

"Indagine di fattibilità geologica, modellazione geotecnica e microzonazione sismica locale per il piano attuativo di iniziativa privata in variante al PRG dell'area Ex FIM, denominata APT2 sub comparto A, situata in via Faleria, nel comune di Porto Sant'Elpidio (FM)".

Committente: *Ex FIM s.r.l.*

INDICE

1.1	PREMESSA E METODOLOGIA DI ANALISI.....	pag. 2
1.2	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	pag. 5
1.3	CARATTERISTICHE LITOTECNICHE E GEOMECCANICHE	pag. 6
1.4	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	pag. 12
1.5	CARATTERISTICHE SISMICHE DELLE AREE	pag. 14
1.6	VOCAZIONALITA' EDIFICATORIA DELLE AREE	pag. 18
1.7	CONCLUSIONI	pag. 19

La presente relazione è composta da n° 22 pagine e dai seguenti allegati:

ALLEGATI

TAV.A	COROGRAFIA	scala 1:10 000
TAV.B	COROGRAFIA	foto satellitare
TAV.1	CARTA GEOLOGIA E GEOMORFOLOGICA	scala 1:5000
TAV.2	PLANIMETRIA	scala 1:2000
N° 6	STRATIGRAFIE	reperite
N° 2	RISULTANZE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPER-PESANTI (DPSH)	
N° 4	RISULTANZE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPER-PESANTI (P) reperite	
TAV.RI54a	Cartografia PAI Regione Marche	
TAV.3	CARTA LITOLOGICO-TECNICA	scala 1:2000
TAV.4	CARTA IDROGEOLOGICA	scala 1:2000
TAV.5	CARTA DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE	scala 1:2000
TAV.6	CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	scala 1:2000
TAV.7	CARTA MICROZONAZIONE SISMICA (N.T.C. D.M. 14 Gennaio 2008)	scala 1:2000
TAV.8	CARTA DELLA VOCAZIONALITA' EDIFICATORIA	scala 1:2000
TAV.9	SEZIONE GEOLOGICA e LITOLOGICO-TECNICA	
TAV.10	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	

APPENDICE

N.° 4	RISULTANZE INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA MEDIANTE TECNICA DEI RAPPORTI SPETTRALI HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)
-------	---

1.1 PREMESSA E METODOLOGIA D'ANALISI DELL'AREA

Su richiesta della società *Ex FIM s.r.l* è stata espletata una indagine di fattibilità geologica, modellazione geotecnica e microzonazione sismica locale per il piano attuativo di iniziativa privata in variante al PRG dell'area Ex FIM, denominata APT2 sub comparto A, situata in via Faleria, nel comune di Porto Sant'Elpidio (FM)".

Tale indagine è stata eseguita in stretta ottemperanza con quanto previsto dal D.M. 11.03.88, Legge 8.08.85 n.431, Legge Regionale 8.06.87 n.26 e dalla Legge 2.02.74 n.64 art. 13 comma 1, 2, Legge 1150/42, Legge Regionale 34/92, Legge Regionale 16.08.2001 n.19-adempimenti art.2, comma 3 e successive, delibera Provincia di Ascoli Piceno *Decreto del P.G.R. n. 118 del 27/06/2001* (PTC) **Art.10** (*Elaborati degli strumenti urbanistici generali comunali*), Circ. Regione Marche n.14-15 del 1990 e della Del. n.1287/97, che costituiscono la normativa tecnica esistente.

Essa ha lo scopo di verificare la compatibilità, rispetto alla situazione geologica e geomorfologica locale, delle opere previste dalla variante urbanistica, ed è stata estesa alla porzione di sottosuolo ritenuta significativa ai fini del progetto. Viste le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito, si è ritenuto utile estendere lo studio per un intorno ritenuto significativo, al fine di risalire alle caratteristiche litologiche e all'assetto geo-strutturale del territorio, unitamente all'individuazione dei processi morfogenetici che lo interessano. In particolare l'analisi geomorfologica di dettaglio, espletata attraverso l'osservazione delle forme e gli eventuali depositi ad esse connessi, ha permesso di ricostruire il quadro morfogenetico dell'area in esame e di formulare delle ragionevoli previsioni sulle tendenze evolutive future in relazione sia alle caratteristiche lito-stratigrafiche, che alla dinamica geomorfologica.

Nel caso specifico la compatibilità della variante urbanistica agli aspetti geologici, idrogeologici ed ambientali in genere, non potrà prescindere dall'uso del suolo pregresso dell'area in questione; in quanto trattasi di un sito industriale dismesso attualmente oggetto di bonifica. Nello specifico l'area in

esame risulta censita nell'anagrafe dei siti inquinati della Regione Marche con codice identificativo n°04406100001, codice ISTAT n°11044061, con progetto di bonifica definitivo approvato, attualmente in fase di realizzazione e quindi con delle procedure amministrative in corso. Alla luce di ciò l'area risulta soggetta a tutti i vincoli e le procedure di prevenzione ambientale contemplate dalla normativa con cui è stato approvato il progetto di bonifica (471/99) e di quella vigente in merito ai siti oggetto di bonifica (152/06 *Testo Unico Ambientale*). Il progetto di bonifica approvato ed in corso di attuazione, è stato redatto da una associazione temporanea interdisciplinare di professionisti, coordinata dall'ing. Davide Cesarini, ed ha come scopo la bonifica delle acque di falda ad oggi contaminate e la rimozione completa dei rifiuti e dei terreni contaminati dal sito ex FIM per ottenere un sito bonificato in tutte le sue matrici (suolo, sottosuolo ed acque sotterranee) secondo quanto richiesto dal D.M. 471/99 nei limiti dell'allegato 1 Tabella 1 "*Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare*" colonna A "*Siti ad uso Verde pubblico privato e residenziale*".

Ne deriva che l'attuazione della presente variante urbanistica sarà successiva e dipendente al completamento del progetto di bonifica, quando ed a condizione che, tutte le matrici ambientali presenti risulteranno scevre da inquinamenti e certificate dal collaudo dell'avvenuto completamento del progetto di bonifica del sito da parte della Provincia di Fermo.

Al fine di risalire alle caratteristiche litologiche dei terreni presenti nel sottosuolo, nonché all'assetto lito-stratigrafico della zona, ci si è avvalsi dei numerosissimi dati scaturiti dall'esecuzione di molteplici caratterizzazioni ambientali del sito, attraverso l'esecuzione di sondaggi ambientali, prove geotecniche, prelievo di campioni di terreno sottoposti a prove di laboratorio ecc..... (vedi elenco sondaggi eseguiti successiva pag. 10), che hanno permesso l'estrazione di carote di terreno in maniera continua, consentendo l'individuazione e la ricostruzione della locale successione dei terreni presenti.

I dati raccolti di natura geotecnica reperiti dalle campagne geognostiche eseguite nell'area, unitamente all'esecuzione, in data 27 Novembre 2012, di n.° 2 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti continue (Dpsh) con strumento di tipo "*Pagani TG63-100 EML.*", e le risultanze dei numerosi studi eseguiti nelle immediate vicinanze dell'area oggetto di studio dallo scrivente, hanno fornito sufficienti dati per la caratterizzazione geotecnica e geomeccanica dei litotipi presenti nell'area di indagine.

Infine è stata realizzata un'indagine geofisica mediante tecnica dei rapporti

spettrali o HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), eseguendo n.4 acquisizioni sismiche passive mediante un tromografo digitale di tipo "Tromino Zero" all'interno del lotto in oggetto, al fine di determinare le "Vs30" dei terreni presenti, secondo quanto prescritto dalle direttive dell'OPCM 3274/03 e del DM 14.01.08.

La metodologia adottata può essere così schematizzata:

- studio dati esistenti;
- rilevamento geologico di campagna;
- rilevamento geomorfologico di campagna;
- esecuzione n° 2 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti Dpsh;
- valutazione delle caratteristiche litologico-tecniche dei litotipi;
- esecuzione n° 4 acquisizioni di sismica passiva elaborate mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVST;
- valutazione delle caratteristiche sismiche;
- valutazione della vocazionalità edificatoria;
- stesura della presente relazione generale esplicativa;

La base cartografica utilizzata per le indagini e la stesura degli elaborati è la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 della Regione Marche, e la ortofotocarta 1:2000 del comune di Porto Sant'Elpidio, inoltre è stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio di tutta l'area, da parte dello studio *FIMA Engineering* incaricato dalla FIM per la redazione del progetto della presente variante urbanistica. Lo studio è stato svolto in osservanza della seguente normativa:

- L. n.64/74 art. 13 "Legge Sismica Nazionale"
- L.R. n.33 del 3 Novembre 1984 "Legge Sismica Regionale"
- D.M. Marzo 1988 "Norme per lo studio delle terre e delle rocce"
- Circolare Regionale Marche n.14 e 15 del 28 Agosto 1990
- Delibera Regione Marche n. 1287 del 1997
- Regolamento Edilizio Tipo (RET)
- L.R. n.26 del 8 Giugno 1987 "Piano Paesistico Ambientale Regionale e relative norme tecniche di attuazione e circolari esplicative";
- L.R. n.34 del 5 Agosto 1992 "Norme in materia di urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio".
- Decreto del P.G.R. n. 118 del 27/06/2001 "Piano Territoriale di Coordinamento (PTC)"; L.R. 34/92 - art. 25, comma 6. Accertamento di conformità del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Ascoli Piceno".
- Piano di Riassetto Idrogeologico della Regione Marche (DR 116 del 21/01/04).
- D.M. 14 Gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"

1.2 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE

L'area in esame (vedi Corografia Tav.1) è posta in corrispondenza della porzione Sud-Orientale del territorio comunale di Porto Sant'Elpidio, ad una distanza di circa 600 metri, in direzione SudEst, dalla piazza cittadina.

Morfologicamente l'area in esame, **completamente pianeggiante**, ricade lungo il tratto orientale dell'odierna cimoso costiera, la quale presenta un'ampiezza di circa 450 metri, e viene delimitata verso monte da una struttura collinare costiera sulla cui sommità affiorano i sedimenti terrazzati antichi. La formazione e l'evoluzione temporale del tratto costiero in esame risultano condizionate dai due elementi idrografici principali presenti nell'area che sono il Fiume Chienti a Nord ed il Fiume Tenna a Sud. In passato, come è emerso da alcuni studi recenti, il tratto di cimoso costiera in questione presentava un'estensione areale molto diversa da quella attuale in quanto la linea di costa ha alternato fasi di accrezione ad altre di intensa erosione. Ciò è da mettere in relazione con i diversi apporti detritici forniti principalmente dai due corsi d'acqua suddetti a partire dalla fine del secolo scorso, i quali hanno alterato il delicato equilibrio costiero. Infatti, a partire dai primi anni '70 si è assistito, su tutto il litorale elpidiense, ad un intenso e continuo fenomeno erosione marina con un conseguente e piuttosto vistoso arretramento della linea di *spiaggia emersa*. Attualmente si rileva come la linea di *berma ordinaria* (confine tra spiaggia emersa e spiaggia intertidale) tende a migrare verso Ovest. E' da tener presente che da una osservazione dell'ortofotocarta della Regione Marche del 1983, e dalle foto aeree del 1988, 1998, 2007, 2010 e 2011, risulta che l'ampiezza della spiaggia da allora si sia ridotta di circa 15-20 mt. Nella zona in esame il litorale è costituito da una spiaggia *bassa* di estensione modesta, il cui limite superiore (secondo il metodo proposto da *Carobene e Brambati*, 1978) corrisponde alla strada litoranea che corre parallelamente alla costa. La berma ordinaria è posta a 1-2 metri dalla linea di battaglia, mentre quella di tempesta è ubicata a circa 4-5 metri.

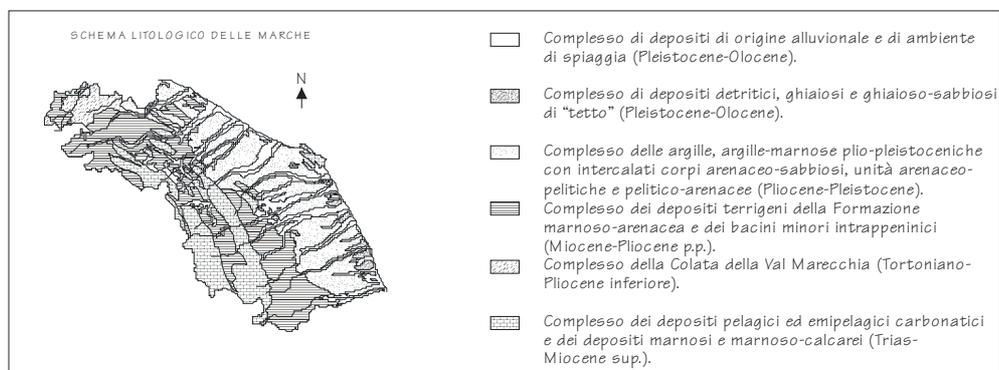
Dal punto di vista topografico, l'area Ex FIM, oggetto di variante, posta ad una quota topografica compresa tra 1.50 e 3.50 metri sopra il livello medio del mare, risulta costituita attualmente da una superficie piuttosto irregolare dovuta ad operazioni antropiche per l'esecuzione della bonifica in atto, comunque la superficie topografica risulta essere per lo più sub-pianeggiante. Pertanto dal punto di vista topografico il sito in oggetto così come l'intera area circostante possono essere classificati secondo il *D.M. 11 Gennaio 2008*, come **Categoria T1** (*superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°*).

Infine l'area oggetto di variante risulta esente da rischi di alluvionamento, anche nel caso di mareggiate vista la distanza che separa il lotto dalla linea di costa, soprattutto se si considerano i futuri effetti delle opere idrauliche realizzare in mare (scogliere flangiflutti) per far fronte all'erosione costiera. A conferma di ciò, è stato redatto da parte della Regione Marche uno studio specifico denominato *Piano per l'assetto idrogeologico* (PAI), richiesto dalle LL. 267/98 e 365/00, in merito all'individuazione delle aree a maggior rischio idrogeologico relative ai bacini idrografici regionali, in cui si evince chiaramente, come **la zona in esame non risulta attualmente compresa tra le aree a rischio di esondazione (vedi Tavola RI 54a PAI).**

1.3 CARATTERISTICHE LITOTECNICHE E GEOMECCANICHE

Nella regione marchigiana è presente al di sopra di in basamento ercinico una successione sedimentaria e marina pressochè continua dal *Trias superiore* al *Neogene*; nell'area più orientale tale successione è ricoperta in discordanza ancora da sedimenti marini, depositatisi tra il *Pliocene medio* e il *Pleistocene inferiore*. Tali successioni, che corrispondono a due distinti cicli sedimentari, si sono sviluppate su un elemento di crosta continentale in continua evoluzione dal *Trias* al *Pleistocene* e la tettonica sinsedimentaria ha condizionato in maniera determinante gli ambienti di sedimentazione. In particolare l'area oggetto di studio risulta ubicata nel settore Sud-orientale del *Bacino Marchigiano Esterno*, il quale risulta colmato da sedimenti terrigeni del ciclo marino plio-pleistocenico. Tali sedimenti nella parte più occidentale risultano trasgressivi e discordanti sui depositi torbiditici della *Formazione della Laga*, mentre nella parte più orientale del bacino, invece, poggiano in discordanza sui depositi del *Pleistocene inferiore*. In generale la sequenza plio-pleistocenica inizia con depositi trasgressivi cui segue una potente successione argillosa, nella quale sono intercalati, a varie altezze

stratigrafiche, corpi e/o orizzonti clastici a granulometria grossolana e fine. La



sequenza si chiude con sabbie e conglomerati in facies da litorale a continentale.

L'esecuzione dei sondaggi e le risultanze delle prove penetrometriche dinamiche (Dpsh) eseguite, unitamente ai numerosi studi geologici effettuati nell'area, hanno permesso sia l'individuazione che la caratterizzazione dei litotipi presenti, oltre alla ricostruzione della loro sequenza stratigrafica locale. Da ciò è emersa la presenza, al di sotto di uno spessore di terreni di riporto e/o di terreni contaminati, a luoghi cementati dello spessore variabile, di sedimenti sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi di *genesì litoranea o di transizione*, depositati durante le varie fasi di accrezione costiera che si sono succedute in passato, interdigitati con orizzonti argilloso-sabbiosi di origine fluviale-palustre. Alla base dei sedimenti continentali suddetti è posto un substrato marino pleistocenico composto da argille limose grigio-azzurre piuttosto consistenti.

Nell'area in esame sono stati trascurati tutti i sedimenti di riporto e quelli contaminati in quanto verranno asportati dall'area dalla bonifica ambientale in corso, mentre per i sedimenti autoctoni che rimarranno in situ anche dopo la restituzione agli usi legittimi dell'area, è stata operata una suddivisione tra i vari litotipi presenti nell'immediato sottosuolo, da cui è nata la carta litologico-tecnica allegata. La classificazione è stata eseguita seguendo lo schema indicato dalla Circolare n°14 del 28 agosto 1990 e riportato sul Bollettino Ufficiale della Regione Marche, anno XXI - n°120, del 24 settembre 1990.

In tali elaborati sono state evidenziate le unità litotecniche della "copertura", sulla base della campagna geognostica effettuata attraverso l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (Dpsh), unitamente al reperimento di precedenti studi effettuati all'interno dell'area Ex FIM, hanno permesso di risalire alle caratteristiche granulometriche dei litotipi presenti e

alle proprietà tecniche delle singole unità stratigrafiche. Dalla carta litotecnica si evince come nell'area di variante sia presente l'unità continentale di "copertura", di genesi di ambiente di transizione composta superficialmente da "*sedimenti a grana grossa*" (D2 - clasti arrotondati in matrice sabbiosa) dal comportamento di tipo incoerente, quindi da "*sedimenti a grana medio fine*" (E1 - sabbie) dal comportamento reologico di tipo incoerente, interdigitati a "*sedimenti a grana fine*" (F1/a – limi argillosi o argille) dal comportamento di tipo coerente. Alla base del materasso di genesi litoranea, si riscontra il locale substrato marino costituito da "*sedimenti a grana fine e finissima*" (F1/b – argille) dal comportamento reologico di tipo coerente. La locale successione delle singole unità litologico-tecniche, può essere così schematizzata:

- UNITA' LITOLOGICO-TECNICHE DELLA "COPERTURA"

Le unità litotecniche della copertura fanno parte della seguente unità litostratigrafica:

-Sedimenti a grana grossa

Materiali sciolti

D2: unità composta prevalentemente (75-80%) da ghiaia di natura calcarea dalla granulometria medio-piccola all'interno della quale è presente verosimilmente un discreto, talora modesto quantitativo di sabbia medio-grossolana. Materiale caratterizzato da un'alta densità relativa e quindi da ottime caratteristiche geotecniche ed idrauliche, con un angolo di attrito compreso tra 34 e 38° ed una modulo di deformabilità compreso tra 250 e 400 kg/cmq, rinvenuto a profondità e con spessori differenti per lo più al di sotto della superficie piezometrica.

-Sedimenti a grana medio-fine

Materiali sciolti

-E1: unità composta da sedimenti sciolti ed incoerenti composti prevalentemente da sabbia medio-grossolana inglobante un discreto quantitativo (15%-22%) di ghiaia dalla granulometria medio-piccola. Deposito da moderatamente a discretamente addensato (53% < Dr < 62%), rinvenibile nell'area con spessori e ad altezze differenti contraddistinto da un angolo di attrito compreso tra 31° e 33° ed un modulo elastico compreso tra 95 e 150 kg/cmq. Buone le caratteristiche geotecniche del materiale.

-Sedimenti a grana fine e finissima (depositi detritici)

Materiali coesivi

F1/a: deposito rinvenibile con uno spessore variabile a partire dalla profondità di 6-8 mt. rispetto all'attuale piano campagna dal comportamento

reologico di tipo "coerente", composto prevalentemente da sedimenti argillosi (48%) e limosi (47%), in debole matrice sabbiosa (5%). Materiale di media talora alta compressibilità ($E_d=30-38$ kg/cmq) classificabile, secondo la carta di Casagrande, come argille di media e alta plasticità (CL-CH). I valori di resistenza a breve termine (C_u) sono compresi tra un intervallo di 0.5 Kg/cmq e 0.8 Kg/cmq, mentre per ciò che concerne la resistenza a lungo termine può essere ipotizzata una coesione intercetta di picco (C') che va da 0.03 a 0.1 Kg/cmq ed un angolo di attrito compreso tra 22° e 25° . In condizioni residue è possibile ipotizzare un annullamento della coesione ed una riduzione dell'angolo di attrito sino a valori di 17° e 19° . Litotipo quindi dalle caratteristiche geotecniche mediocri, rinvenuto talora in condizioni sature.

UNITA' LITOTECNICHE DEL "SUBSTRATO"

L'unità litotecnica del substrato fa parte delle Successioni Conglomeratico-Sabbioso-Argillose contraddistinta dalla lettera C); è stata distinta in una sub-unità:

-Sedimenti a grana fine e finissima

Materiali coesivi

-**F1/b**: (*Successione marina Plio-Pleistocenica*). litotipo costituito da sedimenti prevalentemente coesivi ascrivibili ai limi (61%) ed alle argille (32%) piuttosto consolidate dalla colorazione grigio-azzurra, stratificate a sottili livelli e/o veli sabbiosi (7%) di colore grigiastro che può essere classificabile nel complesso, secondo Casagrande, nelle categorie delle argille di bassa e medio-alta plasticità (CL-CH). Le qualità geomeccaniche del materiale risultano fortemente influenzate dal grado di alterazione del materiale stesso, dal rapporto di stratificazione (A/S), ma soprattutto dalla presenza di livelli sabbiosi saturi. Materiale piuttosto alterato e fessurato con giunti di alterazione variamente orientati nella porzione più superficiale, grado di alterazione che diminuisce gradualmente con la profondità. Deposito quindi piuttosto compatto, con un medio-elevato grado di sovraconsolidazione e quindi caratterizzato da qualità geotecniche elevate, nel quale la componente argillosa risulta prevalente rispetto a quella sabbiosa (rapporto di stratificazione Argilla/Sabbia $> 10/1$) che può essere considerata pressoché trascurabile nel comportamento reologico complessivo del sedimento. Deposito quindi di bassa plasticità (CL) contraddistinto da una coesione non drenata (C_u) maggiore di 2.0 Kg/cmq. Infine risulta spiccata la differenza tra i valori di resistenza di picco ($C' = 0.2-0.5$ Kg/cmq, $\phi' = 21-27^\circ$) e residui ($C' = 0.0-0.1$ Kg/cmq, $\phi' = 13-18^\circ$).

I rapporti stratigrafici fra i litotipi presenti nel sito, sono stati schematicamente

riportati nella sezione geologica allegata in appendice, estratta dal progetto di bonifica approvato nel 2007 redatta dai geologi Folchi Vici, Marrone.

-PARAMETRIZZAZIONE DELLE UNITA' LITO-TECNICHE

Le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti riscontrati mediante le prove penetrometriche dinamiche (Dpsh-P) sono stati ottenuti dalla elaborazione e correlazione dei dati sperimentali secondo le interpretazioni di Sanglerat, Terzaghi, D'Appollonia ed altri recenti autori. Si è fatto riferimento inoltre ai numerosi dati di tipo geotecnico derivanti dal Piano di investigazione redatto dal *Gruppo Ecology System Italia Spa* effettuato nell'anno 2001, nel corso del quale sono stati realizzati complessivamente n°9 carotaggi con successivo posizionamento di piezometri ed il prelievo di un totale 109 campioni di terreno sottoposti ad analisi di laboratorio, unitamente al prelievo e all'analisi di n°6 campioni di acqua di falda da altrettanti piezometri installati.

Più recentemente, nell'anno 2007, per la realizzazione dell'indagine geologica a supporto del progetto di bonifica attualmente in fase di attuazione, sono state realizzate le seguenti indagini:

- 1) esecuzione di 6 sondaggi a carotaggio continuo, con utilizzo di camicie di rivestimento, spinti sino al raggiungimento del substrato, il quale è stato rinvenuto ad una profondità variabile da un minimo di 17 mt ad un massimo di 22 mt dal p.c. attuale (solo n° 4 sondaggi sono stati catalogati in cassette catalogatrici);
- 2) prelievo di 2 campioni di terreno indisturbato, uno a profondità di 10-10.50 mt ed uno a 17-17.50 mt dall'attuale p.c. sul sondaggio n°2;
- 3) esecuzione di prove di laboratorio sui campioni prelevati ed indicati nel punto 2;
- 4) esecuzione di 25 prove penetrometriche pesanti dinamiche per un totale di 420 mt, non tutte hanno raggiunto il substrato per problemi geologici;
- 5) installazione di 6 nuovi piezometri;
- 6) esecuzione di ulteriori 2 sondaggi a carotaggio continuo con rivestimento, sino a 10 mt circa, per esecuzione di prove di pompaggio lontano dalla cattedrale;
- 7) realizzazione di scavi con mezzo meccanico per effettuare prove di permeabilità;
- 8) esecuzione di n° 3 prove di pompaggio nei piezometri installati dal gruppo **CESARINI DAVIDE E ASSOCIATI**;
- 9) esecuzione di prove di permeabilità in pozzetti superficiali effettuati dal gruppo **CESARINI DAVIDE E ASSOCIATI**.

I parametri geomeccanici medi dei terreni presenti derivanti dagli studi pregressi quindi, possono essere così riassunti:

Parametri	Unità di Misura	unità "copertura"	unità "copertura"	unità "copertura"	unità "sub-strato"
		"D2"	"E1"	"F1/a"	"F1/b"
		Sabbia Ghiaiosa	Ghiaia sabbiosa	Argilla Limosa	Argilla grigio-azz.
γ	(g/cm ³)	1.85	1.85	1.90	2.00
γ_k	(g/cm ³)	1.85	1.85	1.90	2.00
γ_{sat}	(g/cm ³)	2.00	2.00	2.00	2.10
C_u	(kg/cm ²)	-	-	0.5-0.8	> 2.0
C_{u_k}	(kg/cm ²)	-	-	0.5	2.0
C'	(kg/cm ²)	-	-	0.03-0.1	0.2-0.5
C'_k	(kg/cm ²)	-	-	0.04	0.3
ϕ'	(gradi)	31°-33°	34-38°	22°-25°	21-27°
ϕ'_k	(gradi)	30°	34°	22°	22°
E_d	(Kg/cm ²)	-	-	85-130	> 200
E_s	(Kg/cm ²)	95-150	> 250		-
D_r	(%)	53 - 62	75 >80		
v		0.25	0.25	0.40	0.45
W	(%)	-	-	24.29	24.29
LL	(%)			33.2	42.1
LP	(%)			23.4	20.1

La simbologia usata è la seguente

γ = peso di volume del terreno;
 C_u = coesione non drenata;
 C' = coesione drenata;
 ϕ' = angolo di attrito drenato;
 E_d = modulo edometrico;

E_s	= modulo di elasticità;
D_r	= densità relativa (terreni incoerenti);
$\gamma'_k, C_{u,k}, C'_k, \phi'_k$	= parametri caratteristici* del terreno (DM08).
ν	= coefficiente di Poisson;
W	= contenuto di acqua naturale
LL	= limite di liquidità
LP	= limite plastico

* I parametri caratteristici sono stati determinati secondo la formula semplificata di Schneider:

$$X_K = X_{med} \left(1 - \frac{COV}{2} \right)$$

dove COV è il coefficiente di variazione, e Schneider raccomanda i seguenti valori:

Angolo di attrito Φ	10%
Coesione	40%
Modulo di comprimibilità	40%

Non sono stati forniti i parametri geotecnici dei livelli sabbiosi presenti all'interno della formazione marina (litotipo F1/b) in quanto si ritiene che il contributo offerto dalla frazione sabbiosa, in questo caso (rapporto di stratificazione Argilla/Sabbia >10/1), può praticamente essere considerato trascurabile nel comportamento reologico complessivo dell'orizzonte.

