s = peso di volume saturo = 19,01 kN/mc
E = modulo elastico = 3,70 MPa
 ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

LITOLOGIA : argilla limosa organica moderatamente consistente con rari livelli torbosi
PROFONDITÀ : in P4 tra 19,40 m e 21,30 in P5 tra 22,45 e 30,00

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

c_u = coesione non drenata = 32,00 kPa

ϕ_u = angolo di attrito interno non drenato = 0°

ϕ' = angolo di attrito interno drenato = 21°

I_c = indice di consistenza = 0,50

γ = peso di volume = 17,76 kN/mc

γ_s = peso di volume saturo = 18,54 kN/mc

E = modulo elastico = 2,80 MPa

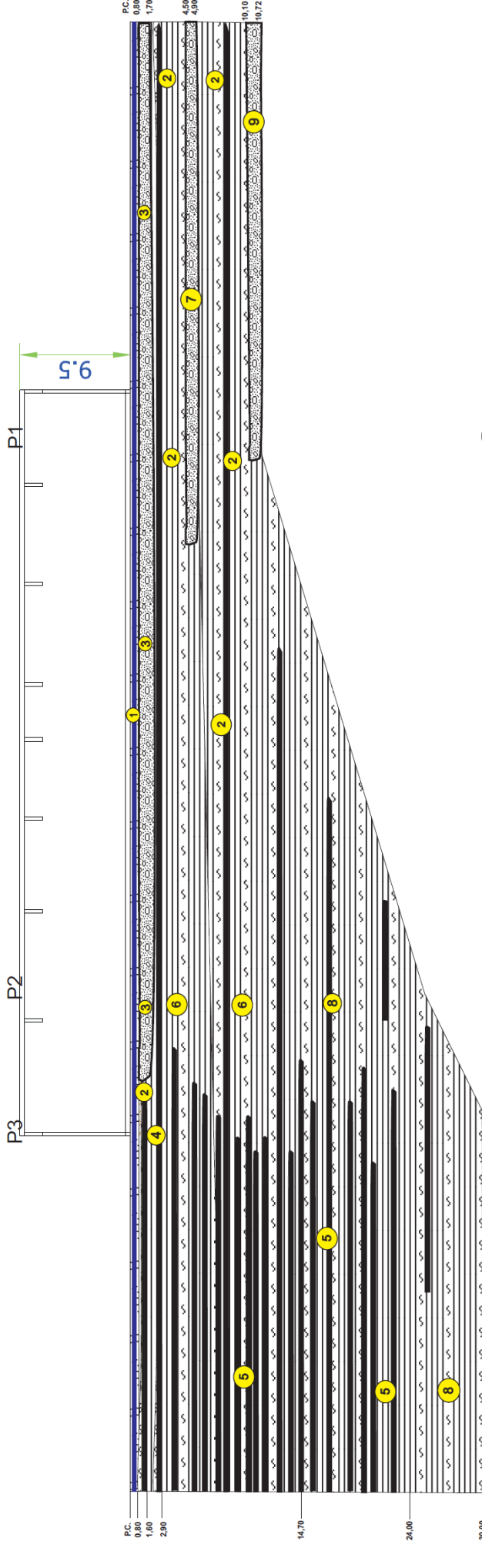
ν = coefficiente di Poisson's = 0,40

La sintesi dei dati acquisiti permette di ricostruire un modello geotecnico di sito come di seguito riportato.

MODELLO GEOTECNICO

Scala 1:500

Sezione C-C di progetto



- 1

Terreno agrario
- 2

Argilla limosa organica poco consistente con liveletti torbosi

$c_u = 23,00 \text{ kPa}$
 $i_c = 0,25$
 $E = 1,60 \text{ MPa}$
 $\phi = 0^\circ$
 $\gamma = 16,92 \text{ kN/mc}$
 $\gamma_s = 17,70 \text{ kN/mc}$
 $v = 0,40$
 $\phi' = 19^\circ$
- 3

Sabbia e ghiaia fine molto addensata immersa in falda

$\phi >= 45^\circ$
 $\gamma_l = 8,63 \text{ kN/mc}$
 $c_u = 0 \text{ kPa}$
 $E' = 50,0 \text{ Mpa}$
 $D_R = 1,00$
- 4