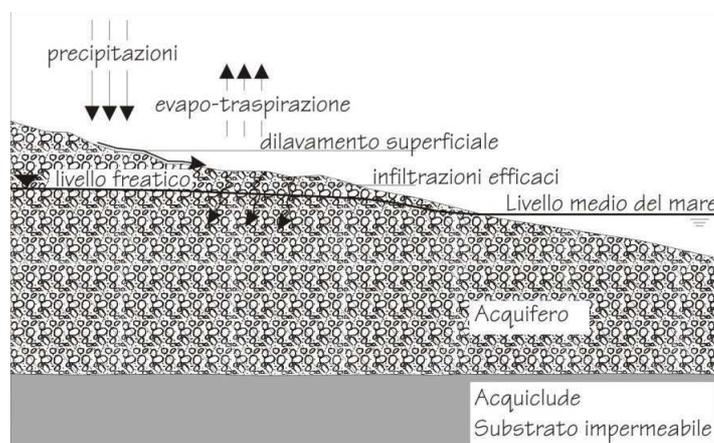
1.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La ricostruzione del quadro idrogeologico dell'area è avvenuto attraverso l'esecuzione di misure freaticometriche eseguite su alcuni pozzi e piezometri esistenti ritenuti significativi tra tutti quelli presenti nell'area dell'Ex FIM, inoltre si è fatto riferimento alle numerose manifestazioni idriche riscontrate durante l'esecuzione delle prove in situ realizzate. La misura puntuale e dettagliata dei diversi livelli freaticometrici riscontrati all'interno di ogni singolo pozzo, ha permesso di ricostruire le caratteristiche idrauliche del sito, e quindi avere una valutazione, se pur di massima (misure puntuali correlate su l'intera area), dell'andamento delle acque sotterranee, nonché di risalire ai gradienti idraulici, la soggiacenza della falda dal piano campagna e le relazioni di quest'ultima con le acque di superficie. La carta delle isofreatiche (vedi Carta Idrogeologica allegata in appendice) che ne è emersa ha permesso la ricostruzione ed interpretazione della morfologia idrogeologica, e quindi

l'individuazione della direzione verso cui le acque sotterranee tendono preferenzialmente a defluire ("zona di deflusso"), nonché il locale gradiente idraulico dell'acquifero. Dai valori scaturiti si evince la presenza di una falda superficiale costiera il cui livello freatico risulta ubicato ad una profondità compresa tra 0.30 e 1.40 mt rispetto all'attuale piano campagna, ovvero ad una quota media assoluta di 0.40-1.40 mt sopra il livello medio del mare. Trattasi come detto di un acquifero costiero impostato all'interno dei sedimenti grossolani costieri ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi delimitato inferiormente, sulla base delle diverse indagini effettuate negli anni, dai depositi marini Plio-Pleistocenici, caratterizzati da argille limose con permeabilità bassissima che funge da locale acquicluda, ubicati ad una profondità compresa tra 14 e 18.50 mt rispetto all'attuale piano campagna, in corrispondenza di S2 e S1. Le curve isofreatiche rappresentanti il tetto dell'acquifero tendono a disporsi all'incirca parallelamente alla linea di costa e quindi l'andamento generale di flusso è diretto principalmente secondo la direzione W-E. Il gradiente idraulico medio misurato risulta essere pari a 7.1×10^{-3} .

La principale fonte di ricarica dell'acquifero rinvenuto nell'area è dovuta verosimilmente all'infiltrazione delle acque correnti superficiali. Un'altra fonte di ricarica dell'acquifero è fornita dalle acque meteoriche che né condizionano presumibilmente anche il regime. Dagli studi effettuati nell'area è emerso che la falda sembra risentire delle precipitazioni con un ritardo di circa 15

giorni/un mese, e che quindi i minimi valori freaticometrici si registrano nei mesi autunnali, i massimi invece in quelli primaverili. Inoltre, vista l'ubicazione dell'area, considerata la modesta distanza dal mare, non possono essere esclusi fenomeni di



"ingressione" di acqua salata marina all'interno dell'acquifero in seguito a processi naturali (abbassamento della falda durante i periodi di scarsa precipitazione meteorica, mareggiate particolarmente intense) e/o antropici (abbassamento della superficie freatica in condizioni dinamiche durante lo sfruttamento dell'acquifero).

Alla luce della granulometria e quindi la permeabilità dei sedimenti che compongono in maniera prevalente il locale acquifero (ghiaie sabbiose), considerando soprattutto l'elevato spessore del corpo idrico e quindi la notevole trasmissività dello stesso ($T=kh$), la produttività della falda idrica risulta apprezzabile, mentre risulta essere estremamente elevata la sua vulnerabilità, vista la scarsa copertura superficiale della stessa.

Alta vulnerabilità, tra l'altro dimostrata dallo stato ambientale attuale delle acque sotterranee del sito che risultano contaminate per lo più da metalli pesanti (*Arsenico, piombo, ferro fluoruri ecc.*), per le quali è stata realizzata una barriera idraulica per la captazione delle acque che vengono poi trattate in un depuratore munito di carboni attivi e resine a scambio ionico. Al termine della asportazione di tutti i terreni contaminati dal sito in questione, nel caso dovesse mantenersi ancora la contaminazione della locale falda acquifera, è prevista anche la realizzazione di una "barriera reattiva" costituita da un diaframma sotterraneo continuo che verrà realizzato a cinturazione di tutto il perimetro di "valle idrogeologica" del sito, costituito da una miscela di composti chimici a base di carbonato di calcio avente lo scopo di filtrare e bloccare completamente gli inquinanti in uscita dal sito ex-FIM.

1.5 CARATTERISTICHE SISMICHE DELL'AREA

La normativa sismica italiana, anche alla luce degli ultimi terremoti, ha subito una notevole evoluzione, e la Regione Marche in attuazione delle leggi nazionali ha prodotto nuove norme tendenti alla riduzione del rischio sismico. La Regione Marche in adempimento da quanto stabilito negli art.10 ed 11 della L.R. 33/84 ha emanato due circolari nell'Agosto del 1990, la n.14 e la n.15, la prima con maggiori riferimenti al PPAR mentre la seconda più strettamente sismica.

In particolare nella circolare 15/90 vengono classificati e raggruppati i comuni marchigiani in tre livelli di rischio sismico e rispettivamente, alto, medio e basso. Il territorio comunale di Porto Sant'Elpidio all'interno del quale ricade l'area oggetto di variante è inserito fra quelli a **rischio sismico basso (livello C)**.

In tale circolare vengono altresì definiti i livelli di pericolosità sismica di base dai quali partire per poter individuare, a livello di strumento urbanistico, aree nelle quali gli effetti attesi possono discostarsi da quelli individuati nella circolare stessa.

1.5a Le condizioni del rischio sismico

Diverse sono le definizioni del rischio sismico a seconda del tipo di approccio, ma tutte sono in relazione alla definizione dei possibili effetti di un terremoto. Le indagini richieste dalla L. 33/84, sono finalizzate alla valutazione del rischio sismico alla scala delle scelte generali del piano urbanistico, che incidono su tutto l'assetto urbano. Con il termine rischio sismico s'intende una misura del danno che può essere prodotto da un terremoto preso come riferimento. I danni attesi conseguenti al terremoto non sono una semplice somma dei danni di ciascun fabbricato, ma è necessario considerare anche il danno al sistema infrastrutturale, i morti, i feriti e la improvvisa perdita di produttività, ed i disagi che ne derivano.

A determinare il rischio sismico concorrono, in misura diversa, alcuni fattori quali:

- *la pericolosità sismica*, cioè le caratteristiche del terremoto atteso nella località e la sua probabilità di ricorrenza.

- *la risposta sismica locale*, ovvero le diversificazioni del terremoto atteso in relazione a condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali, valutabili a scala di dettaglio.

- *la vulnerabilità*, ovvero la predisposizione dei manufatti esistenti e di progetto a subire danni in caso di terremoto.

- *l'esposizione al terremoto*, cioè la distribuzione delle attività localizzate nel territorio urbanizzato e infrastrutturato, nonché del carico urbanistico inteso negli aspetti demografici e occupazionali, nelle specifiche articolazioni delle destinazioni d'uso, delle densità edilizie, della dotazione impiantistica e delle loro interconnessioni.

Nel nostro caso, le indagini e le valutazioni, rientrano nell'ambito delle indicazioni della circolare n.15/90 della Regione Marche e sono finalizzate al riconoscimento degli elementi e delle zone a maggior pericolosità sismica. Gli altri aspetti di *vulnerabilità* ed *esposizione* sono maggiormente ambiti di tipo urbanistico-ingegneristico e valutazioni di sintesi non ottenibili in questa sede. In applicazione alla circolare n.15/90 è necessario considerare un livello base di rischio ed i relativi danni ad esso connessi.

Il livello base di rischio sismico stabilito per l'area in questione, visto che non esistono condizioni particolari, è riferibile al *livello "C"* (rischio sismico basso), per il quale sono attese le seguenti tipologie di danno:

- limitati casi (5%) di danneggiamento strutturale;
- danneggiamento non strutturale diffuso;
- limitati casi di inagibilità;
- evacuazione limitata;
- crisi temporanea della funzionalità del sistema urbano.

Nella **Carta della pericolosità sismica locale**, redatta per l'intera area di variante, è stata individuata e classificata una zona a risposta sismica omogenea (microzonazione), con un grado di rischio sismico (*basso*), caratterizzata da un insieme di parametri che concorrono, in maniera diversa, a modificare le azioni sismiche previste per il livello-base (livello C). In particolare è stato attribuito un grado di pericolosità sismica locale **basso** all'intera area **Ex FIM**, caratterizzata da una morfologia subpianeggiante e da sedimenti sciolti ed incoerenti grossolani (ghiaia e sabbia), dalle caratteristiche geomeccaniche buone, che risultano, soprattutto i sedimenti per lo più ghiaiosi, e talora sabbioso-ghiaiosi grossolani scarsamente compressibili e **non soggetti a fenomeni di liquefazione in caso di sisma**; inoltre si escludono forti amplificazioni sismiche al passaggio litologico fra litotipi differenti. Non sono state riscontrate condizioni geologico-geomorfologiche né geotecniche (*assenza di terreni poco addensati immersi in falda, presenza di terreni particolarmente compressibili, se non a profondità di tutta sicurezza rispetto ai piani fondali dei fabbricati da realizzare all'interno del piano urbanistico, ecc...*) penalizzanti e/o in grado di aumentare in maniera sostanziale la pericolosità sismica locale.

1.5b Microzonizzazione sismica

L'area di proprietà FIM oggetto di variante urbanistica, risulta descritta da una area piuttosto allungata in direzione Nord-Sud e compresa tra le seguenti Coordinate Geografiche Assolute, del sistema **WGS84**:

Estremo Settentrionale dell'area:	Latitudine	43.254658°N
	Longitudine	13.763058°E
Estremo Meridionale dell'area:	Latitudine	43.248485°N
	Longitudine	13.766577°E

Condizioni topografiche per l'area Ex FIM, denominata APT2 sub comparto A, situata in via Faleria Categoria T1, superficie pianeggiante, pendii e rilievi

isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ (Tabella 3.2.IV - Categorie topografiche), (vedi considerazioni prf 1.2.).

All'interno dell'area di progetto è stata condotta, inoltre, in data 27 *Novembre* 2012, un'indagine geofisica attraverso l'acquisizione di n.4 registrazioni a stazione singola di microtremore ambientale mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (*Nakamura*), denominate Tr1, Tr2, Tr3 e Tr4, al fine di determinare la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{s30}) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 Gennaio 2008. Dallo studio si sono determinati (*vedi studio geofisico allegato in appendice*) dei valori di $V_{s_{30}}$ **compresi tra 325 e 347 m/sec**, pertanto alla luce dei risultati della sismica effettuata e tenendo conto anche delle risultanze delle prove geotecniche eseguite in situ, il suolo di fondazione in oggetto può essere assimilato, per tutta l'area di variante urbanistica, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/08) ad una "**categoria di suolo di tipo "C"**", *ovvero rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).* (*vedi Planimetria Microzonazione Sismica Tav.9*)

Nella valutazione della categoria di suolo e nell'approccio alla progettazione strutturale delle opere future previste dal piano, non vanno comunque trascurate le informazioni acquisite con l'indagine sismica circa la frequenza di risonanza del sito. Infatti nel caso specifico sono state individuate delle frequenze di risonanza, escludendo quelle maggiori di 10 Hz, da considerarsi ingegneristicamente non significative, **comprese tra 4.0 e 5.0 Hz**, come si può notare dal *figura 4* dello studio geofisico allegato in appendice, a significare che il terreno in questione amplifica le onde di superficie (ed in misura leggermente diversa quelle S) a quella frequenza rispetto all'imput su bedrock di riferimento.

Ovviamente sarà cura del/i futuri progettista/i, al fine di evitare pericolosi fenomeni di doppia risonanza in caso di sisma, progettare delle strutture all'interno dell'area in oggetto con frequenze fondamentali di oscillazione lontane (superiori per un fattore di moltiplicazione di almeno 1.4, o meglio, minori) da quelle tipiche del terreno nel sito specifico di edificazione.

1.6 VOCAZIONALITA' EDIFICATORIA DELL' AREA

La carta della vocazionalità edificatoria dell'area (*vedi TAV 8 allegata in appendice*) redatta per l'intera area Ex FIM rappresenta a tutti gli effetti il documento di sintesi dello studio eseguito, in quanto riassume le informazioni sulle caratteristiche litologo-tecniche, sulla risposta sismica locale, nonché sul grado di rischio. In particolare in rapporto alle condizioni geologiche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche dell'area, vista soprattutto la risposta sismica unitaria che caratterizza il comparto urbanistico, è stato attribuito un grado di vocazionalità edificatoria, *Alto* per l'intera area. Quindi la zonazione effettuata, può essere così riassunta:

GRADO ALTO: Contraddistingue la totalità dell'area, contrassegnata da un *basso grado di pericolosità sismica locale rispetto al livello-base, assenza di rischi di liquefazione dei sedimenti in caso di sisma*, presenta una morfologia pianeggiante e risulta caratterizzata da sedimenti sciolti di pezzatura da media a grossolana aventi una buona densità relativa e di genesi alluvionale/litoranea in presenza, però, di falda acquifera superficiale.

In tali aree è consentita generalmente l'edificazione senza particolari prescrizioni pur nel rispetto della normativa vigente (L.64 del 2.02.74 e D.M. 11.03.88, DM 14.01.08). La scelta della tipologia di fondazione da adottare per le nuove costruzioni quindi scaturirà principalmente dall'analisi costi benefici in rapporto alla capacità portante del terreno, dei relativi cedimenti previsti in fase di progetto e delle ulteriori interazioni terreno-struttura. In via preliminare, nell'area destinata a edificazione si ritiene sufficiente adottare a sostegno delle costruzioni, delle *fondazioni dirette*, ferma restando la necessità che in sede di progettazione dei singoli edifici vengano acquisiti ulteriori specifici dati di carattere litologico e geotecnico anche in funzione della tipologia costruttiva dei singoli fabbricati.

Nel caso la progettazione dovesse prevedere, all'interno del piano urbanistico, la realizzazione di fabbricati con piani interrati, si dovrà tenere debitamente conto della presenza della falda acquifera, e della sicura interazione delle strutture, magari in alcuni periodi dell'anno (*periodi di magra della falda, mareggiate particolarmente intense ecc...*) con le acque sotterranee, quindi sarà necessario adottare per tale aspetto tutte le misure e le tecnologie necessarie per eseguire dei fabbricati adeguati alla situazione idrogeologica del sito, sia in fase provvisoria (*progettazione di reti di well points, esecuzione di opere provvisorie di sostegno dei terreni in fase di scavo, ecc...*) che di gestione dei fabbricati (*valutazione in fase di calcolo delle*

sottospinte idrostatiche, impermeabilizzazioni delle porzioni di fabbricati sottofalda tramite guaine bentonitiche, utilizzo di cementi per cristallizzazione, adozione di tecniche tipo “vasca bianca”, ecc...).

Per ultimo si fa presente che i piani di imposta e le tipologie di fondazione dei fabbricati e delle infrastrutture in progetto (edifici, strade, parcheggi, sottoservizi) potrebbero essere orientate e vincolate per effetto dei nuovi piani topografici che si potrebbero creare nella fase di post-bonifica, dove, dopo l'allontanamento e lo smaltimento dei materiali contaminati, si potrebbero ragionevolmente conformare delle superfici non propriamente regolari che dovranno essere necessariamente “ritombate” e ripristinate mediante il riporto di nuovi materiali. Tali condizioni, se pur ipotizzabili, risultano in questa fase di difficile previsione e quantificazione, pertanto si rimanda in fase esecutiva la risoluzione puntuale di ogni singola zona del piano urbanistico in questione.

1.7 CONCLUSIONI

Secondo quanto emerso dallo studio si evince che:

- L'area oggetto di intervento dal punto di vista morfologico ricade lungo il tratto orientale dell'odierna cimoso costiera, la quale presenta un'ampiezza di circa 450 metri, e viene delimitata verso monte da una struttura collinare costiera sulla cui sommità affiorano i sedimenti terrazzati antichi. La stessa presenta **una superficie topografica sub-pianeggiante** impostata ad una quota topografica assoluta compresa tra 1.50 e 3.50 mt sopra il livello medio del mare. Vista la morfologia, si può chiaramente ritenere **morfologicamente stabile l'area oggetto di variante, mentre non si evidenziano per l'intera zona rischi di alluvionamento nel caso di mareggiate, vista la distanza che separa il lotto dalla linea di costa, soprattutto se si considerano i futuri effetti delle opere idrauliche realizzare in mare** (scogliere flangiflutti) per far fronte all'erosione costiera. A conferma di ciò, è stato redatto da parte della Regione

Marche uno studio specifico denominato *Piano per l'assetto idrogeologico* (PAI), richiesto dalle LL. 267/98 e 365/00, in merito all'individuazione delle aree a maggior rischio idrogeologico relative ai bacini idrografici regionali, in cui si evince chiaramente, come **la zona in esame non risulta attualmente compresa tra le aree a rischio di esondazione (vedi Tavola RI 54a PAI).**

-Dal punto di vista geologico è emersa la presenza, al di sotto di uno spessore di terreni di riporto dello spessore variabile, di sedimenti sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi di *genesì litoranea o di transizione*, depositati durante le varie fasi di accrezione costiera che si sono succedute in passato, interdigerati con orizzonti argilloso-sabbiosi di origine fluviale-palustre. Alla base dei sedimenti continentali suddetti è posto un substrato marino pleistocenico composto da argille limose grigio-azzurre piuttosto consistenti.

-L'idrogeologia dell'area è caratterizzata da una falda superficiale (0.40-1.40 mt. slm) di natura freatica intestata all'interno dei depositi litoranei e delimitata inferiormente dal locale sub-strato geologico (acquiclude) costituito dalle argille Plio-pleistoceniche. Alla luce della granulometria e quindi la permeabilità dei sedimenti che compongono in maniera prevalente il locale acquifero, considerando soprattutto l'elevato spessore del corpo idrico e quindi la notevole trasmissività dello stesso, fanno ipotizzare una produttività idrica apprezzabile della falda, mentre risulta essere estremamente elevata anche la sua vulnerabilità, vista la scarsa copertura superficiale della stessa. Alta vulnerabilità, tra l'altro dimostrata dallo stato ambientale attuale delle acque sotterranee del sito che risultano contaminate per lo più da metalli pesanti (*Arsenico, piombo, ferro fluoruri ecc.*), per le quali è stata prevista nel progetto di bonifica del sito, ed è attualmente in funzione, una barriera idraulica per la captazione delle acque che vengono poi trattate in un depuratore munito di carboni attivi e resine a scambio ionico.

-Dal punto di vista sismico l'intera area di variante urbanistica APT2 sub comparto A, **risulta caratterizzata da un basso grado di pericolosità sismica locale** e vengono **esclusi inoltre rischi di liquefazione dei terreni in caso di sisma**. La zona può essere omogeneamente classificata, dal punto di vista della microzonazione sismica in base ai criteri della normativa vigente (DM 14/01/08), **come sottosuolo di categoria "C"**, avendo registrato dei valori di Vs30 compresi tra 325 e 347 m/sec. Dal punto di vista topografico, l'area risulta riconducibile ad una categoria **Categoria T1**, superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

-L'area di variante urbanistica, dal punto di vista della vocazionalità

edificatoria è individuata da una unica zona omogenea, in particolare è stato definito un grado di vocazionalità edificatoria **Alto** per l'intera area Ex FIM. All'interno dell'area si potrà adottare una tipologia edificatoria non condizionata da particolari prescrizioni geologiche, salvo quelle legate alla scelta del piano di posa e della tipologia fondale degli edifici che tenga conto della presenza della locale falda acquifera; ferma restando la necessità che in sede di progettazione dei singoli fabbricati vengano acquisiti ulteriori specifici dati di carattere litologico e geotecnico (*per la determinazione di tipologie di fondazione, carichi ammissibili, analisi ed interazioni terreno-strutture, valutazioni dei cedimenti ecc....*) e sismico, come previsto dal D.M. 11.03.'88, DM 14.01.'08 e successivi.

Pertanto sulla base delle risultanze dell'indagine svolta, ferma restando la necessità che per la progettazione e la realizzazione delle infrastrutture e/o delle singole opere previste nell'area dal piano urbanistico si debbano in futuro acquisire ulteriori dati di carattere geologico, geomeccanico ecc.. per la corretta valutazione di tipologie costruttive, interazioni terreno-strutture ecc..., **si esprime parere favorevole circa la fattibilità geologica, dell'area Ex FIM, denominata APT2 sub comparto A, oggetto di Variante al PRG.** Le attuali condizioni del sottosuolo non verranno interessate da variazioni significative e pertanto non vengono individuati particolari limiti da imporre al progetto; pertanto l'attuale e naturale stabilità del lotto è comunque garantita anche a seguito delle singole opere.

Si ritiene necessario, inoltre, provvedere, per l'intero piano urbanistico, alla regimazione delle acque meteoriche di dilavamento, attraverso **opere opportunamente previste e dimensionate nel rispetto della normativa regionale LR 22/2011 (principio dell'invarianza idraulica)**. In questo caso, una volta definite da parte dei progettisti le destinazioni d'uso e l'ubicazione delle differenti aree a diversa vocazione, i piani di progetto, le pendenze e la natura delle superfici delle varie zone (edificato, zone impermeabilizzate, zone permeabili, ecc...), dovrà essere condotta una verifica di compatibilità idraulica, volta a riscontrare che non sia aggravato il livello di rischio idraulico esistente, né pregiudicata la riduzione, anche futura, di tale livello e di conseguenza, se necessario, progettate le eventuali misure compensative.

Per ultimo, visto che l'area in questione risulta sottoposta ad un progetto di bonifica ambientale ai sensi della legge 471/99 e *D.Lgs 152/06 (Testo Unico Ambientale)*, ne deriva che l'attuazione della presente variante urbanistica sarà successiva e vincolata al completamento del progetto di bonifica, quando ed a condizione che, tutte le matrici ambientali presenti risulteranno scevre da

inquinamenti e certificate dal collaudo dell'avvenuto completamento del progetto di bonifica del sito, da parte dell'ente di controllo preposto (*Provincia di Fermo*).

Porto Sant'Elpidio, 07 Dicembre 2012

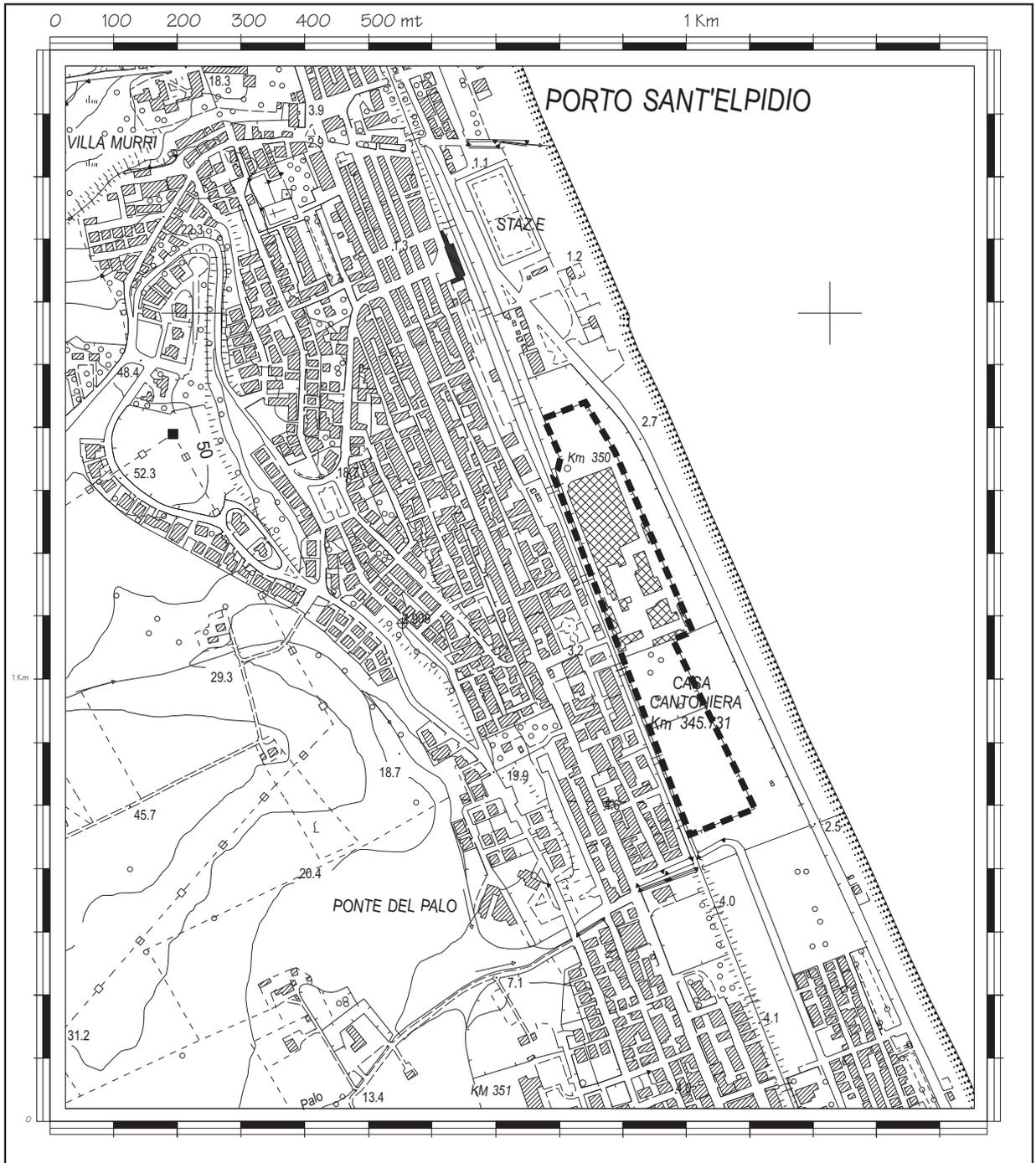
il geologo
Dr. Massimo Basili
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE
geologo specialista
numero. 277, albo sezione A (1989)



COROGRAFIA



Scala 1:10.000



stralcio Carta Tecnica Regionale n.304100-304140, comune di Porto Sant'Elpidio (FM)



AREA DI INDAGINE

CARTA GEOLOGICA e GEOMORFOLOGICA

scala 1:5 000

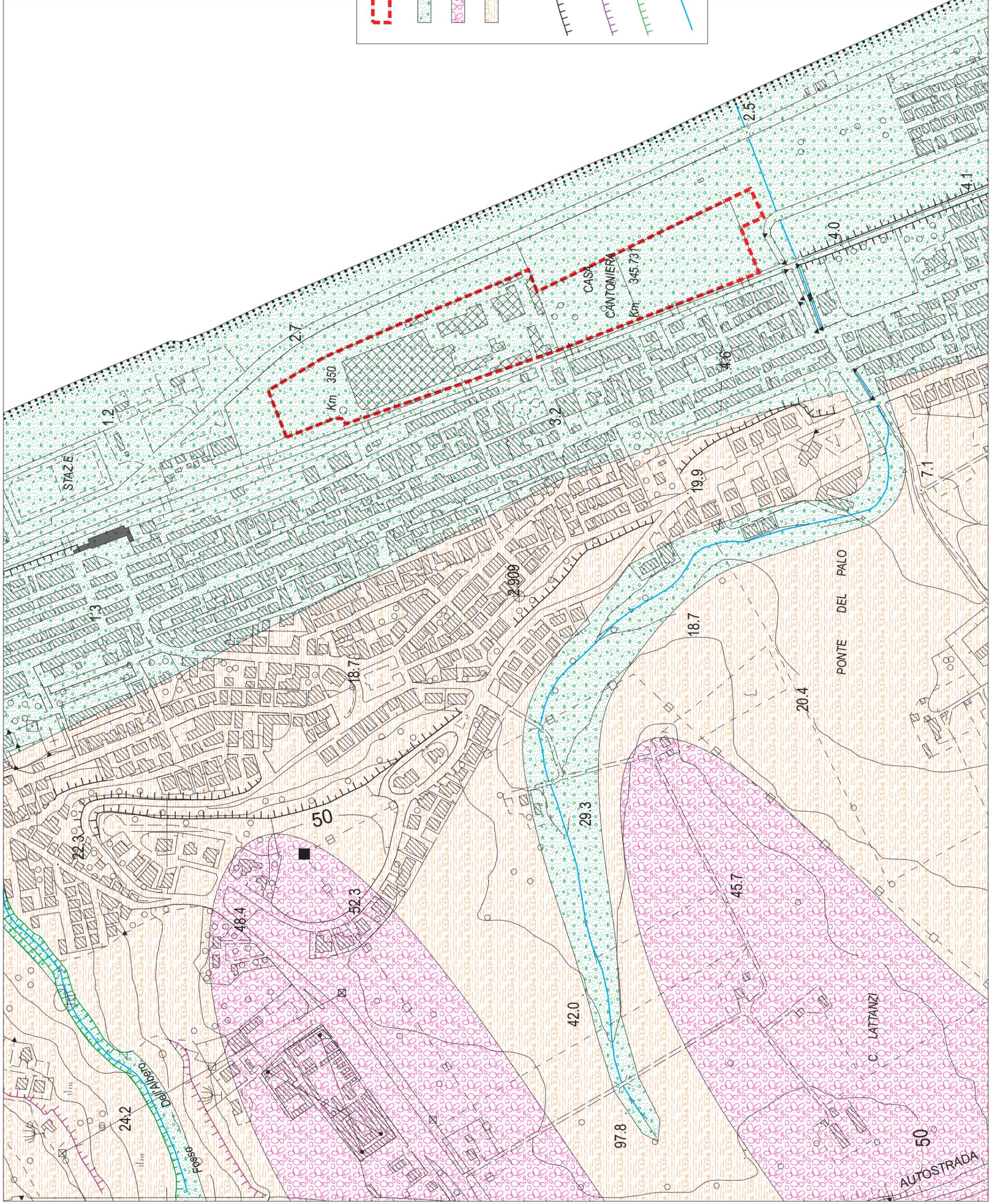


TAV.1



LEGENDA

	ingombro area in esame
	Depositi alluvionali e/o costieri attuali (IV ordine) - Ghiale e sabbie
	Depositi alluvionali terrazzati antichi (III ordine) - Ghiale e sabbie
	Depositi colluviali (coltre) interdigerati a depositi alluvionali e/o costieri - Limi sabbiosi con ciottoli e/o Limi argillosi
	scarpata antropica
	forme e processi antropici
	scarpata strutturale
	forme e processi poligenici
	scarpata di erosione fluviale recente e attuale
	forme e processi dovuti alle acque superficiali
	reticolo idrografico



S1

INGEO SAS DI ROBERTO D'AMBROSIO & C SONDAGGIO 1

DOCUMENTAZIONE REPERITA

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

Località: Via Faleria PORTO SANT'ELPIDIO (FM)

Data Luglio 2007

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T.	Pocket Penetrometro	Wave Test	Campioni	Diam. Foro	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzazione	Aspirazione	Calog.	Piezometro
				0 20 40 60 80 100										I-(1)
1		riporto costituito da materiali incoerenti, angolo d'attrito:31.2, ED:51.3												
2		sabbia ghiaiosa addensata, angolo d'attrito 35.1°, ED: 79.5 gamma: 2,08 t/m3	2.00										2.00	
3														
4		sabbia grossolana moderatamente addensata, angolo d'attrito 32.1°, ED: 58,05, gamma: 1.88 t/m3	4.00											
5		sabbia grossolana addensata con elementi ghiaiosi, angolo d'attrito 36.6°, ED: 90.6	5.00											
6														
7														
8														
9		argilla con limo moderatamente consistente, CU:0,49, ED:35.7	9.00											
10														
11														
12		sabbia con limo colore giallo addensata, angolo d'attrito:36.6, ED:90.6, gamma: 2,14 t/m3	12.07											
13		sabbia argillosa con elementi ghiaiosi addensata, angolo d'attrito: 36.6, ED: 90.6, gamma: 2,18t/m3	13.00											
14														
15		ghiaia sabbiosa con ghiaia grossolana arrotondata, molto addensata, angolo d'attrito 38.2, ED:102.8, gamma: 2,19 t/m3	15.00											
16														
17														
18														
19		argilla argillosa grigio azzurra estremamente consistente, CU:4.95, ED: 336.1	18.50											
20														
21														
22			22.00							(CS) 22.00	(RM) 22.00			

S5

INGEO SAS DI ROBERTO D'AMBROSIO & C SONDAGGIO 5

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

Località: Via Faleria PORTO SANT'ELPIDIO (FM)

Data Luglio 2007

DOCUMENTAZIONE REPERITA

Scala	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T.	Pocket Penetration	Standard Test	Campioni	Diam. Foro	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzazione	Zona di Riferimento	Piezometro
1		riporto costituito da materiali incoerenti tra cui ceneri e pirite											
2		ghiaia grossolana con blocchi cementati	1.60									2.00	
3		sabbia ghiaiosa con elementi cementati	3.30										
4		argilla grigia	6.00										
5		argilla grigia	6.00										
6		argilla ocrea	7.40										
7		argilla ocrea	7.40										
8		argilla ocrea	7.40										
9		argilla ocrea	7.40										
10		sabbia color nocciola	10.40										
11		sabbia color nocciola	10.40										
12		sabbia color nocciola	10.40										
13		sabbia color nocciola	10.40										
14		sabbia color nocciola	10.40										
15		formazione alterata	15.40										
16		formazione alterata	15.40										
17		argilla grigio azzurra plastica	17.00										
18		argilla grigio azzurra plastica	17.00										
19		argilla grigio azzurra plastica	17.00										
20		argilla grigio azzurra plastica	17.00										
21		argilla grigio azzurra plastica	17.00										
22		argilla grigio azzurra plastica	17.00										
			20.74							(CS) 20.00	(RM) 20.00		

P-(1)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE DPSH

CARATTERISTICHE TECNICHE STRUMENTALI

Tipo:	Pagani TG 63-100 EML.C
Peso maglio:	63.5 Kg
Altezza di caduta:	75.0 cm
Peso sistema di battuta:	0.63 Kg
Diametro punta conica:	5.1 cm
Area di base punta	20.43 cmq
Lunghezza aste: 100 cm	
Peso aste:	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta:	40 cm
Avanzamento punta:	20 cm
Angolo di apertura punta:	60°

CLASSIFICAZIONE ISSMFE (1988) DELLE SONDE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa battente in Kg
Leggero	DPL (Light)	M<10
Medio	DPM (Medium)	10<M<40
Pesante	DPH (Heavy)	40<M<60
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	M>60

LEGENDA PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA

Nr	= numero colpi;
Nspt	= numero colpi SPT ($Nr \cdot \text{coefficiente di correlazione pari a } 1.489$);
γ	= peso di volume del terreno;
σ	= pressione verticale efficace;
C	= coefficiente di efficienza strumentale e riduzione litostatica;
N'	= numero colpi corretto ($Nr \cdot C$);
Q.din	= resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N) FORMULA OLANDESE $Rdp = M^2 H / (A e (M+P)) = M^2 H N / (A \delta (M+P))$;
Cu	= coesione non drenata;
Ed	= modulo edometrico;
Dr	= densità relativa (Meyerhof, 1957);
ϕ	= angolo di attrito;
Es	= modulo di elasticità;
Ris. liq.	= $a > 0.2g$, $I > VIII$ Mercalli (Shi-Ming, 1982)

PROVA DPSH 1

Committente: Ex FIM srl

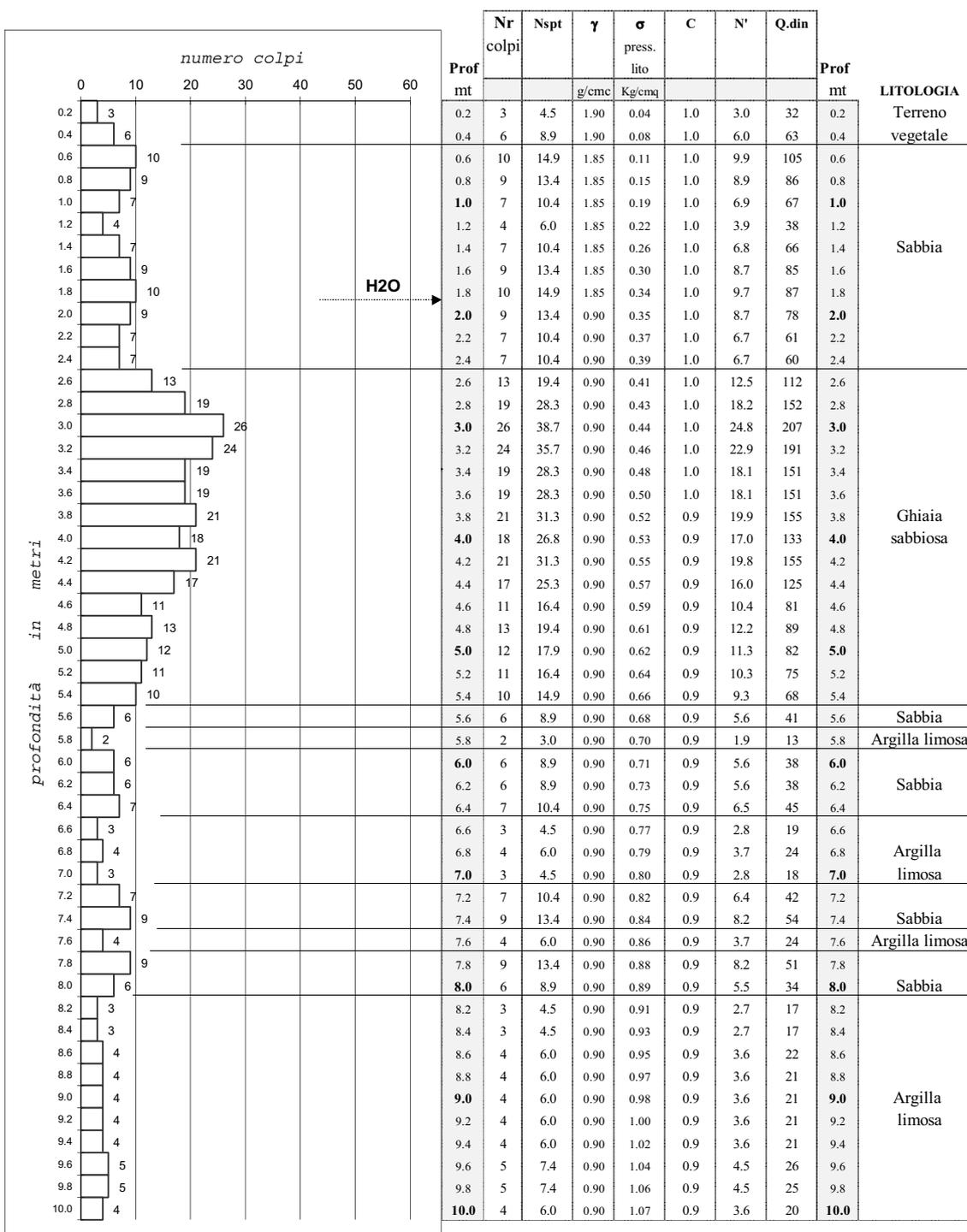
Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

Comune:

data: 27 Novembre 2012

Falda -1.80 mt p.c.

note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA DPSH 1

Committente: Ex FIM srl

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANT'ELPIDIO (FM)

data: 27 Novembre 2012

Falda -1.80 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof	Nr colpi	Q.din	γ	σ press. lito	NATURA COESIVA		NATURA GRANULARE				Prof					
						Cu coesione non drenata	Ed modulo edometrico	Dr %	ϕ angolo attrito	Es modulo elasticità	rischio liquefazione		Kg/cmq	kg/cmq	gradi	kg/cmq	mt
Terreno vegetale	0.2	3	32	1.90	0.04		76							0.2			
	0.4	6	63	1.90	0.08		152							0.4			
Sabbia	0.6	10	105	1.85	0.11				>80	32.4	252			0.6			
	0.8	9	86	1.85	0.15				>80	31.3	207			0.8			
	1.0	7	67	1.85	0.19				71	30.1	160			1.0			
	1.2	4	38	1.85	0.22				52	28.6	91			1.2			
	1.4	7	66	1.85	0.26				68	30.1	159			1.4			
	1.6	9	85	1.85	0.30				75	31.2	204			1.6			
	1.8	10	87	1.85	0.34				78	31.3	208			1.8			
	2.0	9	78	0.90	0.35				73	30.8	187			2.0			
	2.2	7	61	0.90	0.37				64	29.7	145			2.2			
	2.4	7	60	0.90	0.39				63	29.7	145			2.4			
Ghiaia sabbiosa	2.6	13	112	0.90	0.41				>80	32.8	269			2.6			
	2.8	19	152	0.90	0.43				>80	34.4	364			2.8			
	3.0	26	207	0.90	0.44				>80	36.2	497			3.0			
	3.2	24	191	0.90	0.46				>80	35.8	458			3.2			
	3.4	19	151	0.90	0.48				>80	34.4	362			3.4			
	3.6	19	151	0.90	0.50				>80	34.4	361			3.6			
	3.8	21	155	0.90	0.52				>80	34.5	372			3.8			
	4.0	18	133	0.90	0.53				>80	33.7	318			4.0			
	4.2	21	155	0.90	0.55				>80	34.5	371			4.2			
	4.4	17	125	0.90	0.57				>80	33.4	300			4.4			
	4.6	11	81	0.90	0.59				72	30.9	194			4.6			
	4.8	13	89	0.90	0.61				78	31.5	214			4.8			
5.0	12	82	0.90	0.62				74	31.0	197			5.0				
5.2	11	75	0.90	0.64				71	30.6	180			5.2				
5.4	10	68	0.90	0.66				67	30.2	164			5.4				
Sabbia	5.6	6	41	0.90	0.68				51	28.6	98			5.6			
Argilla limosa	5.8	2	13	0.90	0.70	0.54	31							5.8			
Sabbia	6.0	6	38	0.90	0.71				51	28.6	92			6.0			
	6.2	6	38	0.90	0.73				50	28.6	92			6.2			
	6.4	7	45	0.90	0.75				54	28.8	107			6.4			
Argilla limosa	6.6	3	19	0.90	0.77	0.70	46							6.6			
	6.8	4	24	0.90	0.79	0.80	57							6.8			
7.0	3	18	0.90	0.80	0.67	43							7.0				
Sabbia	7.2	7	42	0.90	0.82				52	28.6	100			7.2			
	7.4	9	54	0.90	0.84				59	29.3	128			7.4			
Argilla limosa	7.6	4	24	0.90	0.86	0.80	57							7.6			
Sabbia	7.8	9	51	0.90	0.88				58	29.1	121			7.8			
	8.0	6	34	0.90	0.89				47	28.1	81			8.0			
Argilla limosa	8.2	3	17	0.90	0.91	0.65	40							8.2			
	8.4	3	17	0.90	0.93	0.64	40							8.4			
	8.6	4	22	0.90	0.95	0.77	53							8.6			
	8.8	4	21	0.90	0.97	0.74	51							8.8			
	9.0	4	21	0.90	0.98	0.74	51							9.0			
	9.2	4	21	0.90	1.00	0.74	51							9.2			
	9.4	4	21	0.90	1.02	0.74	50							9.4			
	9.6	5	26	0.90	1.04	0.84	63							9.6			
	9.8	5	25	0.90	1.06	0.82	60							9.8			
	10.0	4	20	0.90	1.07	0.72	48							10.0			

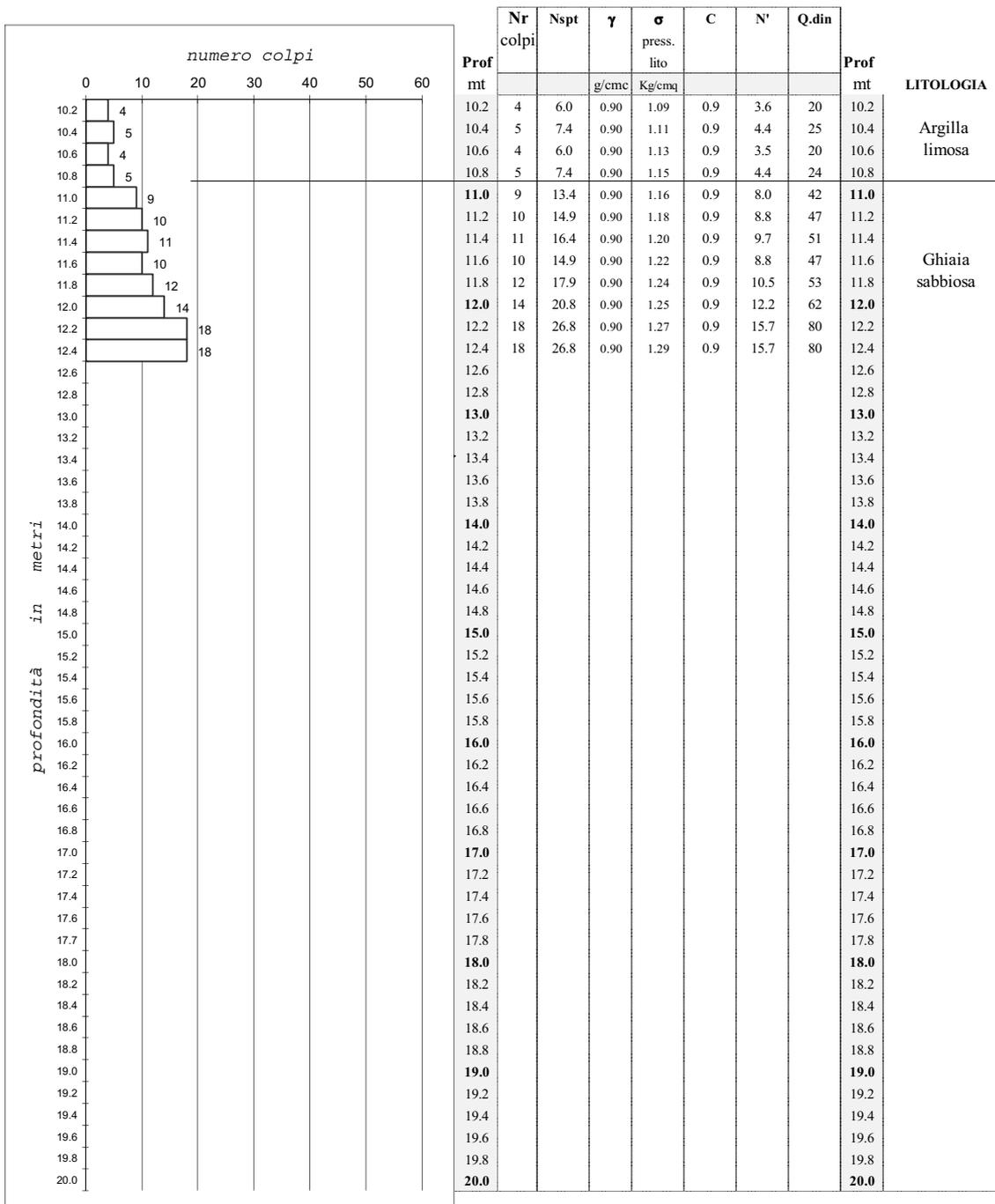
Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA DPSH 1

Committente: Ex FIM srl
 Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)
 Comune:
 data: 27 Novembre 2012
 Falda -1.80 mt p.c.
 note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100
 Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)
 Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA DPSH 1

Committente: Ex FIM srl

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

data: 27 Novembre 2012

Falda -1.80 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof mt	Nr colpi	Q.din	γ g/cm ³	σ press. lito Kg/cm ²	NATURA COESIVA		NATURA GRANULARE				Prof mt	
						Cu coesione non drenata	Ed modulo edometrico medie	Dr %	ϕ angolo attrito	Es modulo elasticità medie	rischio liquefazione		
													Kg/cm ²
Argilla limosa	10.2	4	20	0.90	1.09	0.72	48					10.2	
	10.4	5	25	0.90	1.11	0.81	59					10.4	
	10.6	4	20	0.90	1.13	0.71	47					10.6	
	10.8	5	24	0.90	1.15	0.79	56					10.8	
Ghiaia sabbiosa	11.0	9	42	0.90	1.16			53	28.6	101		11.0	
	11.2	10	47	0.90	1.18			55	28.9	113		11.2	
	11.4	11	51	0.90	1.20			58	29.2	124		11.4	
	11.6	10	47	0.90	1.22			55	28.9	112		11.6	
	11.8	12	53	0.90	1.24			59	29.3	128		11.8	
	12.0	14	62	0.90	1.25			64	29.8	149		12.0	
	12.2	18	80	0.90	1.27			72	30.9	192		12.2	
	12.4	18	80	0.90	1.29			72	30.9	191		12.4	
	12.6												12.6
	12.8												12.8
	13.0												13.0
	13.2												13.2
	13.4												13.4
	13.6												13.6
	13.8												13.8
	14.0												14.0
	14.2												14.2
	14.4												14.4
	14.6												14.6
	14.8												14.8
	15.0												15.0
	15.2												15.2
	15.4												15.4
	15.6												15.6
	15.8												15.8
	16.0												16.0
16.2												16.2	
16.4												16.4	
16.6												16.6	
16.8												16.8	
17.0												17.0	
17.2												17.2	
17.4												17.4	
17.6												17.6	
17.8												17.7	
18.0												18.0	
18.2												18.2	
18.4												18.4	
18.6												18.6	
18.8												18.8	
19.0												19.0	
19.2												19.2	
19.4												19.4	
19.6												19.6	
19.8												19.8	
20.0												20.0	

Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA DPSH 2

Committente: Ex FIM srl

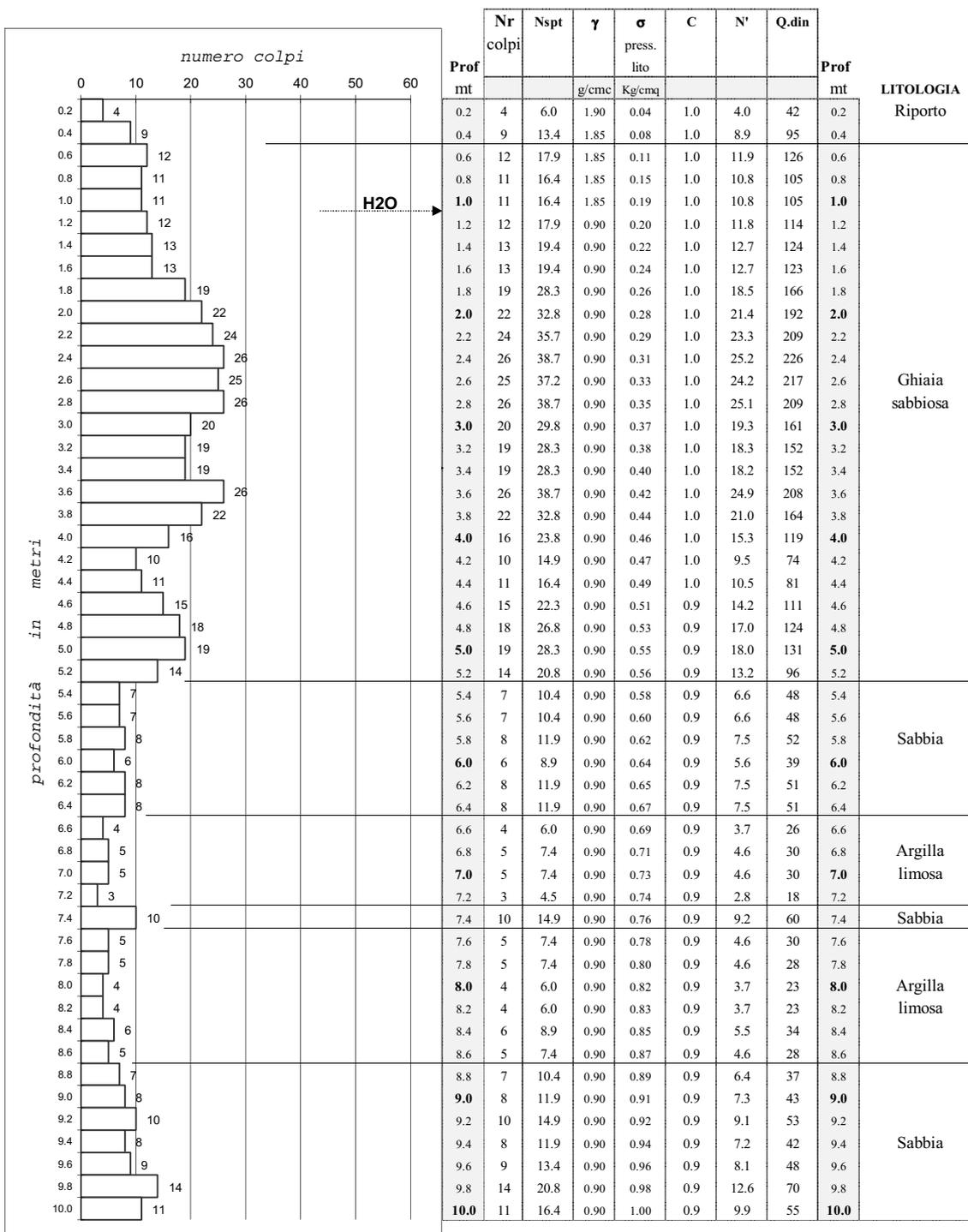
Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

Comune:

data: 27 Novembre 2012

Falda -1.00 mt p.c.