Argilla limosa organica consistente con liveletti torbosi

$c_u = 60,00 \text{ kPa}$
 $i_c = 0,50$
 $E = 3,50 \text{ MPa}$
 $\phi = 0^\circ$
 $\gamma = 18,14 \text{ kN/mc}$
 $\gamma_s = 18,92 \text{ kN/mc}$
 $v = 0,40$
 $\phi' = 21^\circ$
- 5

Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e liveletti torbosi

$c_u = 31,00 \text{ kPa}$
 $i_c = 0,30$
 $E = 1,90 \text{ MPa}$
 $\phi = 0^\circ$
 $\gamma = 17,08 \text{ kN/mc}$
 $v = 0,40$
 $\phi' = 20^\circ$
 $\gamma_s = 17,86 \text{ kN/mc}$
- 6

Argilla limosa organica moderatamente consistente con liveletti torbosi

$c_u = 41,00 \text{ kPa}$
 $i_c = 0,40$
 $E = 2,50 \text{ MPa}$
 $\phi_u = 0^\circ$
 $\gamma = 17,50 \text{ kN/mc}$
 $v = 0,40$
 $\phi' = 21^\circ$
 $\gamma_s = 18,50 \text{ kN/mc}$
- 7

Sabbia fine limosa moderatamente addensata, immersa in falda

$\phi = 24^\circ$
 $\gamma_l = 7,65 \text{ kN/mc}$
 $c_u = 0 \text{ kPa}$
 $E' = 12,0 \text{ Mpa}$
 $D_R = 18,00$
 $v = 0,25$
- 8

Argilla limosa organica consistente con liveletti torbosi

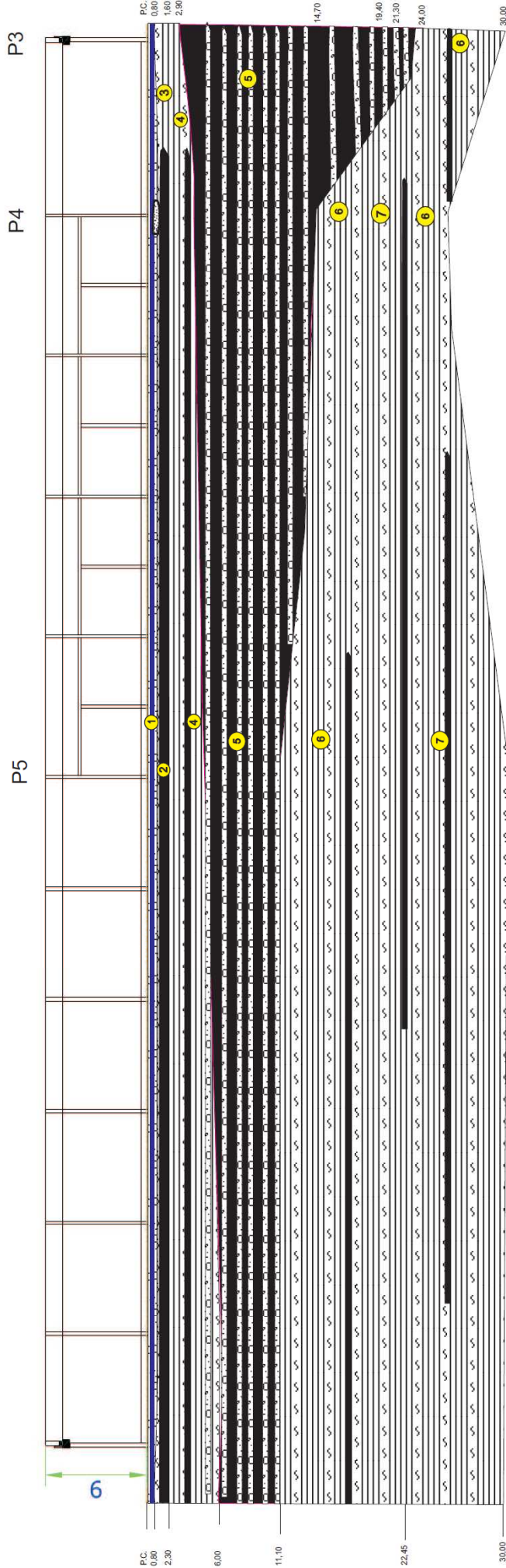
$c_u = 55,00 \text{ kPa}$
 $i_c = 0,55$
 $E = 3,70 \text{ MPa}$
 $\phi = 0^\circ$
 $\gamma = 18,23 \text{ kN/mc}$
 $\gamma_s = 19,01 \text{ kN/mc}$
 $v = 0,40$
 $\phi' = 22^\circ$
- 9

Ghiaia sabbiosa molto addensata immersa in falda

$\phi >= 45^\circ$
 $\gamma_l = 8,63 \text{ kN/mc}$
 $c_u = 0 \text{ kPa}$
 $E' = 80,0 \text{ Mpa}$
 $D_R = 1,00$
- Livello statico della falda freatica

MODELLO GEOTECNICO

Scala 1:500
Sezione B-B di progetto



1 Terreno agrario

2 Argilla torbosa poco consistente e torba

$c_u = 23,00$ kPa $\phi_{ult} = 0^\circ$ $\phi^* = 19^\circ$
 $i_c = 0,25$ $\gamma = 16,92$ kN/mc $\gamma_s = 17,70$ kN/mc
 $E = 1,60$ MPa $v = 0,40$

3 Argilla limosa organica poco consistente con liveletti torbosi

$c_u = 23,00$ kPa $\phi_s = 0^\circ$ $\phi^* = 19^\circ$
 $i_c = 0,25$ $\gamma = 16,92$ kN/mc $\gamma_s = 17,70$ kN/mc
 $E = 1,60$ MPa $v = 0,40$

4 Argilla limosa organica consistente con liveletti torbosi

$c_u = 60,00$ kPa $\phi_s = 0^\circ$ $\phi^* = 21^\circ$
 $i_c = 0,50$ $\gamma = 18,14$ kN/mc $\gamma_s = 18,92$ kN/mc
 $E = 3,50$ MPa $v = 0,40$

6 Argilla limosa organica consistente con rari liveletti torbosi

$c_u = 55,00$ kPa $\phi_s = 0^\circ$ $\phi^* = 22^\circ$
 $i_c = 0,55$ $\gamma = 18,23$ kN/mc $\gamma_s = 19,01$ kN/mc
 $E = 3,70$ MPa $v = 0,40$

5 Sottili alternanze di argilla limosa organica moderatamente consistente e liveletti torbosi

$c_u = 31,00$ kPa $\phi_s = 0^\circ$ $\phi^* = 20^\circ$
 $i_c = 0,30$ $\gamma = 17,08$ kN/mc $\gamma_s = 17,86$ kN/mc
 $E = 1,90$ MPa $v = 0,40$

7 Argilla limosa organica moderatamente consistente con rari liveletti torbosi

$c_u = 32,00$ kPa $\phi_s = 0^\circ$ $\phi^* = 21^\circ$
 $i_c = 0,50$ $\gamma = 17,76$ kN/mc $\gamma_s = 18,54$ kN/mc
 $E = 2,80$ MPa $v = 0,40$

— Livello statico della falda freatica

VALUTAZIONI PRELIMINARI RISPETTO ALLE PROBLEMATICHE DI CARATTERE GEOLOGICO E GEOTECNICO

Lo studio ha evidenziato quattro problematiche di natura idraulica, idrogeologica e geotecnica.

La prima è relativa al rischio idraulico che si provvederà a mitigare con opportuni interventi progettuali.

La seconda è relativa alla presenza di circolazione idrica a quote molto superficiali, tali da poter interferire sia con scavi, anche non particolarmente profondi, sia con il bulbo delle pressioni indotte dalle opere fondali.

La terza è relativa alla presenza di materiali fini, talora torbosi con scadenti caratteristiche meccaniche, praticamente per l'intero spessore di materiali investigati.

Le analisi di laboratorio che verranno effettuate sui campioni prelevati nei sondaggi previsti prima del progetto definitivo permetteranno di valutare con attenzione la tipologia fondale più idonea, i cedimenti attesi ed il loro decorso nel tempo.

La quarta ed ultima è relativa al rischio di liquefazione in fase sismica.

Per quanto attiene tale problematica, per una prima indicativa analisi è possibile utilizzare il criterio empirico qualitativo o semi-quantitativo di *Youd e Perkins* che fornisce un'indicazione del grado di vulnerabilità del deposito.

Tale metodo si basa sulla *tipologia del deposito sedimentario, profondità della falda ed età del deposito* in esame.

Ad ognuno di queste caratteristiche viene fornito un valore diagrammato in tabelle, il prodotto dei valori ricavati dalle tabelle fornisce un numero corrispondente alla suscettibilità a liquefazione per il deposito in esame.