note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA DPSH 2

Committente: Ex FIM srl

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANT'ELPIDIO (FM)

data: 27 Novembre 2012

Falda -1.00 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof	Nr colpi	Q.din	γ	σ press. lito	NATURA COESIVA		NATURA GRANULARE				Prof	
						Cu coesione non drenata	Ed modulo edometrico	Dr %	ϕ angolo attrito	Es modulo elasticità	rischio liquefazione		mt
Riporto	0.2	4	42	1.90	0.04		101						0.2
	0.4	9	95	1.85	0.08		227						0.4
Ghiaia sabbiosa	0.6	12	126	1.85	0.11				>80	33.5	302		0.6
	0.8	11	105	1.85	0.15				>80	32.4	253		0.8
	1.0	11	105	1.85	0.19				>80	32.4	252		1.0
	1.2	12	114	0.90	0.20				>80	33.0	274		1.2
	1.4	13	124	0.90	0.22				>80	33.4	297		1.4
	1.6	13	123	0.90	0.24				>80	33.4	296		1.6
	1.8	19	166	0.90	0.26				>80	34.9	399		1.8
	2.0	22	192	0.90	0.28				>80	35.9	461		2.0
	2.2	24	209	0.90	0.29				>80	36.3	502		2.2
	2.4	26	226	0.90	0.31				>80	36.5	543		2.4
	2.6	25	217	0.90	0.33				>80	36.4	521	349	2.6
	2.8	26	209	0.90	0.35				>80	36.3	502		2.8
	3.0	20	161	0.90	0.37				>80	34.7	386		3.0
	3.2	19	152	0.90	0.38				>80	34.4	366		3.2
	3.4	19	152	0.90	0.40				>80	34.4	365		3.4
	3.6	26	208	0.90	0.42				>80	36.2	499		3.6
	3.8	22	164	0.90	0.44				>80	34.8	393		3.8
4.0	16	119	0.90	0.46				>80	33.2	285		4.0	
4.2	10	74	0.90	0.47				73	30.6	178		4.2	
4.4	11	81	0.90	0.49				76	31.0	195		4.4	
4.6	15	111	0.90	0.51				>80	32.8	266		4.6	
4.8	18	124	0.90	0.53				>80	33.4	299		4.8	
5.0	19	131	0.90	0.55				>80	33.7	315		5.0	
5.2	14	96	0.90	0.56				>80	31.9	232		5.2	
Sabbia	5.4	7	48	0.90	0.58				58	29.0	116		5.4
	5.6	7	48	0.90	0.60				57	29.0	115		5.6
	5.8	8	52	0.90	0.62				61	29.2	124	116	5.8
	6.0	6	39	0.90	0.64				52	28.7	93		6.0
	6.2	8	51	0.90	0.65				60	29.2	123		6.2
	6.4	8	51	0.90	0.67				59	29.2	123		6.4
Argilla limosa	6.6	4	26	0.90	0.69	0.83	61						6.6
	6.8	5	30	0.90	0.71	0.91	72	62					6.8
	7.0	5	30	0.90	0.73	0.90	72						7.0
	7.2	3	18	0.90	0.74	0.68	43						7.2
Sabbia	7.4	10	60	0.90	0.76				64	29.7	144		7.4
Argilla limosa	7.6	5	30	0.90	0.78	0.90	72						7.6
	7.8	5	28	0.90	0.80	0.87	68						7.8
	8.0	4	23	0.90	0.82	0.77	54						8.0
	8.2	4	23	0.90	0.83	0.77	54	66					8.2
	8.4	6	34	0.90	0.85	1.01	81						8.4
	8.6	5	28	0.90	0.87	0.87	67						8.6
Sabbia	8.8	7	37	0.90	0.89				51	28.6	89		8.8
	9.0	8	43	0.90	0.91				54	28.7	102		9.0
	9.2	10	53	0.90	0.92				60	29.3	127		9.2
	9.4	8	42	0.90	0.94				54	28.6	102	119	9.4
	9.6	9	48	0.90	0.96				56	29.0	114		9.6
	9.8	14	70	0.90	0.98				70	30.3	169		9.8
	10.0	11	55	0.90	1.00				62	29.4	132		10.0

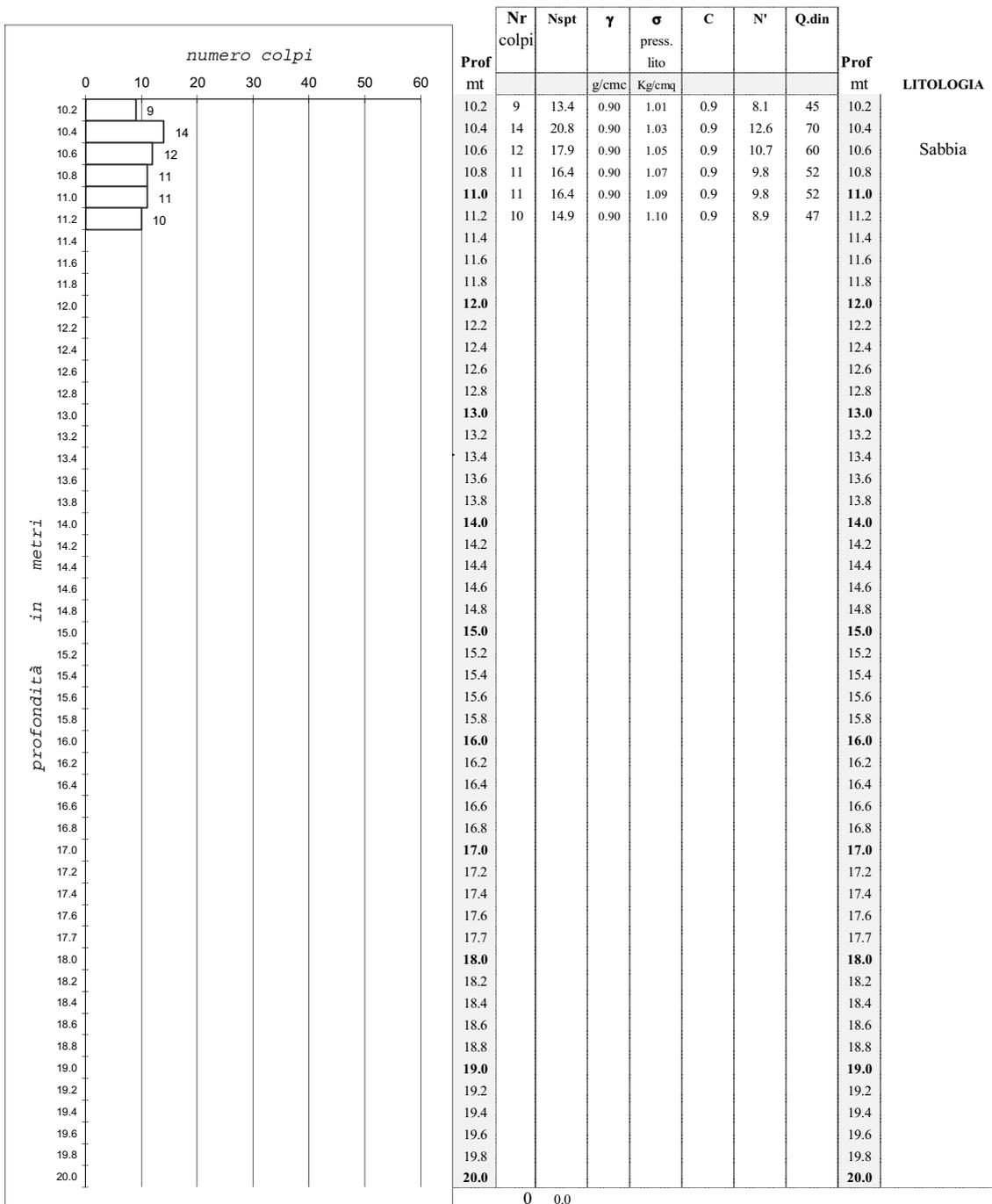
Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA DPSH 2

Committente: Ex FIM srl
 Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)
 Comune:
 data: 27 Novembre 2012
 Falda -1.00 mt p.c.
 note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100
 Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)
 Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA DPSH 2

Committente: Ex FIM srl

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

data: 27 Novembre 2012

Falda -1.00 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof mt	Nr colpi	Q.din	γ g/cm ³	σ Kg/cm ² lito	NATURA COESIVA		NATURA GRANULARE				Prof mt
						Cu coesione non drenata	Ed modulo edometrico medie	Dr %	ϕ angolo attrito	Es modulo elasticità medie	rischio liquefazione	
Sabbia	10.2	9	45	0.90	1.01			55	28.8	108		10.2
	10.4	14	70	0.90	1.03			69	30.3	168		10.4
	10.6	12	60	0.90	1.05			63	29.7	144	129	10.6
	10.8	11	52	0.90	1.07			60	29.2	125		10.8
	11.0	11	52	0.90	1.09			60	29.2	125		11.0
	11.2	10	47	0.90	1.10			57	28.9	114		11.2
	11.4											11.4
	11.6											11.6
	11.8											11.8
	12.0											12.0
	12.2											12.2
	12.4											12.4
	12.6											12.6
	12.8											12.8
	13.0											13.0
	13.2											13.2
	13.4											13.4
	13.6											13.6
	13.8											13.8
	14.0											14.0
	14.2											14.2
	14.4											14.4
	14.6											14.6
	14.8											14.8
	15.0											15.0
	15.2											15.2
	15.4											15.4
	15.6											15.6
	15.8											15.8
	16.0											16.0
	16.2											16.2
	16.4											16.4
	16.6											16.6
	16.8											16.8
	17.0											17.0
	17.2											17.2
	17.4											17.4
	17.6											17.6
	17.7											17.7
	18.0											18.0
	18.2											18.2
	18.4											18.4
	18.6											18.6
	18.8											18.8
	19.0											19.0
	19.2											19.2
	19.4											19.4
	19.6											19.6
	19.8											19.8
	20.0											20.0

Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 1

DOCUMENTAZIONE REPERITA

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

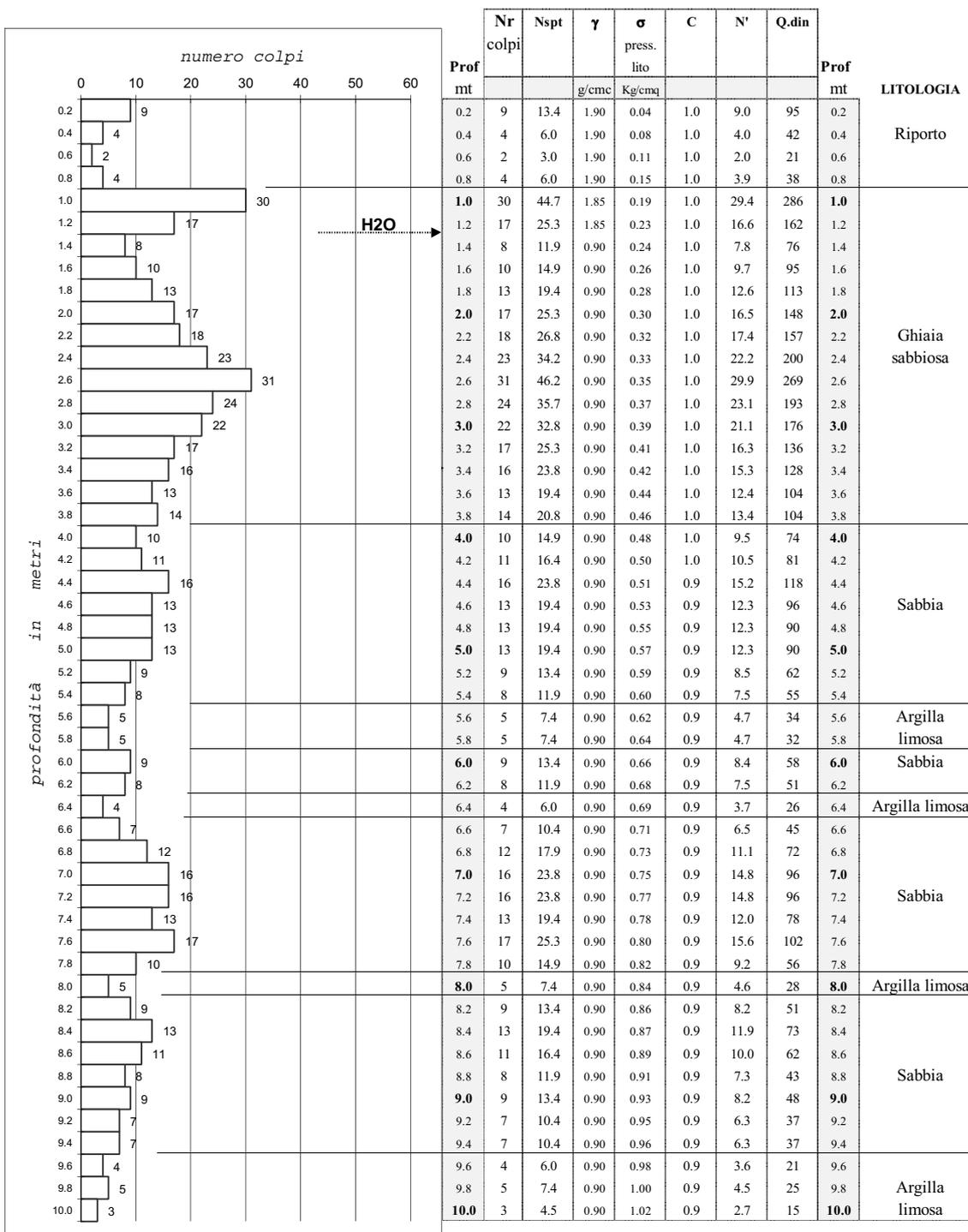
Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

Comune:

data: 23 Maggio 2007

Falda 1.2 mt p.c.

note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 1

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANT'ELPIDIO (FM)

data: 23 Maggio 2007

Falda 1.2 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof	Nr colpi	Q.din	γ	σ press. lito	NATURA COESIVA			NATURA GRANULARE				Prof	
						Cu coesione non drenata	Ed modulo edometrico		Dr %	ϕ angolo attrito	Es modulo elasticità	rischio liquefazione		
							Kg/cmq	kg/cmq						medie
mt	g/cm ³	Kg/cmq	Kg/cmq	gradi	kg/cmq	mt								
Riporto	0.2	9	95	1.90	0.04		228						0.2	
	0.4	4	42	1.90	0.08		101						0.4	
	0.6	2	21	1.90	0.11		50						0.6	
	0.8	4	38	1.90	0.15		92						0.8	
Ghiaia sabbiosa	1.0	30	286	1.85	0.19				>80	37.5	687			1.0
	1.2	17	162	1.85	0.23				>80	34.8	388			1.2
	1.4	8	76	0.90	0.24				73	30.7	182			1.4
	1.6	10	95	0.90	0.26				>80	31.8	227			1.6
	1.8	13	113	0.90	0.28				>80	32.9	272			1.8
	2.0	17	148	0.90	0.30				>80	34.3	355			2.0
	2.2	18	157	0.90	0.32				>80	34.6	376	375		2.2
	2.4	23	200	0.90	0.33				>80	36.1	479			2.4
	2.6	31	269	0.90	0.35				>80	37.2	645			2.6
	2.8	24	193	0.90	0.37				>80	35.9	463			2.8
	3.0	22	176	0.90	0.39				>80	35.3	423			3.0
	3.2	17	136	0.90	0.41				>80	33.8	326			3.2
	3.4	16	128	0.90	0.42				>80	33.5	307			3.4
	3.6	13	104	0.90	0.44				>80	32.3	249			3.6
3.8	14	104	0.90	0.46				>80	32.3	250			3.8	
Sabbia	4.0	10	74	0.90	0.48				72	30.6	178			4.0
	4.2	11	81	0.90	0.50				75	31.0	195			4.2
	4.4	16	118	0.90	0.51				>80	33.2	284			4.4
	4.6	13	96	0.90	0.53				>80	31.9	230	200		4.6
	4.8	13	90	0.90	0.55				80	31.5	215			4.8
	5.0	13	90	0.90	0.57				79	31.5	215			5.0
	5.2	9	62	0.90	0.59				65	29.8	148			5.2
	5.4	8	55	0.90	0.60				61	29.4	132			5.4
Argilla limosa	5.6	5	34	0.90	0.62	1.03	82							5.6
	5.8	5	32	0.90	0.64	0.97	77	80						5.8
Sabbia	6.0	9	58	0.90	0.66				63	29.6	139			6.0
	6.2	8	51	0.90	0.68				59	29.2	123	131		6.2
Argilla limosa	6.4	4	26	0.90	0.69	0.83	61							6.4
Sabbia	6.6	7	45	0.90	0.71				55	28.8	107			6.6
	6.8	12	72	0.90	0.73				71	30.4	173			6.8
	7.0	16	96	0.90	0.75				>80	31.9	231			7.0
	7.2	16	96	0.90	0.77				>80	31.9	230	187		7.2
	7.4	13	78	0.90	0.78				72	30.8	187			7.4
	7.6	17	102	0.90	0.80				>80	32.2	244			7.6
	7.8	10	56	0.90	0.82				63	29.5	136			7.8
	8.0	5	28	0.90	0.84									8.0
Sabbia	8.2	9	51	0.90	0.86				59	29.1	122			8.2
	8.4	13	73	0.90	0.87				70	30.5	175			8.4
	8.6	11	62	0.90	0.89				64	29.8	148			8.6
	8.8	8	43	0.90	0.91				54	28.7	102	120		8.8
	9.0	9	48	0.90	0.93				57	29.0	115			9.0
	9.2	7	37	0.90	0.95				50	28.6	89			9.2
Argilla limosa	9.4	7	37	0.90	0.96				50	28.5	89			9.4
	9.6	4	21	0.90	0.98	0.74	51							9.6
	9.8	5	25	0.90	1.00	0.82	60	49						9.8
	10.0	3	15	0.90	1.02	0.60	36							10.0

Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 1

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

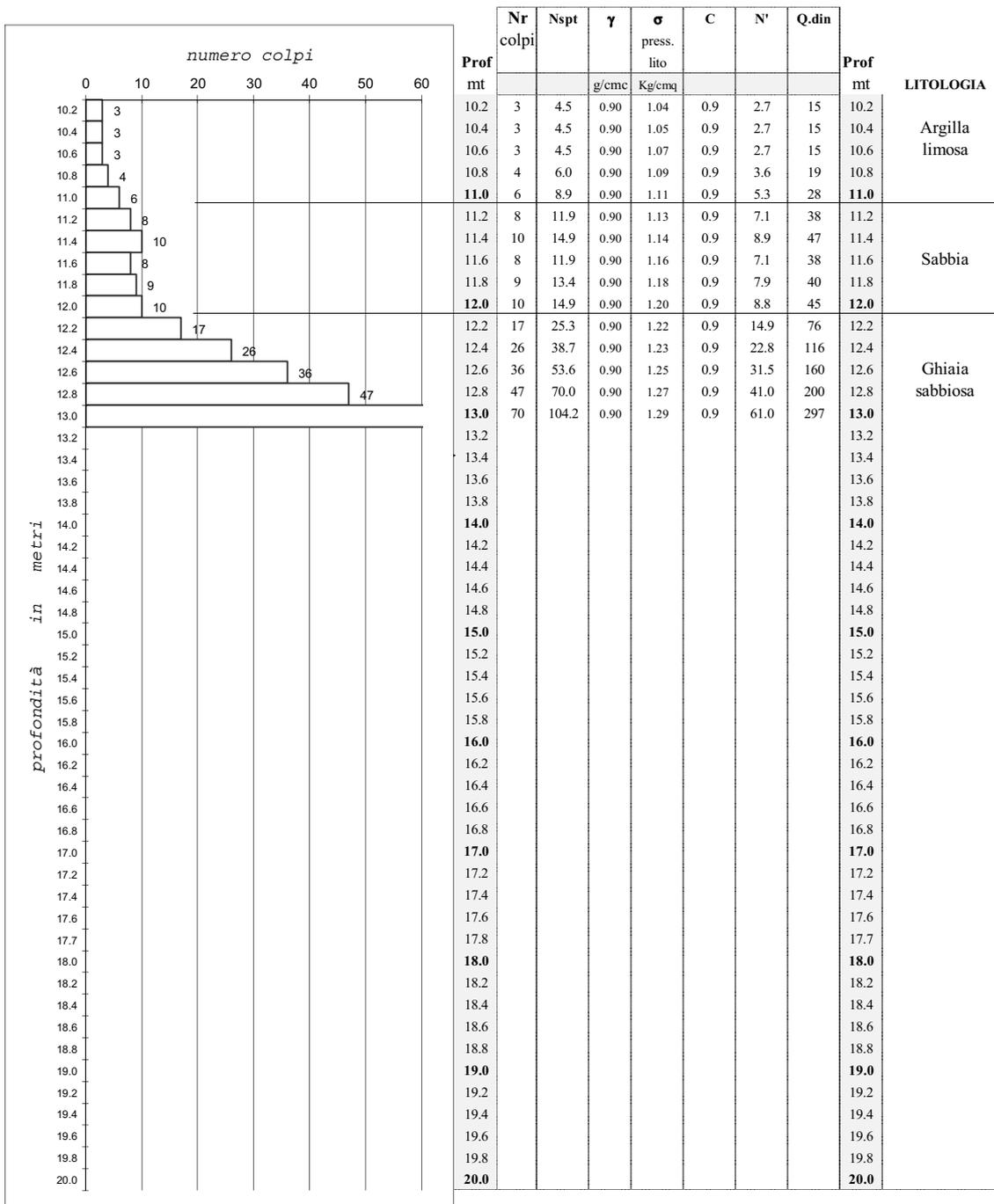
Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

Comune:

data: 23 Maggio 2007

Falda 1.2 mt p.c.

note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 1

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

data: 23 Maggio 2007

Falda 1.2 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof mt	Nr colpi	Q.din	γ g/cm ³	σ Kg/cm ² lito	NATURA COESIVA			NATURA GRANULARE				Prof mt
						Cu		Ed	Dr	ϕ	Es	rischio liquefazione	
						coesione non drenata	modulo edometrico		%	angolo attrito	modulo elasticità		
							medie				medie		
						Kg/cm ²	kg/cm ²		gradi	kg/cm ²			
Argilla limosa	10.2	3	15	0.90	1.04	0.60	36					10.2	
	10.4	3	15	0.90	1.05	0.60	36					10.4	
	10.6	3	15	0.90	1.07	0.60	36	44				10.6	
	10.8	4	19	0.90	1.09	0.70	45					10.8	
	11.0	6	28	0.90	1.11	0.87	68					11.0	
Sabbia	11.2	8	38	0.90	1.13				50	28.6	91		11.2
	11.4	10	47	0.90	1.14				56	28.9	113		11.4
	11.6	8	38	0.90	1.16				50	28.6	90	100	11.6
	11.8	9	40	0.90	1.18				52	28.5	97		11.8
	12.0	10	45	0.90	1.20				55	28.8	107		12.0
Ghiaia sabbiosa	12.2	17	76	0.90	1.22				71	30.7	182		12.2
	12.4	26	116	0.90	1.23				>80	33.1	278		12.4
	12.6	36	160	0.90	1.25				>80	34.7	384	408	12.6
	12.8	47	200	0.90	1.27				>80	36.1	480		12.8
	13.0	70	297	0.90	1.29				>80	37.6	713		13.0
	13.2												13.2
	13.4												13.4
	13.6												13.6
	13.8												13.8
	14.0												14.0
	14.2												14.2
	14.4												14.4
	14.6												14.6
	14.8												14.8
	15.0												15.0
	15.2												15.2
	15.4												15.4
	15.6												15.6
	15.8												15.8
	16.0												16.0
	16.2												16.2
	16.4												16.4
	16.6												16.6
	16.8												16.8
	17.0												17.0
	17.2												17.2
	17.4												17.4
	17.6												17.6
	17.8												17.8
	18.0												18.0
	18.2												18.2
	18.4												18.4
	18.6												18.6
	18.8												18.8
	19.0												19.0
	19.2												19.2
	19.4												19.4
	19.6												19.6
	19.8												19.8
	20.0												20.0

Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 2

DOCUMENTAZIONE REPERITA

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

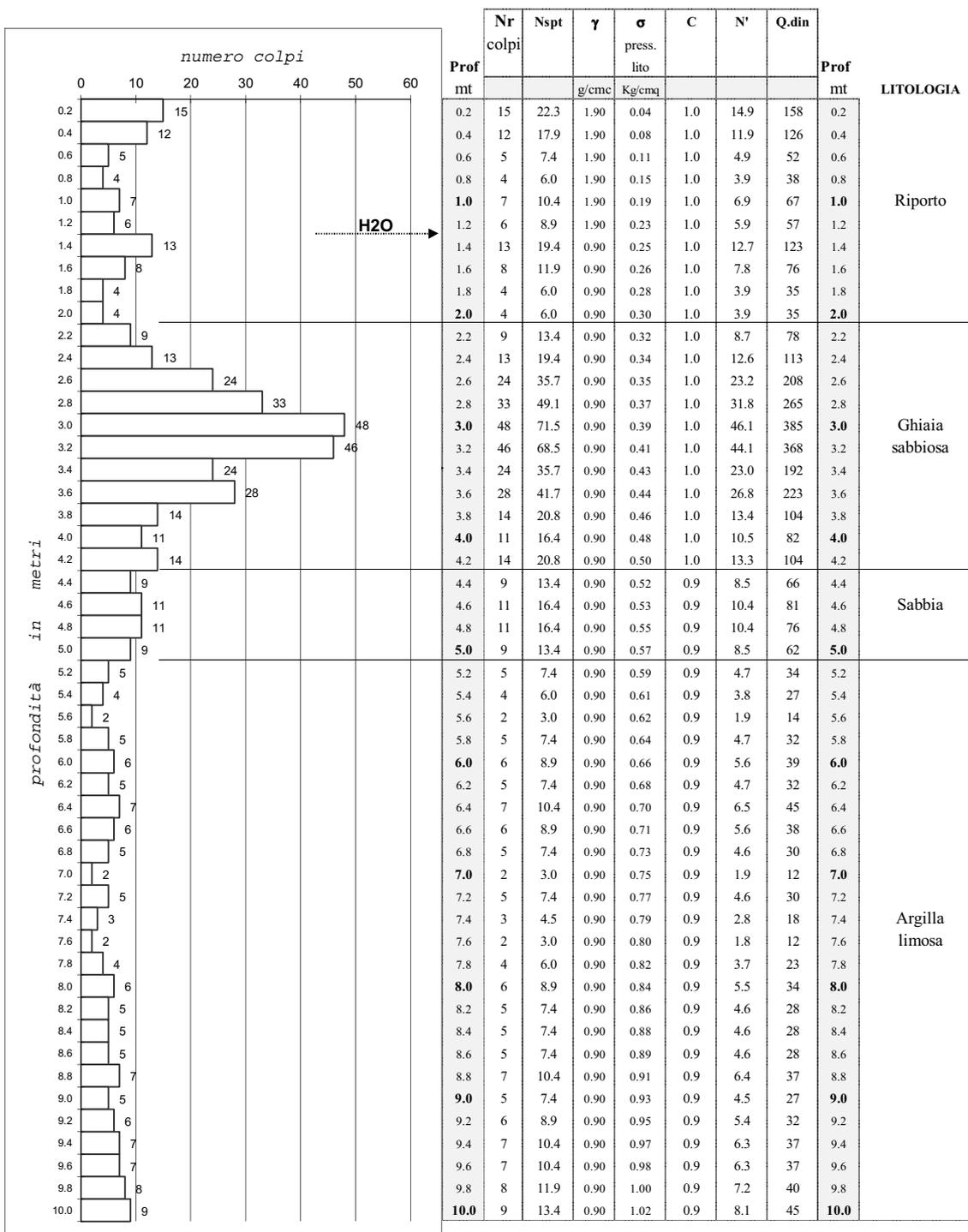
Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANT'ELPIDIO (FM)

Comune:

data: 23 Maggio 2007

Falda 1.2 mt p.c.

note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 2

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANT'ELPIDIO (FM)

data: 23 Maggio 2007

Falda 1.2 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof mt	Nr colpi	Q.din	γ g/cmc	σ press. lito Kg/cmq	NATURA COESIVA		NATURA GRANULARE				Prof mt	
						Cu coesione non drenata Kg/cmq	Ed modulo edometrico Kg/cmq	Dr % gradi	ϕ angolo attrito gradi	Es modulo elasticità kg/cmq	rischio liquefazione		
													medie
Riporto	0.2	15	158	1.90	0.04		380						0.2
	0.4	12	126	1.90	0.08		303						0.4
	0.6	5	52	1.90	0.11		126						0.6
	0.8	4	38	1.90	0.15		92						0.8
	1.0	7	67	1.90	0.19		160						1.0
	1.2	6	57	1.90	0.23		137						1.2
	1.4	13	123	0.90	0.25		296						1.4
	1.6	8	76	0.90	0.26		182						1.6
	1.8	4	35	0.90	0.28		84						1.8
	2.0	4	35	0.90	0.30		84						2.0
Ghiaia sabbiosa	2.2	9	78	0.90	0.32				75	30.8	188		2.2
	2.4	13	113	0.90	0.34				>80	32.9	271		2.4
	2.6	24	208	0.90	0.35				>80	36.2	499		2.6
	2.8	33	265	0.90	0.37				>80	37.1	636		2.8
	3.0	48	385	0.90	0.39				>80	39.0	923		3.0
	3.2	46	368	0.90	0.41				>80	38.8	883	463	3.2
	3.4	24	192	0.90	0.43				>80	35.9	460		3.4
	3.6	28	223	0.90	0.44				>80	36.5	536		3.6
	3.8	14	104	0.90	0.46				>80	32.3	250		3.8
	4.0	11	82	0.90	0.48				76	31.0	196		4.0
4.2	14	104	0.90	0.50				>80	32.3	249		4.2	
Sabbia	4.4	9	66	0.90	0.52				68	30.1	160		4.4
	4.6	11	81	0.90	0.53				74	31.0	195	171	4.6
	4.8	11	76	0.90	0.55				73	30.7	182		4.8
	5.0	9	62	0.90	0.57				66	29.8	149		5.0
Argilla limosa	5.2	5	34	0.90	0.59	1.03	82						5.2
	5.4	4	27	0.90	0.61	0.86	66						5.4
	5.6	2	14	0.90	0.62	0.56	33						5.6
	5.8	5	32	0.90	0.64	0.96	77						5.8
	6.0	6	39	0.90	0.66	1.16	92						6.0
	6.2	5	32	0.90	0.68	0.96	77						6.2
	6.4	7	45	0.90	0.70	1.34	107						6.4
	6.6	6	38	0.90	0.71	1.15	92						6.6
	6.8	5	30	0.90	0.73	0.90	72						6.8
	7.0	2	12	0.90	0.75	0.51	29						7.0
	7.2	5	30	0.90	0.77	0.90	72						7.2
	7.4	3	18	0.90	0.79	0.67	43	73					7.4
	7.6	2	12	0.90	0.80	0.51	29						7.6
	7.8	4	23	0.90	0.82	0.77	54						7.8
	8.0	6	34	0.90	0.84	1.01	81						8.0
	8.2	5	28	0.90	0.86	0.87	67						8.2
	8.4	5	28	0.90	0.88	0.87	67						8.4
	8.6	5	28	0.90	0.89	0.87	67						8.6
8.8	7	37	0.90	0.91	1.12	89						8.8	
9.0	5	27	0.90	0.93	0.84	64						9.0	
9.2	6	32	0.90	0.95	0.95	76						9.2	
9.4	7	37	0.90	0.97	1.11	89						9.4	
9.6	7	37	0.90	0.98	1.11	89						9.6	
9.8	8	40	0.90	1.00	1.20	96						9.8	
10.0	9	45	0.90	1.02	1.35	108						10.0	

Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 2

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

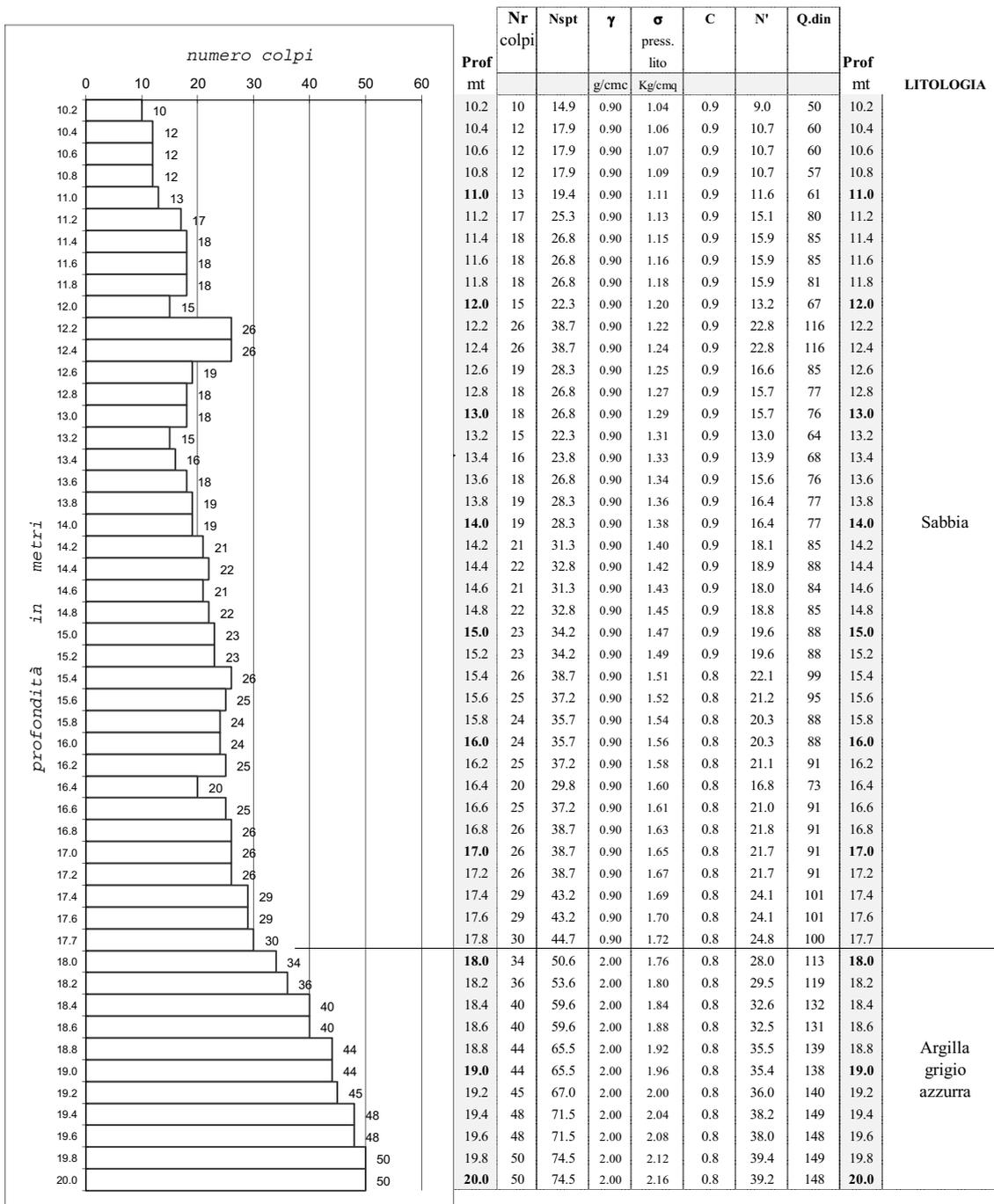
Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

Comune:

data: 23 Maggio 2007

Falda 1.2 mt p.c.

note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 2

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

data: 23 Maggio 2007

Falda 1.2 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof mt	Nr colpi	Q.din	γ Kg/cmq	σ lito Kg/cmq	NATURA COESIVA		NATURA GRANULARE				Prof mt
						Cu coesione non drenata Kg/cmq	Ed modulo edometrico Kg/cmq	Dr % gradi	ϕ angolo attrito	Es modulo elasticità Kg/cmq	rischio liquefazione	
Sabbia	10.2	10	50	0.90	1.04			58	29.1	120		10.2
	10.4	12	60	0.90	1.06			63	29.7	143		10.4
	10.6	12	60	0.90	1.07			63	29.7	143		10.6
	10.8	12	57	0.90	1.09			62	29.5	136		10.8
	11.0	13	61	0.90	1.11			64	29.8	147		11.0
	11.2	17	80	0.90	1.13			73	30.9	192	.	11.2
	11.4	18	85	0.90	1.15			75	31.2	203	.	11.4
	11.6	18	85	0.90	1.16			74	31.2	203	.	11.6
	11.8	18	81	0.90	1.18			74	30.9	194	.	11.8
	12.0	15	67	0.90	1.20			67	30.1	161	.	12.0
	12.2	26	116	0.90	1.22			>80	33.1	279	.	12.2
	12.4	26	116	0.90	1.24			>80	33.1	278	.	12.4
	12.6	19	85	0.90	1.25			74	31.2	203	.	12.6
	12.8	18	77	0.90	1.27			72	30.7	184	.	12.8
	13.0	18	76	0.90	1.29			71	30.7	183	.	13.0
	13.2	15	64	0.90	1.31			65	29.9	153	.	13.2
	13.4	16	68	0.90	1.33			67	30.2	162	.	13.4
	13.6	18	76	0.90	1.34			70	30.7	182	.	13.6
	13.8	19	77	0.90	1.36			72	30.7	184	.	13.8
	14.0	19	77	0.90	1.38			71	30.7	184	199	.
14.2	21	85	0.90	1.40			75	31.2	203	.	14.2	
14.4	22	88	0.90	1.42			76	31.4	212	.	14.4	
14.6	21	84	0.90	1.43			74	31.2	202	.	14.6	
14.8	22	85	0.90	1.45			75	31.2	203	.	14.8	
15.0	23	88	0.90	1.47			77	31.4	212	.	15.0	
15.2	23	88	0.90	1.49			76	31.4	211	.	15.2	
15.4	26	99	0.90	1.51			>80	32.1	239	.	15.4	
15.6	25	95	0.90	1.52			79	31.8	229	.	15.6	
15.8	24	88	0.90	1.54			77	31.4	211	.	15.8	
16.0	24	88	0.90	1.56			76	31.4	211	.	16.0	
16.2	25	91	0.90	1.58			77	31.6	219	.	16.2	
16.4	20	73	0.90	1.60			69	30.5	175	.	16.4	
16.6	25	91	0.90	1.61			77	31.6	218	.	16.6	
16.8	26	91	0.90	1.63			78	31.6	218	.	16.8	
17.0	26	91	0.90	1.65			77	31.6	218	.	17.0	
17.2	26	91	0.90	1.67			77	31.5	217	.	17.2	
17.4	29	101	0.90	1.69			>80	32.2	242	.	17.4	
17.6	29	101	0.90	1.70			>80	32.1	241	.	17.6	
17.8	30	100	0.90	1.72			>80	32.1	241	.	17.7	
Argilla grigio azzurra	18.0	34	113	2.00	1.76	3.39	271					18.0
	18.2	36	119	2.00	1.80	3.57	286					18.2
	18.4	40	132	2.00	1.84	3.95	316					18.4
	18.6	40	131	2.00	1.88	3.93	315					18.6
	18.8	44	139	2.00	1.92	4.16	333					18.8
	19.0	44	138	2.00	1.96	4.14	331	329				19.0
	19.2	45	140	2.00	2.00	4.21	337					19.2
	19.4	48	149	2.00	2.04	4.47	358					19.4
	19.6	48	148	2.00	2.08	4.45	356					19.6
	19.8	50	149	2.00	2.12	4.46	357					19.8
20.0	50	148	2.00	2.16	4.44	355					20.0	

Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 13

DOCUMENTAZIONE REPERITA

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

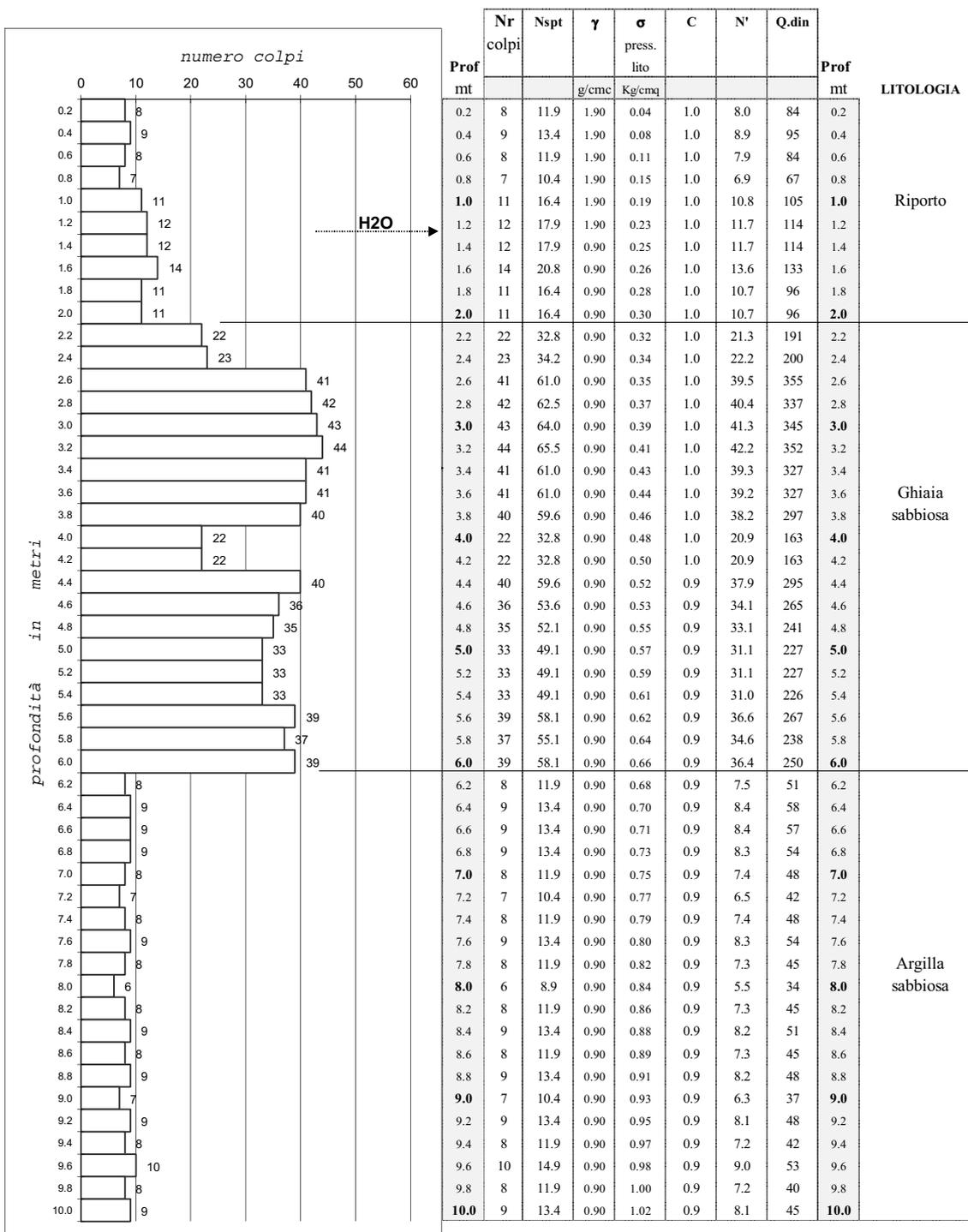
Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANT'ELPIDIO (FM)

Comune:

data: 13 Giugno 2007

Falda 1.2 mt p.c.

note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 13

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANT'ELPIDIO (FM)

data: 13 Giugno 2007

Falda 1.2 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof mt	Nr colpi	Q.din	γ g/cmq	σ press. lito Kg/cmq	NATURA COESIVA		NATURA GRANULARE				Prof mt	
						Cu coesione non drenata Kg/cmq	Ed modulo edometrico Kg/cmq	Dr % gradi	ϕ angolo attrito gradi	Es modulo elasticità Kg/cmq	rischio liquefazione		
													medie
Riporto	0.2	8	84	1.90	0.04		203						0.2
	0.4	9	95	1.90	0.08		227						0.4
	0.6	8	84	1.90	0.11		201						0.6
	0.8	7	67	1.90	0.15		161						0.8
	1.0	11	105	1.90	0.19		252						1.0
	1.2	12	114	1.90	0.23		274						1.2
	1.4	12	114	0.90	0.25		273						1.4
	1.6	14	133	0.90	0.26		318						1.6
	1.8	11	96	0.90	0.28		230						1.8
	2.0	11	96	0.90	0.30		230						2.0
Ghiaia sabbiosa	2.2	22	191	0.90	0.32				>80	35.8	459		2.2
	2.4	23	200	0.90	0.34				>80	36.1	479		2.4
	2.6	41	355	0.90	0.35				>80	38.6	852		2.6
	2.8	42	337	0.90	0.37				>80	38.3	809		2.8
	3.0	43	345	0.90	0.39				>80	38.4	827		3.0
	3.2	44	352	0.90	0.41				>80	38.5	845		3.2
	3.4	41	327	0.90	0.43				>80	38.1	786		3.4
	3.6	41	327	0.90	0.44				>80	38.1	784		3.6
	3.8	40	297	0.90	0.46				>80	37.6	713	635	3.8
	4.0	22	163	0.90	0.48				>80	34.8	391		4.0
	4.2	22	163	0.90	0.50				>80	34.8	391		4.2
	4.4	40	295	0.90	0.52				>80	37.6	709		4.4
	4.6	36	265	0.90	0.53				>80	37.1	637		4.6
	4.8	35	241	0.90	0.55				>80	36.8	580		4.8
	5.0	33	227	0.90	0.57				>80	36.5	545		5.0
	5.2	33	227	0.90	0.59				>80	36.5	544		5.2
	5.4	33	226	0.90	0.61				>80	36.5	543		5.4
	5.6	39	267	0.90	0.62				>80	37.2	641		5.6
5.8	37	238	0.90	0.64				>80	36.7	571		5.8	
6.0	39	250	0.90	0.66				>80	36.9	601		6.0	
Argilla sabbiosa	6.2	8	51	0.90	0.68	1.54	123						6.2
	6.4	9	58	0.90	0.70	1.73	138						6.4
	6.6	9	57	0.90	0.71	1.72	138						6.6
	6.8	9	54	0.90	0.73	1.62	130						6.8
	7.0	8	48	0.90	0.75	1.44	115						7.0
	7.2	7	42	0.90	0.77	1.26	101						7.2
	7.4	8	48	0.90	0.79	1.44	115						7.4
	7.6	9	54	0.90	0.80	1.61	129						7.6
	7.8	8	45	0.90	0.82	1.36	108						7.8
	8.0	6	34	0.90	0.84	1.01	81	113					8.0
	8.2	8	45	0.90	0.86	1.35	108						8.2
	8.4	9	51	0.90	0.88	1.52	121						8.4
	8.6	8	45	0.90	0.89	1.34	108						8.6
	8.8	9	48	0.90	0.91	1.43	115						8.8
	9.0	7	37	0.90	0.93	1.11	89						9.0
	9.2	9	48	0.90	0.95	1.43	114						9.2
9.4	8	42	0.90	0.97	1.27	101						9.4	
9.6	10	53	0.90	0.98	1.58	127						9.6	
9.8	8	40	0.90	1.00	1.20	96						9.8	
10.0	9	45	0.90	1.02	1.35	108						10.0	

Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 13

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

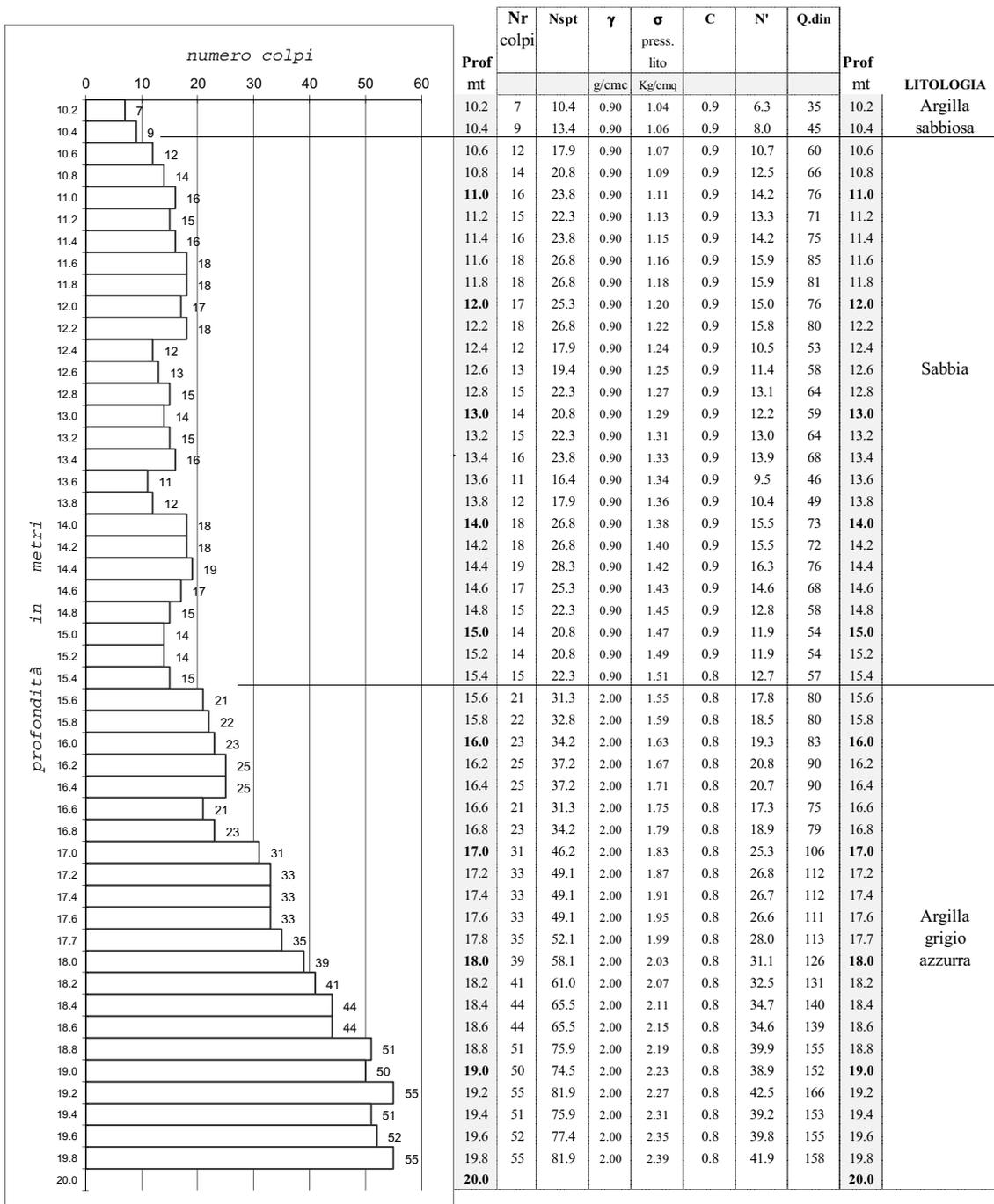
Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

Comune:

data: 13 Giugno 2007

Falda 1.2 mt p.c.

note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 13

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

data: 13 Giugno 2007

Falda 1.2 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof mt	Nr colpi	Q.din	γ g/cm ³	σ Kg/cm ² lito	NATURA COESIVA			NATURA GRANULARE				Prof mt
						Cu coesione non drenata	Ed modulo edometrico		Dr %	ϕ angolo attrito	Es modulo elasticità	rischio liquefazione	
							medie						
							Kg/cm ²	kg/cm ²					
Argilla sabbiosa	10.2	7	35	0.90	1.04	1.05	84						10.2
	10.4	9	45	0.90	1.06	1.34	108	96					10.4
Sabbia	10.6	12	60	0.90	1.07				63	29.7	143		10.6
	10.8	14	66	0.90	1.09				67	30.1	159	.	10.8
	11.0	16	76	0.90	1.11				71	30.6	181	.	11.0
	11.2	15	71	0.90	1.13				69	30.3	170	.	11.2
	11.4	16	75	0.90	1.15				71	30.6	181	.	11.4
	11.6	18	85	0.90	1.16				74	31.2	203	.	11.6
	11.8	18	81	0.90	1.18				74	30.9	194	.	11.8
	12.0	17	76	0.90	1.20				71	30.7	183	.	12.0
	12.2	18	80	0.90	1.22				73	30.9	193	.	12.2
	12.4	12	53	0.90	1.24				59	29.3	128		12.4
	12.6	13	58	0.90	1.25				61	29.6	139	158	12.6
	12.8	15	64	0.90	1.27				66	29.9	153		12.8
	13.0	14	59	0.90	1.29				63	29.7	143		13.0
	13.2	15	64	0.90	1.31				65	29.9	153		13.2
	13.4	16	68	0.90	1.33				67	30.2	162	.	13.4
	13.6	11	46	0.90	1.34				55	28.9	111		13.6
	13.8	12	49	0.90	1.36				57	29.0	116		13.8
	14.0	18	73	0.90	1.38				70	30.5	174	.	14.0
14.2	18	72	0.90	1.40				69	30.5	174	.	14.2	
14.4	19	76	0.90	1.42				71	30.7	183	.	14.4	
14.6	17	68	0.90	1.43				67	30.2	164	.	14.6	
14.8	15	58	0.90	1.45				62	29.6	138		14.8	
15.0	14	54	0.90	1.47				60	29.3	129		15.0	
15.2	14	54	0.90	1.49				59	29.3	129		15.2	
15.4	15	57	0.90	1.51				61	29.5	138		15.4	
Argilla grigio azzurra	15.6	21	80	2.00	1.55	2.40	192						15.6
	15.8	22	80	2.00	1.59	2.41	193						15.8
	16.0	23	83	2.00	1.63	2.50	200						16.0
	16.2	25	90	2.00	1.67	2.71	217						16.2
	16.4	25	90	2.00	1.71	2.70	216						16.4
	16.6	21	75	2.00	1.75	2.25	180						16.6
	16.8	23	79	2.00	1.79	2.37	190						16.8
	17.0	31	106	2.00	1.83	3.18	254						17.0
	17.2	33	112	2.00	1.87	3.37	269						17.2
	17.4	33	112	2.00	1.91	3.35	268						17.4
	17.6	33	111	2.00	1.95	3.33	267						17.6
	17.8	35	113	2.00	1.99	3.40	272	285					17.8
	18.0	39	126	2.00	2.03	3.77	301						18.0
	18.2	41	131	2.00	2.07	3.94	315						18.2
	18.4	44	140	2.00	2.11	4.21	336						18.4
	18.6	44	139	2.00	2.15	4.18	335						18.6
	18.8	51	155	2.00	2.19	4.66	373						18.8
	19.0	50	152	2.00	2.23	4.55	364						19.0
19.2	55	166	2.00	2.27	4.98	398						19.2	
19.4	51	153	2.00	2.31	4.59	367						19.4	
19.6	52	155	2.00	2.35	4.66	373						19.6	
19.8	55	158	2.00	2.39	4.74	380						19.8	
20.0													20.0

Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 24

DOCUMENTAZIONE REPERITA

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

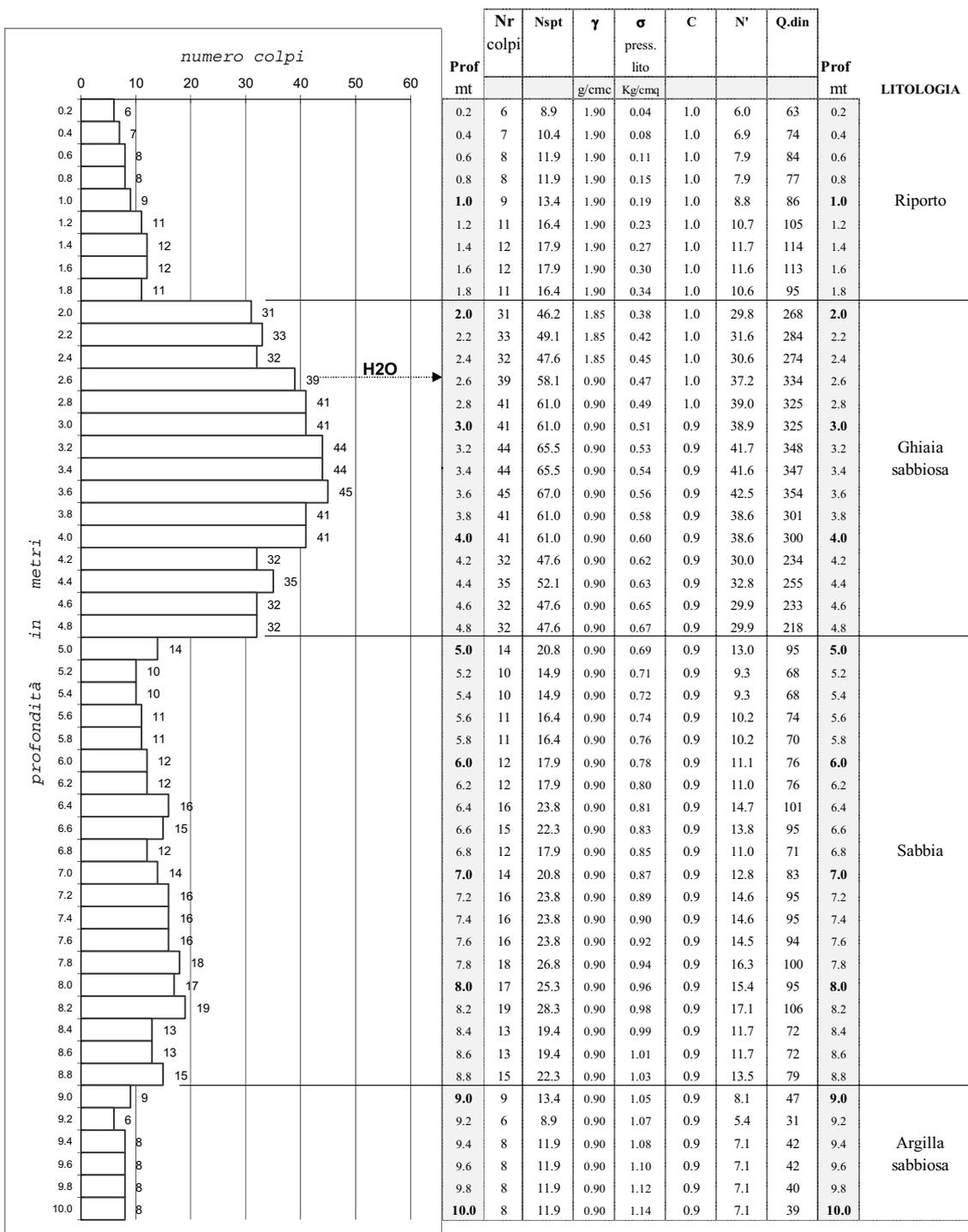
Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