TAB. A

Tipologia deposito sedimentario	punteggio
Canale fluviale	100
Piana di esondazione	80
Piana e conoide alluvionale	50
Delta emerso	80
Lacustre	80
Terreno residuale	20
Riporto compattato	20

Nel nostro caso, trattandosi di depositi alluvionali fini si possono considerare come depositi di piana alluvionale e quindi si avrà un valore della tabella A pari a **50**.

TAB. B

Profondità della falda	punteggio
< 9m	1.00
Tra 9 e 15m	0.40
>15m	0.10

In questa tabella il valore da utilizzare è pari a **1,00** dato che la stessa si pone ad una profondità inferiore al metro.

TAB. C

Età	Punteggio
<500 anni	1.00
Olocenica	0.60
Pleistocenica	0.40
Pre-Pleistocenica	0.10

L'età dei sedimenti superficiali è olocenica e quindi si può attribuire un valore della tabella C di **0,60**.

Ricapitolando si avrà:

$$(\text{Tab A}) 50 \times (\text{Tab B}) 1,00 \times (\text{Tab C}) 0,6 = 30$$

Questo valore consente di entrare nella successiva tabella:

TAB. D

Punteggio totale	Probabilità di liquefazione
< 10	Molto bassa
10 – 20	Bassa
20 – 50	Moderata
50 – 80	Alta
> 80	Molto alta

Ne consegue che per il deposito in esame risulta una probabilità alla liquefazione **moderata/bassa**.

Avendo peraltro a disposizione i dati geofisici, per la verifica a liquefazione dei terreni indagati sono stati utilizzati anche i cosiddetti “metodi semplificati”, i quali permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto fra la resistenza al taglio mobilitata (R) e lo sforzo di taglio indotto dal sisma (T).

$$F_s = R/T$$

La grandezza T dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto), mentre la grandezza R è funzione diretta delle caratteristiche meccaniche del deposito.

Poiché le correlazioni utilizzate fanno riferimento a terremoti di magnitudo 7.5, per applicare le procedure semplificate di analisi della liquefazione a terremoti di magnitudo diversa si utilizza un fattore di scala della magnitudo, detto MSF (coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma), per cui il coefficiente di sicurezza diviene:

$$F_s = (R/T)MSF$$

***Calcolo della resistenza al taglio mobilitata (R) da indagine sismica.
Metodo Andrus e Stokoe (1997)***

Il metodo Andrus e Stokoe permette di valutare la liquefazione attraverso la stima delle velocità delle onde S, partendo dai risultati ottenuti attraverso indagini geofisiche in sito, attraverso la seguente relazione:

$$R = 0.03 (V_{sl}/100)^2 + 0.9/(V_{slc} - V_{sl}) - 0.9/V_{sl}$$

dove:

V_{sl} (m/s) è la velocità delle onde s nello strato corretta = $V_s (1/\sigma'_{v0})^{0.25}$,
dove V_s è la velocità misurata e σ'_{v0} (kg/cmq) è la pressione verticale efficace a metà strato;

V_{slc} (m/s) è il valore critico delle onde S nel deposito, ricavabile attraverso il seguente schema:

V_{slc} (m/s) = 220 se la percentuale di fine (FC) < 5%;

V_{slc} (m/s) = 210 se FC = 20%;

V_{slc} (m/s) = 220 se FC > 35%.

Interpolando per i valori intermedi di FC.

Viene quindi considerato ***non liquefacibile*** un deposito in cui si ha
 $F_s > 1$.

Analisi dei risultati

La verifica alla liquefazione è stata eseguita assumendo:

magnitudo di riferimento 6,0;

fattore di correzione MSF: 2,083;

profondità tetto falda: 0,50 m;

ed i valori acquisiti nelle indagini sismiche e nelle indagini penetrometriche sia per la verticale del sondaggio P3 sia per la verticale del sondaggio P5

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per la verticale P3

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

METODO DI ANDRUS E STOKOE (1997)

Sismica a rifrazione

[illegible][illegible]

Zona 1	a_{\max}	0,35
--------	------------	------

M	6
MSF	2.0883

Falda	0,50	[m]
-------	------	-----

γ	Peso di volume terreno
FC	Percentuale di fine
T	sforzo tagliante indotto dal sisma
R	resistenza al taglio mobilizzabile nello strato
M	Magnitudo del sisma di riferimento
MSF	Coefficiente correttivo
σ_v	Tensione verticale
σ'_{vo}	Tensione verticale efficace
k e V_{slc}	Fattori correttivi