Comune:

data: 18 Giugno 2007

Falda 2.5 mt p.c.

note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 24

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANT'ELPIDIO (FM)

data: 18 Giugno 2007

Falda 2.5 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof	Nr colpi	Q.din	γ	σ press. lito	NATURA COESIVA			NATURA GRANULARE				Prof	
						Cu coesione non drenata	Ed modulo edometrico		Dr %	ϕ angolo attrito	Es modulo elasticità	rischio liquefazione		
							Kg/cmq	kg/cmq						medie
mt	g/cm ³	Kg/cmq	Kg/cmq	Kg/cmq	kg/cmq	gradi	kg/cmq	mt						
Riperto	0.2	6	63	1.90	0.04		152						0.2	
	0.4	7	74	1.90	0.08		177						0.4	
	0.6	8	84	1.90	0.11		201						0.6	
	0.8	8	77	1.90	0.15		184						0.8	
	1.0	9	86	1.90	0.19		206	216					1.0	
	1.2	11	105	1.90	0.23		251						1.2	
	1.4	12	114	1.90	0.27		273						1.4	
	1.6	12	113	1.90	0.30		272						1.6	
	1.8	11	95	1.90	0.34		229						1.8	
Ghiaia sabbiosa	2.0	31	268	1.85	0.38				>80	37.2	643		.	2.0
	2.2	33	284	1.85	0.42				>80	37.4	682		.	2.2
	2.4	32	274	1.85	0.45				>80	37.3	658		.	2.4
	2.6	39	334	0.90	0.47				>80	38.2	801		.	2.6
	2.8	41	325	0.90	0.49				>80	38.1	781		.	2.8
	3.0	41	325	0.90	0.51				>80	38.1	779		.	3.0
	3.2	44	348	0.90	0.53				>80	38.4	835		.	3.2
	3.4	44	347	0.90	0.54				>80	38.4	833	704	.	3.4
	3.6	45	354	0.90	0.56				>80	38.6	850		.	3.6
	3.8	41	301	0.90	0.58				>80	37.7	722		.	3.8
	4.0	41	300	0.90	0.60				>80	37.7	720		.	4.0
	4.2	32	234	0.90	0.62				>80	36.6	561		.	4.2
	4.4	35	255	0.90	0.63				>80	37.0	613		.	4.4
	4.6	32	233	0.90	0.65				>80	36.6	559		.	4.6
	4.8	32	218	0.90	0.67				>80	36.4	523		.	4.8
Sabbia	5.0	14	95	0.90	0.69				78	31.8	228		.	5.0
	5.2	10	68	0.90	0.71				66	30.2	163		.	5.2
	5.4	10	68	0.90	0.72				65	30.2	163		.	5.4
	5.6	11	74	0.90	0.74				68	30.6	178		.	5.6
	5.8	11	70	0.90	0.76				67	30.3	168		.	5.8
	6.0	12	76	0.90	0.78				70	30.7	183		.	6.0
	6.2	12	76	0.90	0.80				69	30.7	182		.	6.2
	6.4	16	101	0.90	0.81				79	32.2	243		.	6.4
	6.6	15	95	0.90	0.83				76	31.8	227		.	6.6
	6.8	12	71	0.90	0.85				68	30.4	171	202	.	6.8
	7.0	14	83	0.90	0.87				73	31.1	199		.	7.0
	7.2	16	95	0.90	0.89				77	31.8	227		.	7.2
	7.4	16	95	0.90	0.90				77	31.8	227		.	7.4
	7.6	16	94	0.90	0.92				76	31.8	226		.	7.6
	7.8	18	100	0.90	0.94				>80	32.1	241		.	7.8
	8.0	17	95	0.90	0.96				78	31.8	227		.	8.0
8.2	19	106	0.90	0.98				>80	32.4	253		.	8.2	
8.4	13	72	0.90	0.99				67	30.4	173		.	8.4	
8.6	13	72	0.90	1.01				67	30.4	173		.	8.6	
8.8	15	79	0.90	1.03				71	30.8	189		.	8.8	
Argilla sabbiosa	9.0	9	47	0.90	1.05	1.41	113						.	9.0
	9.2	6	31	0.90	1.07	0.94	75						.	9.2
	9.4	8	42	0.90	1.08	1.25	100						.	9.4
	9.6	8	42	0.90	1.10	1.25	100	96					.	9.6
	9.8	8	40	0.90	1.12	1.19	95						.	9.8
	10.0	8	39	0.90	1.14	1.18	95						.	10.0

Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 24

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

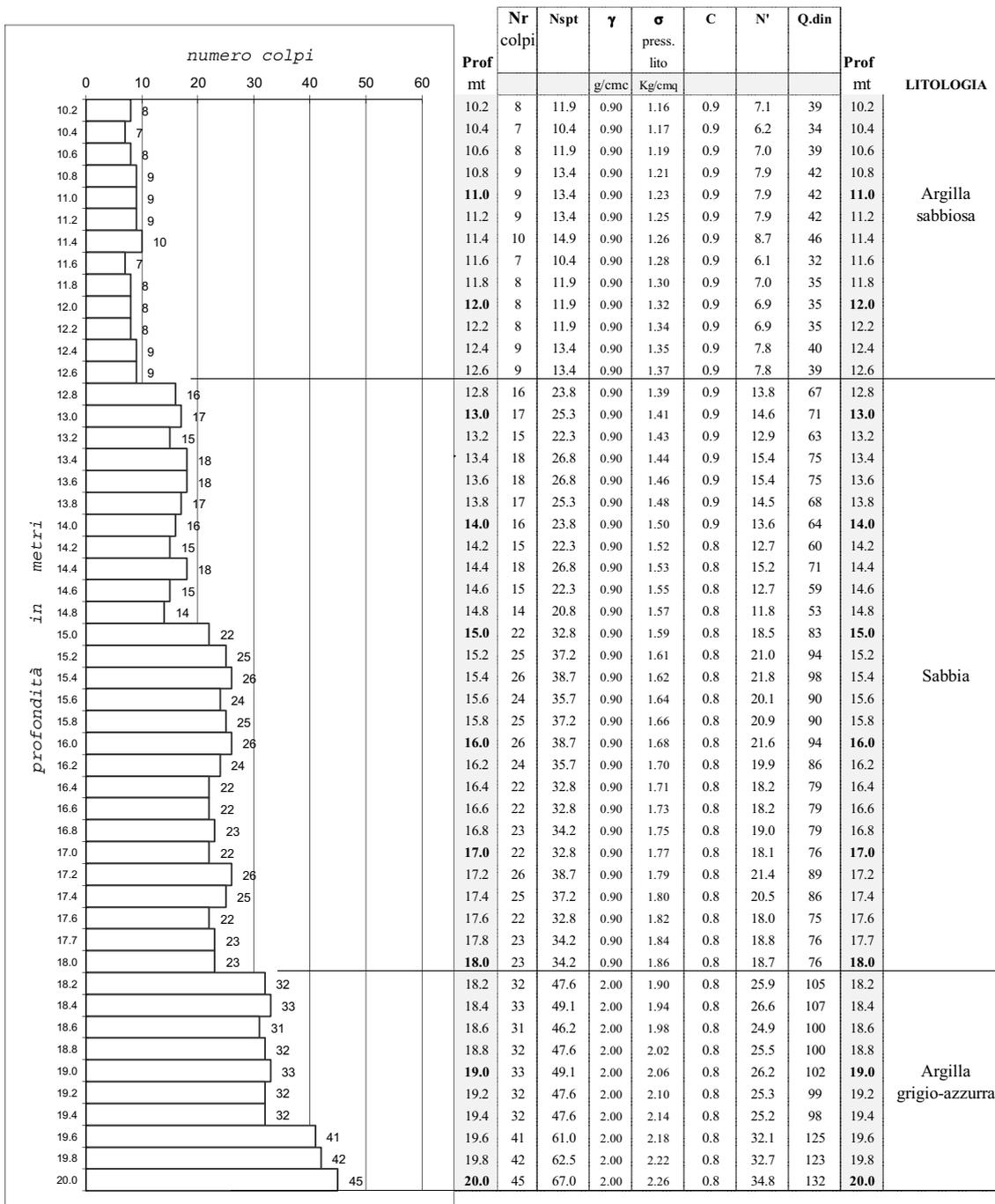
Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

Comune:

data: 18 Giugno 2007

Falda 2.5 mt p.c.

note:



Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cm², apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

PROVA P 24

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant'Elpidio

Località: Via Faleria, Ex FIM PORTO SANTELPIDIO (FM)

data: 18 Giugno 2007

Falda 2.5 mt p.c.

LITOLOGIA	Prof mt	Nr colpi	Q.din	γ g/cmc	σ Kg/cmq lito	NATURA COESIVA		NATURA GRANULARE				Prof mt								
						Cu coesione non drenata	Ed modulo edometrico medie	Dr %	ϕ angolo attrito	Es modulo elasticità medie	rischio liquefazione									
													Kg/cmq		kg/cmq		gradi		kg/cmq	
Argilla sabbiosa	10.2	8	39	0.90	1.16	1.18	95						10.2							
	10.4	7	34	0.90	1.17	1.03	83						10.4							
	10.6	8	39	0.90	1.19	1.18	94						10.6							
	10.8	9	42	0.90	1.21	1.26	101						10.8							
	11.0	9	42	0.90	1.23	1.26	101						11.0							
	11.2	9	42	0.90	1.25	1.26	101	93					11.2							
	11.4	10	46	0.90	1.26	1.39	111						11.4							
	11.6	7	32	0.90	1.28	0.97	78						11.6							
	11.8	8	35	0.90	1.30	1.06	85						11.8							
	12.0	8	35	0.90	1.32	1.06	85						12.0							
	12.2	8	35	0.90	1.34	1.06	85						12.2							
	12.4	9	40	0.90	1.35	1.19	95						12.4							
12.6	9	39	0.90	1.37	1.18	95						12.6								
Sabbia	12.8	16	67	0.90	1.39			65	30.1	161		.	12.8							
	13.0	17	71	0.90	1.41			67	30.4	171		.	13.0							
	13.2	15	63	0.90	1.43			63	29.9	150		.	13.2							
	13.4	18	75	0.90	1.44			68	30.6	180		.	13.4							
	13.6	18	75	0.90	1.46			68	30.6	180		.	13.6							
	13.8	17	68	0.90	1.48			66	30.2	163		.	13.8							
	14.0	16	64	0.90	1.50			63	29.9	153		.	14.0							
	14.2	15	60	0.90	1.52			61	29.7	143		.	14.2							
	14.4	18	71	0.90	1.53			67	30.4	171		.	14.4							
	14.6	15	59	0.90	1.55			60	29.7	142		.	14.6							
	14.8	14	53	0.90	1.57			58	29.3	127		.	14.8							
	15.0	22	83	0.90	1.59			72	31.1	200		.	15.0							
	15.2	25	94	0.90	1.61			77	31.8	227		.	15.2							
	15.4	26	98	0.90	1.62			78	32.0	235	185	.	15.4							
	15.6	24	90	0.90	1.64			75	31.5	217		.	15.6							
	15.8	25	90	0.90	1.66			76	31.5	217		.	15.8							
	16.0	26	94	0.90	1.68			77	31.7	225		.	16.0							
	16.2	24	86	0.90	1.70			73	31.3	207		.	16.2							
	16.4	22	79	0.90	1.71			70	30.8	190		.	16.4							
	16.6	22	79	0.90	1.73			70	30.8	189		.	16.6							
16.8	23	79	0.90	1.75			71	30.9	190		.	16.8								
17.0	22	76	0.90	1.77			69	30.6	182		.	17.0								
17.2	26	89	0.90	1.79			75	31.5	214		.	17.2								
17.4	25	86	0.90	1.80			73	31.2	206		.	17.4								
17.6	22	75	0.90	1.82			68	30.6	180		.	17.6								
17.8	23	76	0.90	1.84			69	30.7	182		.	17.8								
18.0	23	76	0.90	1.86			69	30.6	181		.	18.0								
Argilla grigio-azzurra	18.2	32	105	2.00	1.90	3.14	251						18.2							
	18.4	33	107	2.00	1.94	3.22	258						18.4							
	18.6	31	100	2.00	1.98	3.01	241						18.6							
	18.8	32	100	2.00	2.02	2.99	239						18.8							
	19.0	33	102	2.00	2.06	3.07	245	262					19.0							
	19.2	32	99	2.00	2.10	2.96	237						19.2							
	19.4	32	98	2.00	2.14	2.95	236						19.4							
	19.6	41	125	2.00	2.18	3.75	300						19.6							
	19.8	42	123	2.00	2.22	3.70	296						19.8							
	20.0	45	132	2.00	2.26	3.95	316						20.0							

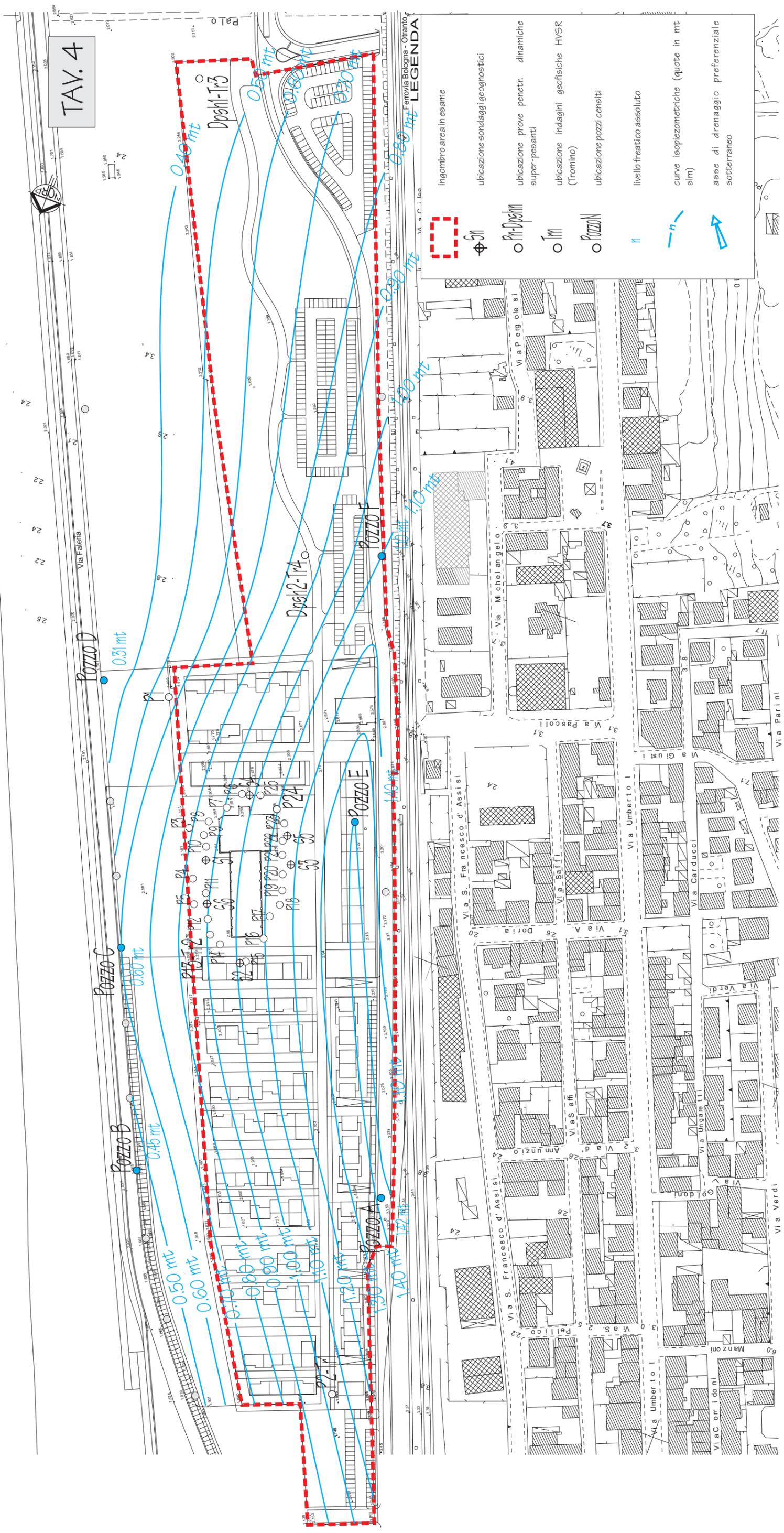
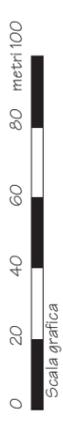
Penetrometro dinamico super-pesante (DPSH) Pagani TG63-100

Maglio 63.5 Kg, Volata 75 cm., Punta conica diam. 51 mm. (area 23.43 cmq, apertura 60°)

Prova eseguita in assenza di aste di rivestimento

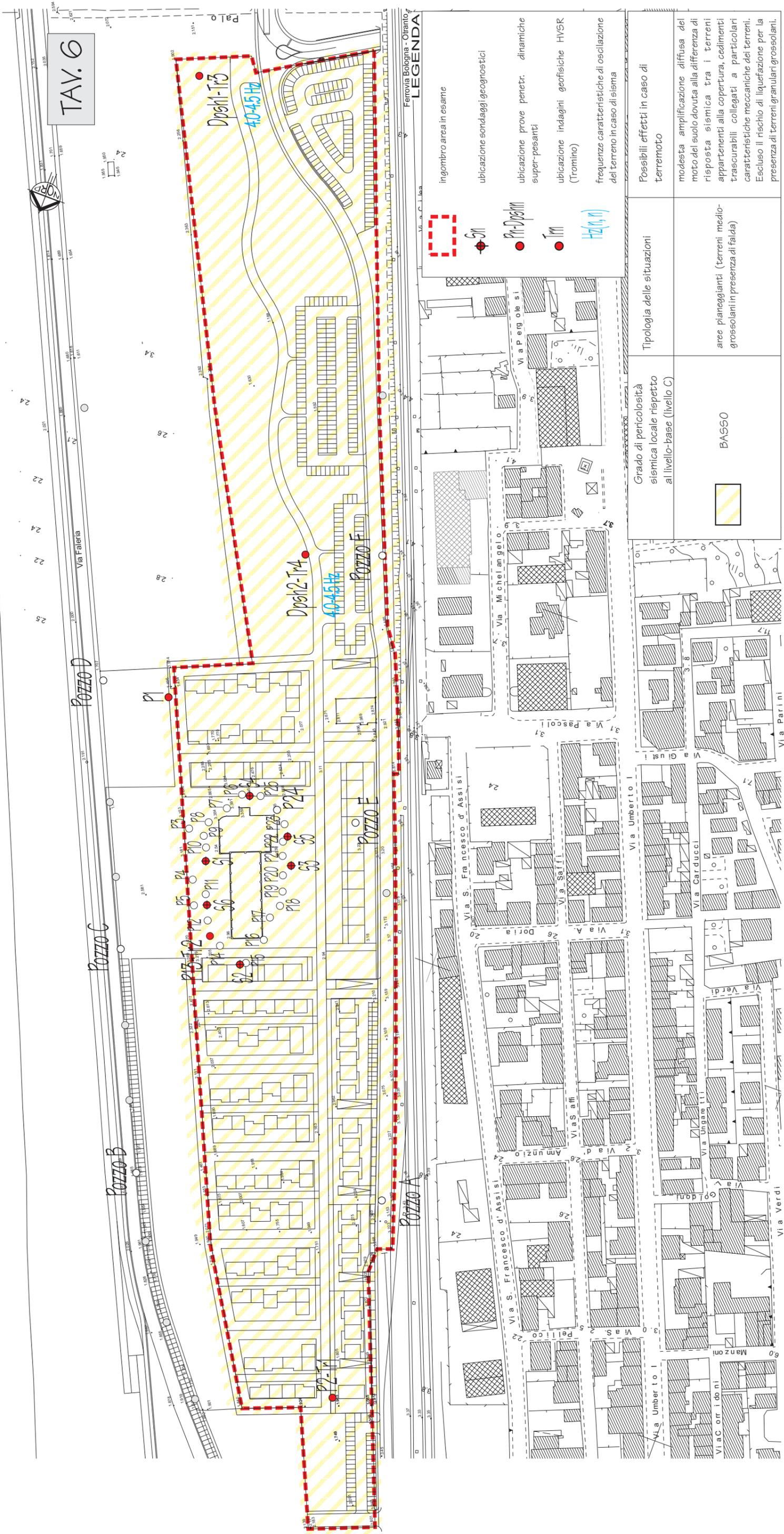
CARTA IDROLOGICA IDROGEOLOGICA

rapp. 1:2000



CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

rapp. 1:2000



LEGENDA

- ingombro area in esame
- ubicazione sondaggi geognostici
- ubicazione prove penetr. dinamiche super-pesanti
- ubicazione indagini geofisiche HVSR (Tromino)
- frequenze caratteristiche di oscillazione del terreno in caso di sisma

Tipologia delle situazioni	Grado di pericolosità sismica locale rispetto al livello-base (livello C)	Possibili effetti in caso di terremoto
	BASSO	modesta amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra i terreni appartenenti alla copertura, cedimenti trascurabili collegati a particolari caratteristiche meccaniche dei terreni. Escluso il rischio di liquefazione per la presenza di terreni granulari grossolani.

SEZIONE GEOLOGICO-LITOTECNICA

scala orizzontale 1:2000



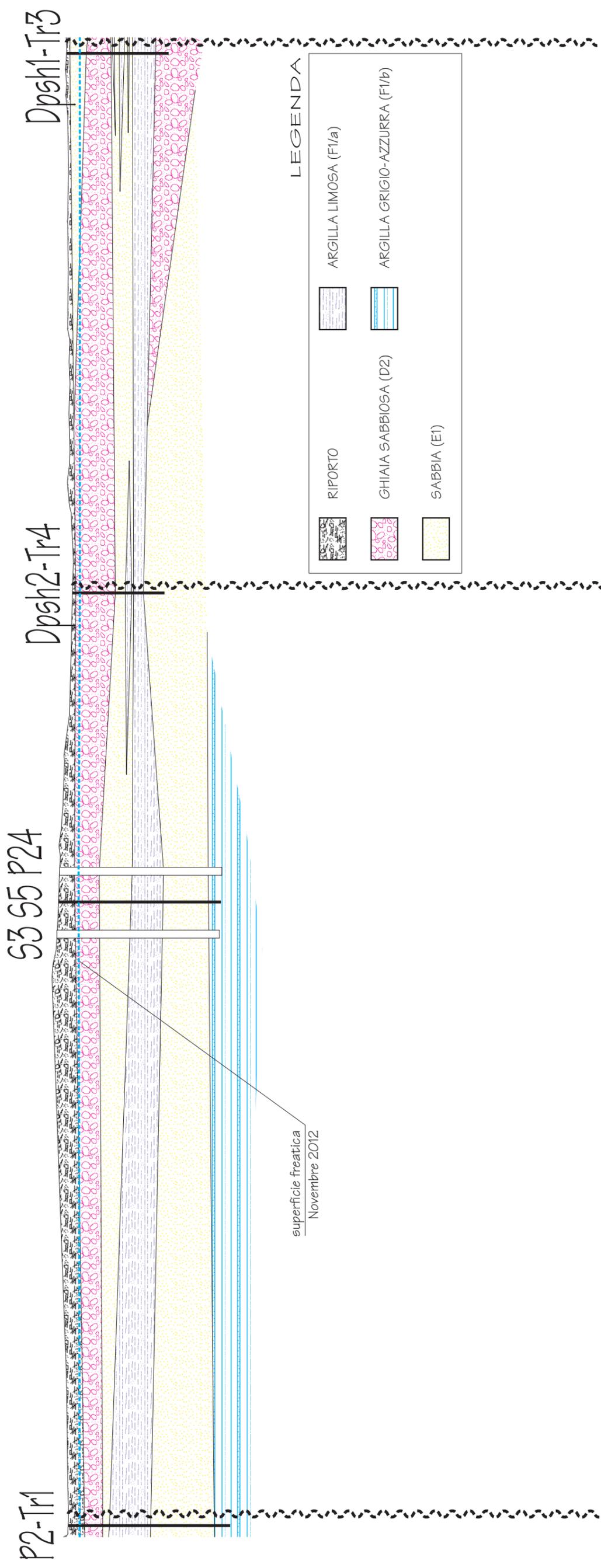
scala verticale 1:500



← NordOvest

SudEst →

ingombro area in esame



Dott. Massimo Basili GEOLOGO Via Fratte, 73 63821 PORTO SANT'ELPIDIO (FM) tel.0734.992797 fax.0734.998677 e-mail: info@studiogeologiabasili.it pec:basili.geologo@epap.sicurezzapostale.it	Oggetto: <i>Indagine sismica a stazione singola</i>
	Località: <i>Via Faleria, Porto Sant'Elpidio (FM)</i> Data esecuzione rilievo: 27 Novembre 2012
Committente: <i>FIM s.r.l.</i>	

INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA

Progetto per il piano attuativo di iniziativa privata in variante al PRG dell'area Ex FIM, APT2 sub comparto A, situata in via Faleria, nel comune di Porto Sant'Elpidio (FM).

Porto Sant'Elpidio, 07 Dicembre 2012

il geologo
Dr. Massimo Basili
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE
geologo specialista
numero 277 albo sezione A (1989)

INDICE

PREMESSA	pag. 1
STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	pag. 3
TERRENI	pag. 3
Procedura di analisi dati per stazione singola H/V	pag. 3
Stazione Tr3	pag. 4
Stazione Tr4	pag. 7
APPENDICE	pag. 12
Oggetto della misura: Il microtremore sismico ambientale	pag. 12
La tecnica impiegata: Cenni storici	pag. 13

PREMESSA

Lo scopo di questa indagine è la caratterizzazione sismica del sottosuolo e, in particolare, l'individuazione delle discontinuità sismiche nonché la ricostruzione della profondità del locale sub-strato geologico (o meglio bedrock geofisico). Con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{s30}) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 Gennaio 2008. L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V. La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

-la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale, in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare manufatti aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi in caso di sisma;

-la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In quanto risulterà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;

-la **velocità media delle onde di taglio Vs e Vs30** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. E' necessario in questo caso, per l'affidabilità del risultato conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio geognostico ecc..) e riconoscibile nella curva H/V. E' possibile calcolare la Vs30 e la relativa categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dal DM 14/01/08;

-la **stratigrafia del sottosuolo** con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 mt. di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 mt. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Le misure di microtremore ambientale sono state eseguite per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino®, *Micromed spa*) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati secondo le direzioni NS, EW e verticalmente, ad alta definizione, alimentato a batterie, senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz.

Sui terreni di sedime è stata condotta, in data 27 *Novembre 2012*, un'indagine geofisica attraverso l'acquisizione di n.4 registrazioni a stazione singola, denominate Tr1, Tr2, Tr3 e Tr4 ubicate sul terreno di sedime (vedi Planimetria Tav2, allegata), mentre sono state elaborate solo le due ultime acquisizioni in quanto ritenute scientificamente maggiormente significative, perchè nel caso specifico, data la presenza di sedimenti grossolani compattati presenti attualmente sulla gran parte della superficie topografica del sito, le prime due prove hanno avuto delle registrazioni cosiddette in "inversione" e pertanto sono state trascurate. Tali misure, ovviamente, verranno ripetute in fase esecutiva dopo la bonifica del sito, quando si verranno a creare delle condizioni del piano campagna più favorevoli all'esecuzione delle misure.

Procedura di analisi dati per stazioni singole H/V

Dalla registrazione del rumore sismico ambientale in campo libero si ricava la curva H/V, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), secondo i seguenti parametri:

> larghezza delle finestre d'analisi 20 s,

> lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari a 10% della frequenza centrale,

> rimozione dei transetti sulla serie temporale degli H/V.

La curva H/V viene riprodotta creando una serie di modelli sintetici (*che contemplano la propagazione delle onde di Rayleigh e di Love nel modo fondamentale e superiori in sistemi multistrato*), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali. Tale operazione è possibile esclusivamente in presenza di un vincolo che può essere la profondità, nota tramite prove dirette (prova penetrometrica eseguita in situ), di un riflettore sismico il cui marker sia riconoscibile nelle curve H/V (Castellaro e Mulargia, 2008) o la velocità delle onde di taglio (V_s) del primo strato nota da altre indagini. Nel caso specifico si sono ottenuti i seguenti risultati:

Stazione Tr3

In Figura 1 sono riprodotti gli spettri dei singoli canali N-S, E-W e componente verticale registrati sul lotto oggetto di studio.

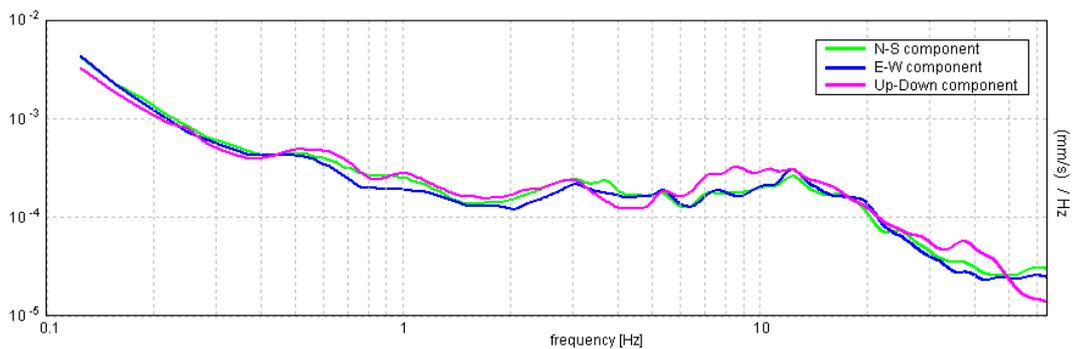


figura 1

In Figura 2 è riprodotta la curva H/V teorica derivante dal modello di sottosuolo di Figura 3, sovrapposta alla curva H/V sperimentale registrata nel sito in oggetto. Si osserva una buona congruenza tra le due curve.

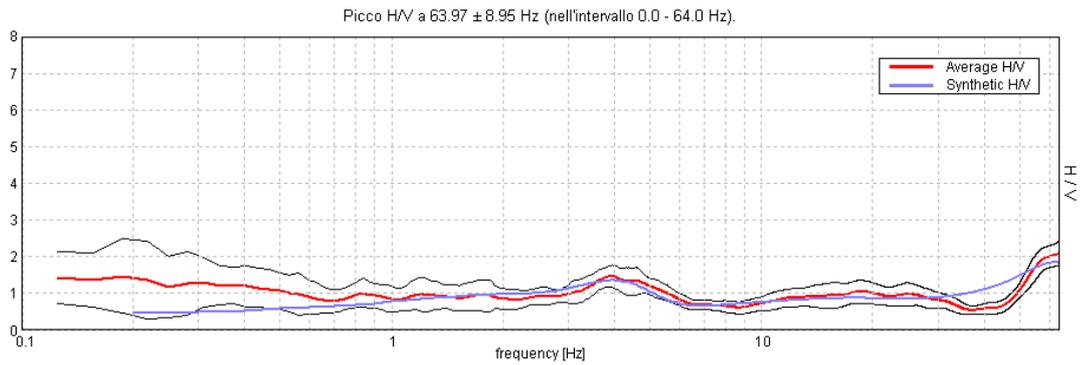


figura 2. Confronto tra la curva H/V sperimentale relativa al sito in oggetto (media in rosso e intervallo di confidenza al 95% in nero) e la curva H/V teorica ottenuta per il modello di sottosuolo di Tabella 1

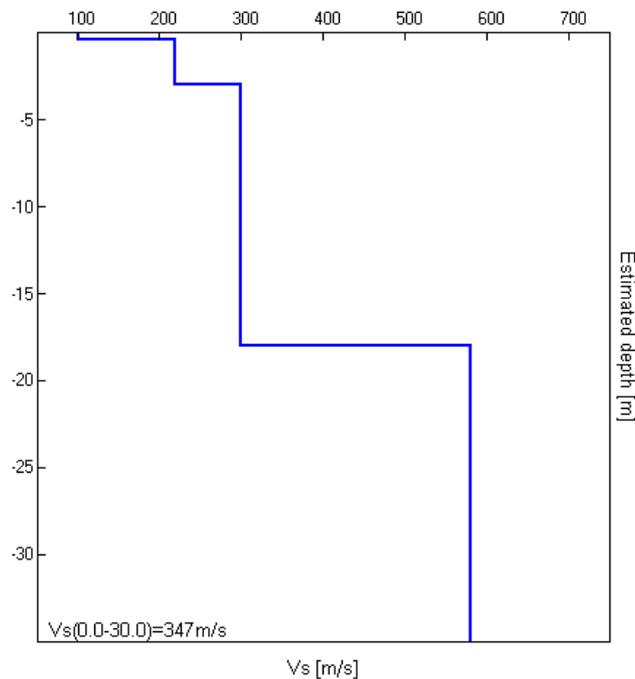


figura 3. Modello di velocità delle onde di taglio per il sito in oggetto.

Profondità	Spessore (m)	Vs (m/s)	Coefficiente di Poisson
0.40	0.40	102	0.35
3.00	2.60	220	0.25
18.00	15.00	300	0.25
88.00	70.00	580	0.45
inf.	0.00	700	0.45

tabella 1. Modello di sottosuolo per il sito in oggetto.

E' stato quindi possibile stimare la V_{s30} , tramite la formula:

$$\hat{V}_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}}$$

dove

v_s = valore di velocità delle onde di taglio (m/s)

H = profondità (m) alla quale si desidera stimare v_s (30 metri in caso di v_{s30})

h_i = spessore dello strato i - esimo (m)

la velocità delle onde V_s a 30 mt dal piano di fondazione, come esplicitamente richiesto dalle **Norme Tecniche per le Costruzioni**, D.M. 14/01/2008, anche se nel caso specifico è stata calcolata a partire dall'attuale piano di campagna, non conoscendo ad oggi i vari piani di fondazione dei fabbricati in progetto, ottenendo:

$$V_s(0.0-30.0) = 347 \text{ m/s}$$

Nella tabella seguente, s'illustra la qualità del segnale acquisito in base al progetto Sesame (linee guida 2005). Per l'affidabilità della curva HVSR devono essere positivi i primi tre parametri, si osserva quindi che il picco a 63.97 Hz soddisfa i criteri e va pertanto assunto come frequenza fondamentale di risonanza del sito.

Max. H/V at 63.97 ± 8.95 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).			
Criteria for a reliable HVSR curve (tutti e tre dovrebbero essere verificati)			
f0 > 10 / Lw	63.97 > 0.50	OK	
nc(f0) > 200	46057.5 > 200	OK	
sA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0 if f0 > 0.5Hz sA(f) < 3 for 0.5f0 < f < 2f0 if f0 < 0.5Hz	Exceeded 0 out of 1026 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak (almeno 5 su sei dovrebbero essere verificati)			
Exists f- in [f0/4, f0] AH/V(f-) < A0 / 2	49.531 Hz	OK	

Exists f_+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f_+) < A_0 / 2$	-1.0 Hz		NO
$A_0 > 2$	2.09 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06789 < 0.05$		NO
$sf < e(f_0)$	4.34261 < 3.19844		NO
$sA(f_0) < q(f_0)$	0.171 < 1.58	OK	

Stazione Tr4

In Figura 1 sono riprodotti gli spettri dei singoli canali N-S, E-W e componente verticale registrati sul lotto oggetto di studio.

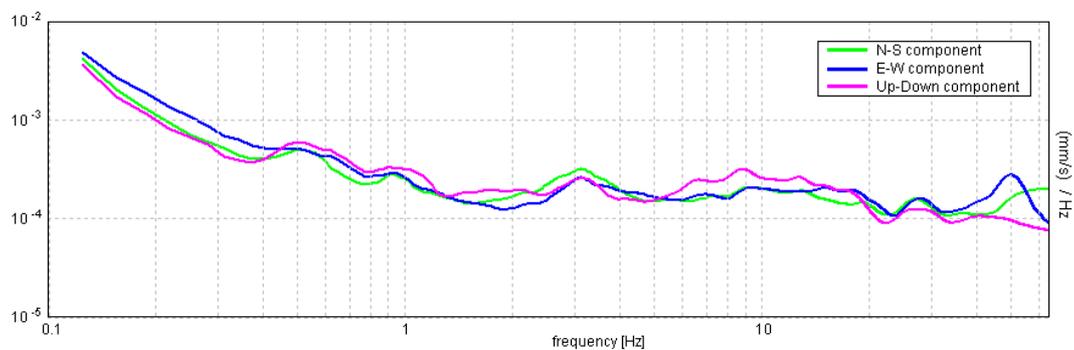


figura 1a

In Figura 2 è riprodotta la curva H/V teorica derivante dal modello di sottosuolo di Figura 3, sovrapposta alla curva H/V sperimentale registrata nel sito in oggetto. Si osserva una buona congruenza tra le due curve.

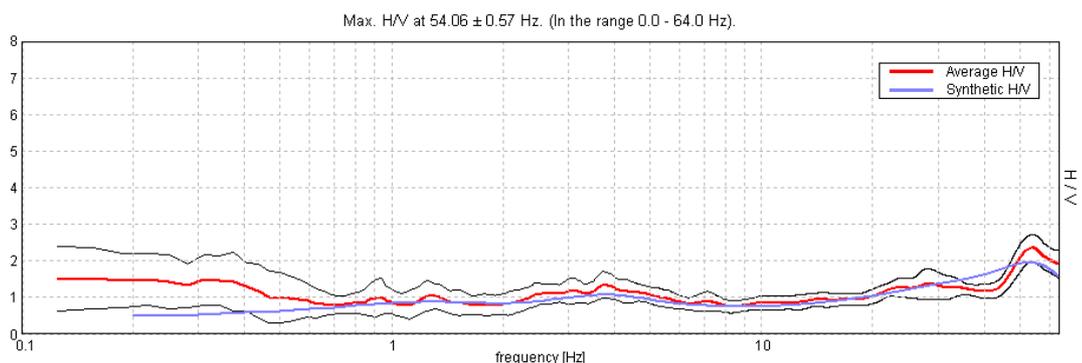


figura 2a. Confronto tra la curva H/V sperimentale relativa al sito in oggetto (media in rosso e intervallo di confidenza al 95% in nero) e la curva H/V

teorica ottenuta per il modello di sottosuolo di Tabella 1

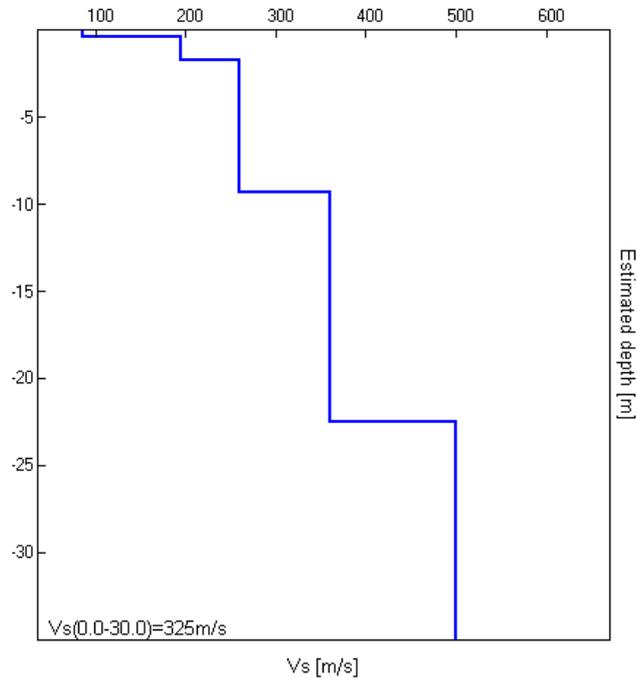


figura 3. Modello di velocità delle onde di taglio per il sito in oggetto.

Profondità	Spessore (m)	Vs (m/s)	Coefficiente di Poisson
0.40	0.40	86	0.35
1.70	1.30	195	0.25
9.30	7.60	260	0.25
22.50	13.20	360	0.25
96.50	74.00	500	0.45
inf.	0.00	620	0.45

tabella 1. Modello di sottosuolo per il sito in oggetto.

E' stato quindi possibile stimare la Vs30, tramite la formula:

$$\hat{V}_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}}$$

dove

v_s = valore di velocità delle onde di taglio (m/s)

H = profondità (m) alla quale si desidera stimare v_s (30 metri in caso di v_{s30})

h_i = spessore dello strato i - esimo (m)

la velocità delle onde V_s a 30 mt a partire dall'attuale piano di campagna, si ottiene:

$$V_s(0.0-30.0) = 325 \text{ m/s}$$

Anche in questo caso l'affidabilità della curva HVSR è certificata dai primi tre parametri della tabella Sesame e pertanto si osserva che il picco a 54.06 Hz soddisfa anche in questo caso i criteri e va pertanto assunto come frequenza fondamentale di risonanza del sito.

Max. H/V at 54.06 ± 0.57 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).			
Criteria for a reliable HVSR curve (tutti e tre dovrebbero essere verificati)			
$f_0 > 10 / L_w$	54.06 > 0.50	OK	
$nc(f_0) > 200$	30275.0 > 200	OK	
$sA(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $sA(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1184 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak (almeno 5 su sei dovrebbero essere verificati)			
Exists f- in $[f_0/4, f_0] A_{H/V}(f-) < A_0 / 2$	41.875 Hz	OK	
Exists f+ in $[f_0, 4f_0] A_{H/V}(f+) < A_0 / 2$	-1.0 Hz		NO
$A_0 > 2$	2.36 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.00509 < 0.05	OK	
$sf < e(f_0)$	0.27507 < 2.70313	OK	
$sA(f_0) < q(f_0)$	0.1769 < 1.58	OK	

Nel caso specifico, quindi, per l'area di variante in oggetto sono stati determinati, attraverso l'esecuzione dell'indagine geofisica mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR, dei valori di $V_{s_{30}}$ compresi tra 325 e 347 m/sec, pertanto alla luce dei risultati della sismica effettuata e tenendo conto anche delle risultanze delle prove geotecniche eseguite in situ, il suolo di

fondazione in oggetto di tutta l'area di variante urbanistica può essere assimilato, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/08) ad una "categoria di suolo di tipo "C", ovvero rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina). (vedi Planimetria Microzonazione Sismica Tav.9)

Nella valutazione della categoria di suolo e nell'approccio alla progettazione strutturale delle future opere comprese all'interno del piano urbanistico, non vanno comunque trascurate le informazioni acquisite con l'indagine sismica circa la frequenza di risonanza del sito. Infatti nel caso specifico sono state individuate delle frequenze di risonanza, escludendo quelle maggiori di 10 Hz, ingegneristicamente non significative, **comprese tra 4.0 e 5.0 Hz**, come si può notare dal *figura 4*, a significare che il terreno in questione amplifica le onde di superficie (ed in misura leggermente diversa quelle S) a quella frequenza rispetto all'input su bedrock di riferimento.

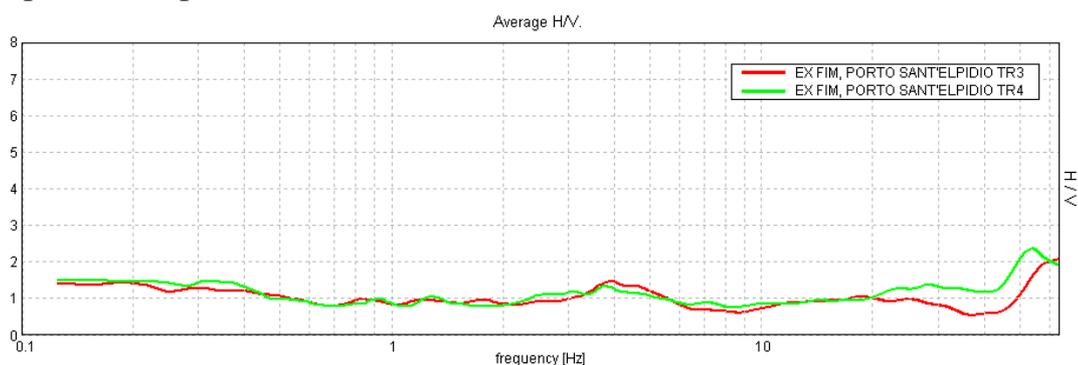


figura 4. Confronto tra la curva H/V sperimentale relativa al sito in oggetto delle due stazioni Tr3 (rossa) e Tr4 (verde).

Ovviamente sarà cura del/i futuri progettista/i, al fine di evitare pericolosi fenomeni di doppia risonanza in caso di sisma, progettare delle strutture con frequenze fondamentali di oscillazione lontane (superiori per un fattore di moltiplicazione di almeno 1.4, o meglio, minori) da quelle tipiche del terreno nel sito specifico di edificazione. E' da tenere presente che le frequenze dei modi di vibrare delle strutture dipendono principalmente dalla loro altezza. Per edifici standard in c.a. relazioni tipiche sono date in Figura 5 relativamente al primo modo di vibrare.

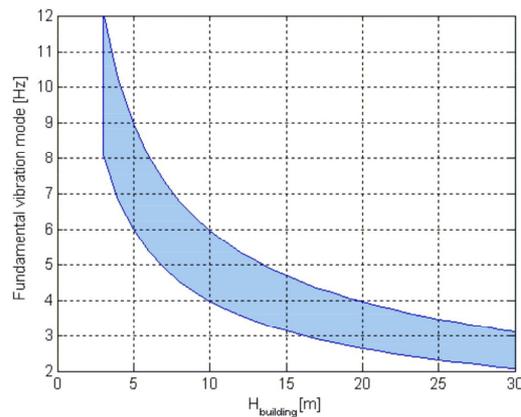


figura 5

Si osserva, in linea generale, che le frequenze superiori ai 10-12 Hz non interagiscono con i fabbricati civili e pertanto possono essere considerate, dal punto di vista ingegneristico come non significative. Al di sotto dei 10-12 Hz le frequenze fondamentali di risonanza del terreno, invece potrebbero cominciare ad interagire con quelle dei fabbricati in maniera inversamente proporzionale all'altezza degli stessi; ossia all'aumentare dell'altezza degli edifici diminuisce il valore della frequenza di vibrazione fondamentale degli stessi.

Porto Sant'Elpidio, 07 Dicembre 2012

il geologo

Dr. Massimo Basili

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE

geologo specialista

numero 277 albo sezione A (1989)

APPENDICE

TECNICHE DI INVERSIONE PER MISURE A STAZIONE SINGOLA

Oggetto della misura: il microtremore sismico ambientale

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso e pianeggiante presenta l'andamento illustrato in Figura 27. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

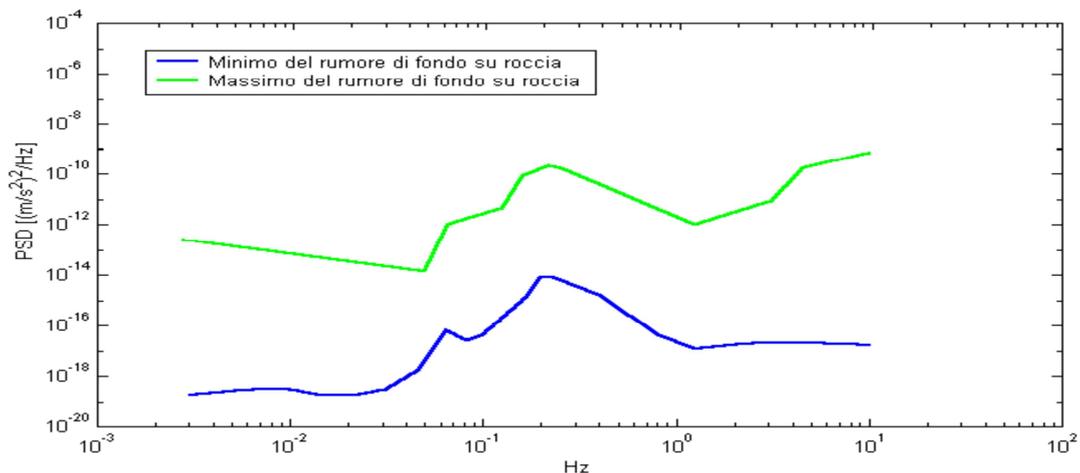


Figura 27. Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra secondo il servizio geologico statunitense (USGS). Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

La tecnica impiegata. Cenni storici.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSr o H/V), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970).

Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente

riconosciuto che la curva H/V è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli e, tramite opportuna inversione, delle profondità dei substrati rocciosi sotto le coperture sedimentarie.

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso. Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo H/V può essere usato come strumento stratigrafico.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un sistema bistrato del tipo sedimenti + bedrock in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). In questi casi la profondità h della discontinuità sismica viene ricavata tramite la formula semplice della risonanza $h = V_0 / (4 f_r)$ o, al più, tramite la formula [1] in cui V_0 è la velocità al tetto dello strato, x un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e f_r la frequenza fondamentale di risonanza (cf. ad esempio Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

$$h = \left[\frac{V_0(1-x)}{4f_r} + 1 \right]^{\frac{1}{x-1}} - 1 \quad [1]$$

Nei sistemi multistrato, teoricamente l'effetto di risonanza è sommabile, ma non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1]. L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente ad un modello. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini. I modelli sintetici di inversione impiegati in questo lavoro partono dalla modellizzazione del campo d'onde superficiali (onde di Rayleigh e Love) in sistemi multistrato (Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981). L'inversione delle curve H/V per ottenere un profilo di Vs è possibile a patto di disporre di un punto di taratura (es. penetrometria o sondaggio) che fornisca la profondità di un riflettore - anche molto superficiale - riconoscibile nella curva H/V oppure a patto di conoscere la Vs del primo strato a partire da tecniche indipendenti (Castellaro e Mulargia, 2008).



- esecuzione prova penetrometrica Dpsh1



- esecuzione prova penetrometrica Dpsh2



- esecuzione indagine geofisica Tr1



- esecuzione indagine geofisica Tr4



- misurazione livello piezometrico PzF



- misurazione livello piezometrico in PzA

Dott. Massimo Basili
GEOLOGO
Via Fratte, 73
63821 PORTO SANTELPIDIO (FM)
tel.0734.992797 fax.0734.998677
e-mail: info@studiogeologiabasili.it
pec: basili.geologo@epap.sicurezzapostale.it

OGGETTO: Aggiornamento ed integrazione dell'"*Indagine di fattibilità geologica, modellazione geotecnica e microzonazione sismica locale per il piano attuativo di iniziativa privata in variante al PRG dell'area Ex FIM, denominata APT2 sub comparto A, situata in via Faleria, nel comune di Porto Sant'Elpidio (FM)*" del 07/12 2012, Committente: *Ex FIM spa*

All'interno del sito FIM dopo la stesura dell'indagine di fattibilità geologica di cui all'oggetto (Dicembre 2012), sono state condotte, nel periodo compreso tra Febbraio e Marzo 2013, ulteriori attività di tipo geologico-ambientali nell'ambito del "Piano di indagini ambientali integrative al Progetto di Bonifica dell'area Ex-Fim" espletate attraverso l'esecuzione di n.6 nuovi sondaggi ambientali strumentati a piezometro di controllo della falda acquifera, n.93 scavi con benna meccanica, l'esecuzione di un rilievo geoelettrico, di un rilievo topografico, ed il controllo dello stato di inquinamento delle matrici ambientali presenti (suolo, sottosuolo e falda acquifera) attraverso l'esecuzione di oltre 300 determinazioni chimiche su terreni ed acque di falda. Da tale indagine, a cui si rimanda per eventuali approfondimenti, è emerso un quadro geologico-stratigrafico sostanzialmente coincidente con quello riportato nello studio del Dicembre 2012 ad eccezione di un nuovo orizzonte stratigrafico, mai emerso nelle attività di prospezione eseguite in precedenza e costituito da ghiaie cementate di natura parzialmente antropica.

Nello specifico la stratigrafia risulta costituita da uno spessore variabile di materiali antropici e contaminati, distribuiti in maniera molto caotica e difficilmente "modellabile" data la presenza di molti spot costituiti da buche colmate da materiale inquinato. Al di sotto di tale orizzonte alloctono, estremamente variabile e discontinuo, riscontrato nella quasi totalità della porzione centro settentrionale del sito, si rinvencono dei sedimenti di pezzatura da medio a medio-grossolana di genesi costiera e/o di transizione all'interno dei quali risultano intercalati livelli e/o lenti di terreni fini limoso-argillosi. Inoltre, interdigitati all'interno di tali terreni, si rinvencono dei corpi cementati, talora fortemente cementati, costituiti da sedimenti autoctoni granulari (*ghiaie sabbiose/sabbie grossolane ghiaiose*) frammisti e legati da fanghi solidificati costituiti prevalentemente da metalli pesanti, derivanti dagli scarti delle lavorazioni industriali del concimificio e percolati verso il basso all'interno dei

terreni permeabili e probabilmente solidificatisi nella fascia della frangia capillare della falda acquifera (surnatante). Al di sotto del materasso ghiaioso-sabbioso ad una profondità compresa tra 10.10 e 17.50 si riscontrano, in pieno accordo con i contenuti dell'indagine del 12/2012, i terreni della *successione marina del Plio-Pleistocene*, costituiti da un'alternanza stratificata di argille leggermente marnose e sporadici livelli sabbiosi sottili.

Con il presente documento, quindi, si vuole aggiornare ed integrare con le nuove conoscenze emerse durante la campagna di indagine del 2013, lo studio del Dicembre 2012, riportando le risultanze delle nuove stratigrafie, le sezioni geologiche, la nuova carta idrogeologica ed idrochimica, di maggior dettaglio rispetto a quella presente nel documento originario, in quanto redatta sulla base di un rilievo topografico ed idrogeologico di precisione, ma soprattutto viene riportato l'andamento del costone cementato (vedi tav. 5 *caratterizzazione ambientale* allegata in appendice) con le quote di rinvenimento dello stesso a partire dal piano campagna, costone non ancora individuato con gli studi pregressi all'atto della stesura del documento del 12/2012, la cui geometria è stata ricostruita sia in maniera diretta, correlando i vari sondaggi geognostici e scavi "a cielo aperto" effettuati nel corso dell'indagine ambientale, che in maniera indiretta interpretando le risultanze dell'indagine geofisica, attraverso la quale è stato possibile ricostruire il volume del corpo cementato.