Il deposito è considerato non liquefacibile se $F_s > 1$.

e per la verticale P5

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

METODO DI ANDRUS E STOKOE (1997)

Sismica a rifrazione

Spessore [m]	γ [kg/m ³]	Vs [m/s]	σ_{VO} [kg/cm ²]	σ'_{VO} [kg/cm ²]	FC [%]	Vsl [m/s]	Vslc [m/s]
7	1900	148	1,33	0,63	60	166	200,00
3,5	1800	163	0,63	0,28	60	224	200,00
13,5	1900	181	2,57	1,22	60	172	200,00
6	1850	201	1,11	0,51	60	238	200,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00

R	T	FS
0,1039	0,0222	4,68
0,1092	0,0243	4,49
0,1166	0,0191	6,11
0,1422	0,0231	6,16
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00

Zona 1	a _{max}	0,35
--------	------------------	------

M	6
MSF	2,0883

Falda	0,50	[m]
-------	------	-----

γ Peso di volume terreno
 FC Percentuale di fine
 T sforzo tagliante indotto dal sisma
 R resistenza al taglio mobilabile nello strato
 M Magnitudo del sisma di riferimento
 MSF Coefficiente correttivo
 σ_V Tensione verticale
 σ'_{VO} Tensione verticale efficace
 Vsl e Vslc Fattori correttivi

Il deposito è considerato non liquefacibile se $FS > 1$.

Come è evidenziato dalla tabella precedentemente riportata, il coefficiente di sicurezza F_s risulta essere maggiore di 1 e quindi i terreni non risultano liquefacibili.

Successive ulteriori verifiche verranno realizzate un fase di progettazione definitiva a seguito dell'acquisizione dei dati di laboratorio.

CONCLUSIONI

La presente indagine geologica e geologico-tecnica preliminare ha provveduto prima ad acquisire i dati storici e di letteratura presenti per il sito.

Di seguito si è provveduto a realizzare indagini tramite penetrometrie statiche CPTU e sismica integrata al fine di completare i dati già presenti.

La realizzazione dell'indagine sismica, i cui dati sono stati elaborati in base a quanto riportato nelle N.T.C del 14/01/2008, ha evidenziato una tipologia di terreno con velocità associabili ad una **categoria di sottosuolo tipo D**.

Dall'analisi del quadro morfologico le caratteristiche dell'area permettono di inserirla, per l'analisi della risposta sismica locale ai sensi del D.M. 14.01.2008, nella **categoria topografica T1**.

Lo studio ha evidenziato quattro problematiche di natura idraulica, idrogeologica e geotecnica.

La prima è relativa al rischio idraulico che si provvederà a mitigare con opportuni interventi progettuali.

La seconda è relativa alla presenza di circolazione idrica a quote molto superficiali, tali da poter interferire sia con scavi, anche non particolarmente profondi, sia con il bulbo delle pressioni indotte dalle opere fondali.

La terza è relativa alla presenza di materiali fini, talora torbosi con scadenti caratteristiche meccaniche, praticamente per l'intero spessore di materiali investigati.

Le analisi di laboratorio che verranno effettuate sui campioni prelevati nei sondaggi previsti prima del progetto definitivo permetteranno di valutare con attenzione la tipologia fondale più idonea, i cedimenti attesi ed il loro decorso nel tempo.

Per il rischio di liquefazione in fase sismica, alla luce di una prima indicativa analisi svolta utilizzando il criterio empirico qualitativo o semi-quantitativo di *Youd* e *Perkins* che fornisce un'indicazione del grado di vulnerabilità del deposito in base alla *tipologia del deposito sedimentario*, *profondità della falda* ed *età del deposito* in esame, **il rischio appare moderato-basso.**

Con il metodo di Andrus e Stokoe che permette di valutare la liquefazione attraverso la stima delle velocità delle onde S, il coefficiente di sicurezza F_s risulta essere maggiore di 1 e quindi i terreni non risulterebbero liquefacibili.

Successive ulteriori verifiche verranno realizzate un fase di progettazione definitiva a seguito dell'acquisizione dei dati di laboratorio.

Si resta a disposizione per ulteriori chiarimenti.

DOTT. GEOL. FILIPPO GUIDOBALDI