Tale cartografia dell'andamento del corpo litoide risulta essere di fondamentale importanza nella progettazione del piano urbanistico del sito ex-FIM in quanto a seguito dell'Analisi di Rischio sanitario ed Ambientale eseguita per l'area in questione, approvata nella conferenza dei servizi tenutasi in data 21/04/2014, è emersa la compatibilità ambientale sito specifica del corpo cementato e quindi la possibilità di mantenerlo sul posto, a condizione che non si abbia contatto diretto tra persone ed il costone stesso. In tale contesto, la Provincia di Fermo, nell'ambito della conferenza dei servizi precedentemente citata, ha formulato la seguente prescrizione: "*Le opere di fondazione del successivo intervento di riqualificazione urbanistica non devono interferire con il costone o alterare le condizioni dello stesso.....*". Pertanto alla luce di tali considerazioni, si ritiene opportuno, progettare, all'interno del piano urbanistico, dei fabbricati e/o delle opere in genere che evitino l'interazione per quanto possibile con il costone cementato, e nel caso di impossibilità, la rimozione propedeutica del materiale litoide, il quale dovrà essere gestito come rifiuto da personale specializzato. Ovviamente è da tener presente che la ricostruzione del corpo cementato scaturisce da un'indagine, se pur di dettaglio, eseguita con una "maglia" di prospezioni di 25x25 mt., perimetro quindi che sarà passibile di modifiche, quando in fase di bonifica verrà rilevato e portato alla luce, in maniera dettagliata e reale. Si rimanda pertanto la fase di progettazione esecutiva di dettaglio dei fabbricati a seguito delle operazioni di bonifica in modo da definire in maniera precisa l'ubicazione dei singoli fabbricati e le quote di imposta delle fondazioni degli stessi.

Per tutti gli altri aspetti relativi alle considerazioni circa la fattibilità geologica, la vocazionalità edificatoria, la pericolosità sismica del sito Fim ecc... si conferma

quanto contenuto nel documento originario del Dicembre 2012, dato che i dati emersi dalle indagini ambientali eseguite nel 2013, a cui si rimanda per eventuali approfondimenti, a parte il costone cementato, risultano perfettamente conformi con le risultanze delle indagini pregresse.

Porto Sant'Elpidio, 20 Maggio 2015

il geologo
Dr. Massimo Basili
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE
geologo specialista
numero 277 albo sezione A (1999)



ALLEGATI

(estratti dall'indagine ambientale sito FIM del 2013)

- n.6 *Stratigrafie*
- Tav. 5 *Planimetria monolite cementato e laghetti ritombati*
- Tav. 8 *Planimetria idrochimica*
- Tav. 11 *Sezione geologica a-a'*
- Tav. 13 *Sezione geologica b-b'*
- Tav. 15 *Sezione geologica c-c'*
- Tav. 17 *Sezione geologica d-d'*

Dr. Massimo Basili
-geologo-

Dr. Pierpaolo Rinaldelli
-geologo-

S1-Pz1

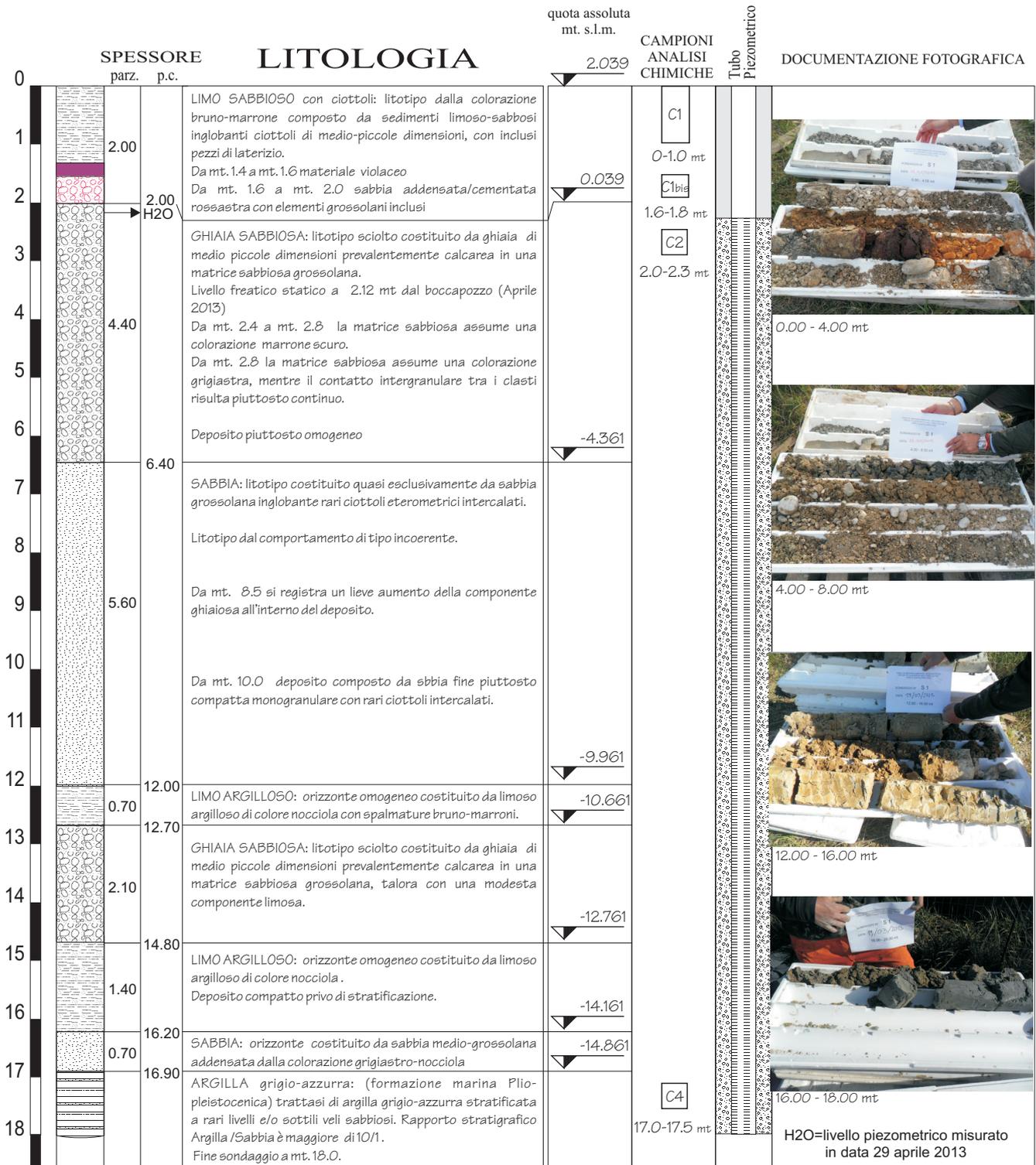
Committente: FIM spa

Località: AREA EX-FIM Porto Sant'Elpidio (FM)

COORDINATE GAUSS-BOAGA N 4789827
FUSO EST E 2419649

18 Marzo 2013

Tecnologia di perforazione: carotaggio a rotazione a secco (φ=130mm)



Legenda Tubo piezometrico

Malta cementizia con bentonite

Ghiaietto siliceo

Tubo fenestrato

Tubo integro

Dr. Massimo Basili
-geologo-

Dr. Pierpaolo Rinaldelli
-geologo-

S2-Pz2

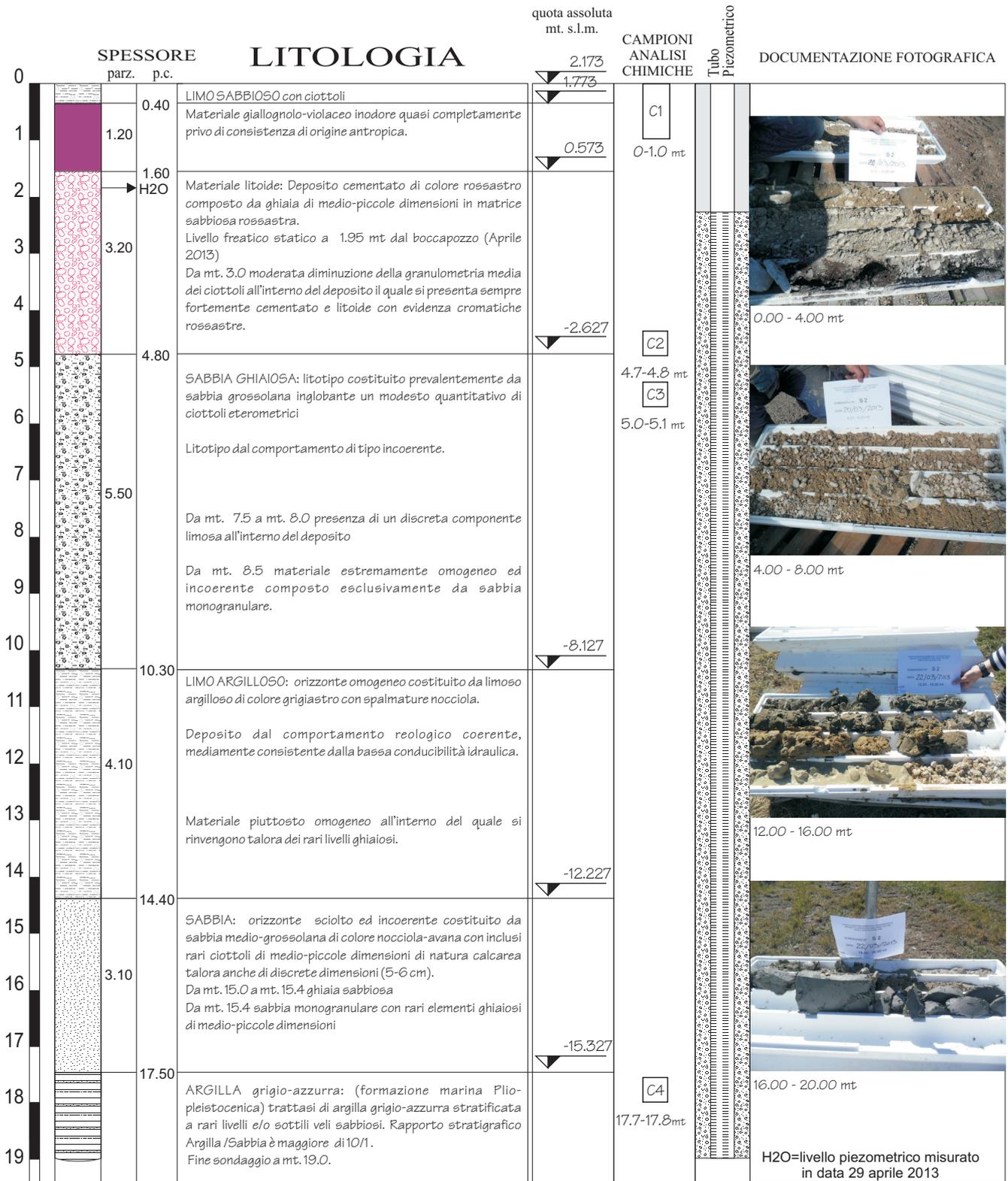
Committente: FIM spa

Località: AREA EX-FIM Porto Sant'Elpidio (FM)

COORDINATE GAUSS-BOAGA N 4789697
FUSO EST E 2419728

21-22 Marzo 2013

Tecnologia di perforazione: carotaggio a rotazione a secco ($\phi=130\text{mm}$)



Legenda Tubo piezometrico

 Malta cementizia con bentonite

 Ghiaietto siliceo

 Tubo fenestrato

 Tubo integro

Dr. Massimo Basili
-geologo-

Dr. Pierpaolo Rinaldelli
-geologo-

S3-Pz3

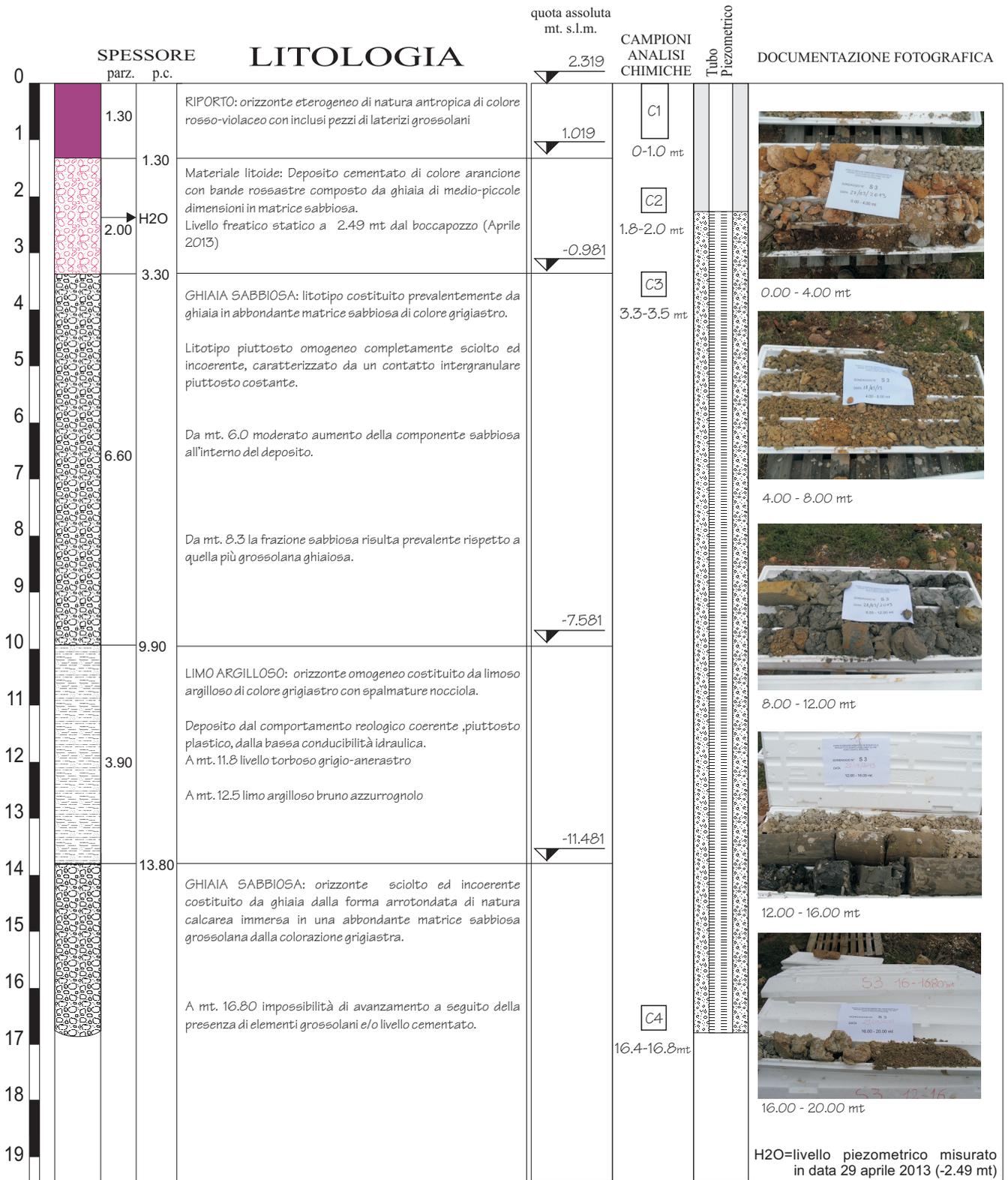
Committente: FIM spa

Località: AREA EX-FIM Porto Sant'Elpidio (FM)

COORDINATE GAUSS-BOAGA N 4789563
FUSO EST E 2419789

27-28 Marzo 2013

Tecnologia di perforazione: carotaggio a rotazione a secco ($\phi=130\text{mm}$)



Legenda Tubo piezometrico

 Malta cementizia con bentonite

 Ghiaietto siliceo

 Tubo fenestrato

 Tubo integro

Dr. Massimo Basili
-geologo-

Dr. Pierpaolo Rinaldelli
-geologo-

S4-Pz4

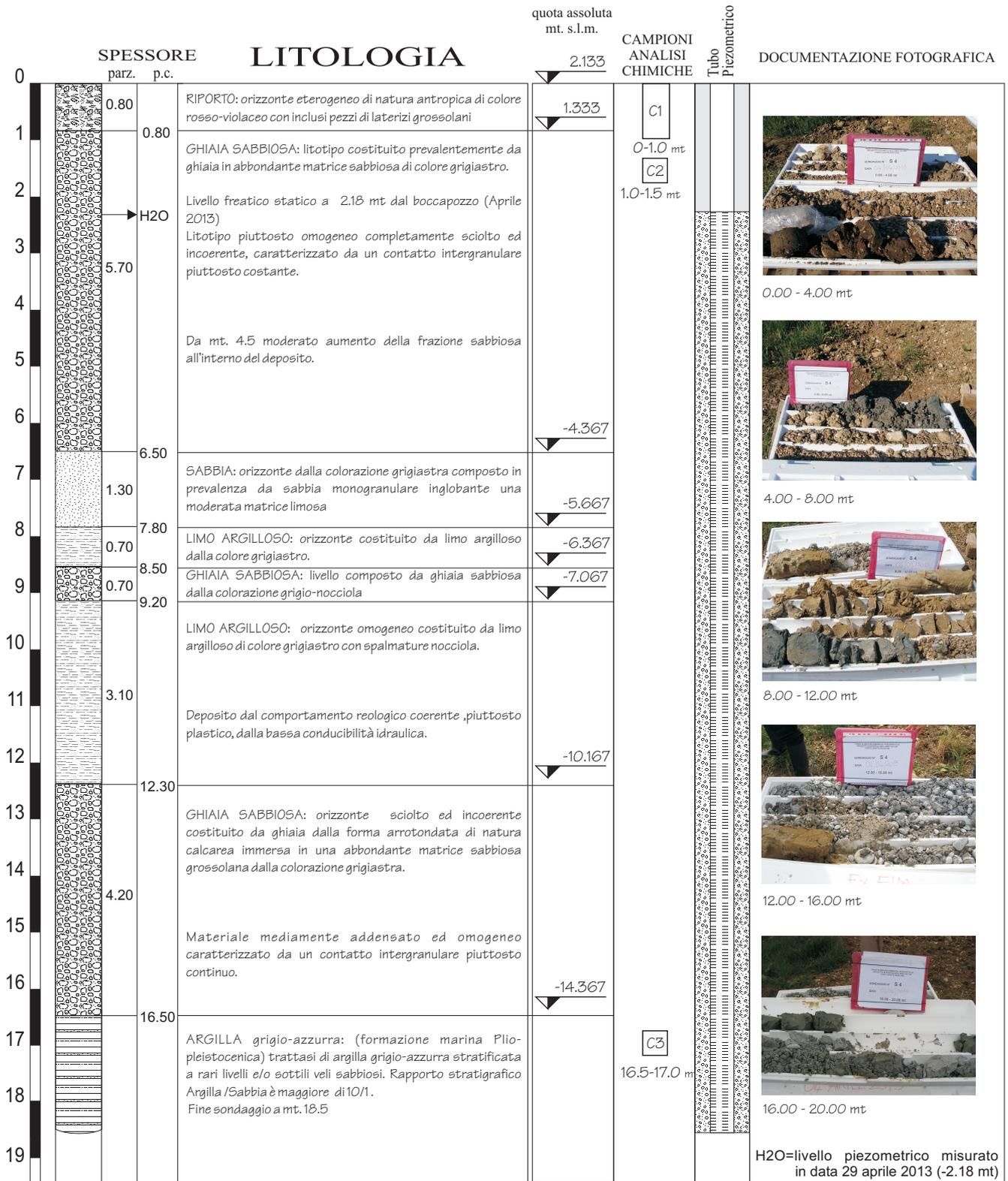
Committente: FIM spa

Località: AREA EX-FIM Porto Sant'Elpidio (FM)

COORDINATE GAUSS-BOAGA N 4789268
FUSO EST E 2419850

4 Aprile 2013

Tecnologia di perforazione: carotaggio a rotazione a secco ($\phi=130\text{mm}$)



Legenda Tubo piezometrico

 Malta cementizia con bentonite

 Ghiaietto siliceo

 Tubo fenestrato

 Tubo integro

Dr. Massimo Basili
-geologo-

Dr. Pierpaolo Rinaldelli
-geologo-

S5-Pz5

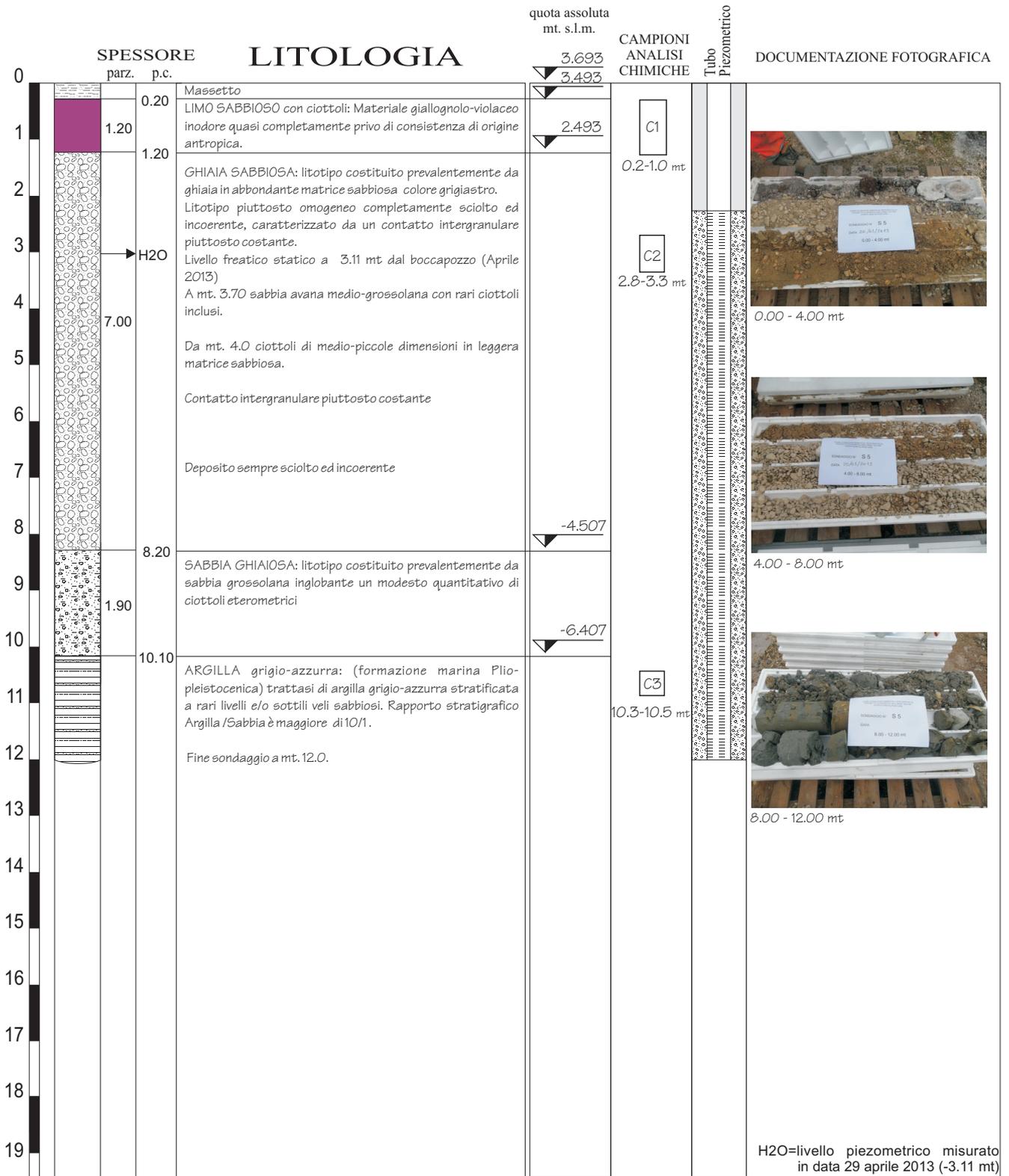
Committente: FIM spa

Località: AREA EX-FIM Porto Sant'Elpidio (FM)

COORDINATE GAUSS-BOAGA N 4789666
FUSO EST E 2419605

20 Marzo 2013

Tecnologia di perforazione: carotaggio a rotazione a secco (φ=130mm)



Legenda Tubo piezometrico

 Malta cementizia con bentonite

 Ghiaietto siliceo

 Tubo fenestrato

 Tubo integro

Dr. Massimo Basili
-geologo-

Dr. Pierpaolo Rinaldelli
-geologo-

S6-Pz6

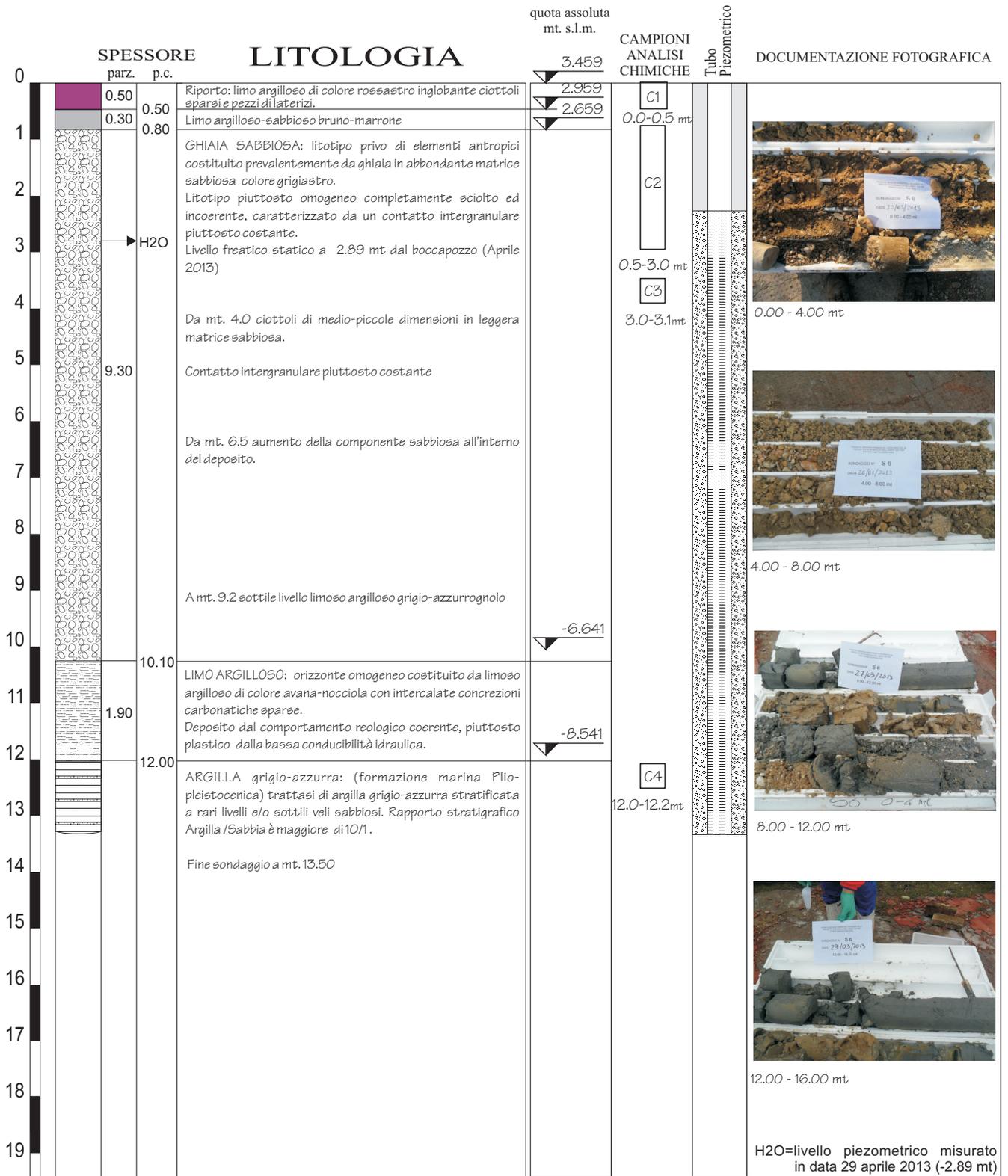
Committente: FIM spa

Località: AREA EX-FIM Porto Sant'Elpidio (FM)

COORDINATE GAUSS-BOAGA N 4789491
FUSO EST E 2419667

22 Marzo 2013

Tecnologia di perforazione: carotaggio a rotazione a secco ($\phi=130\text{mm}$)



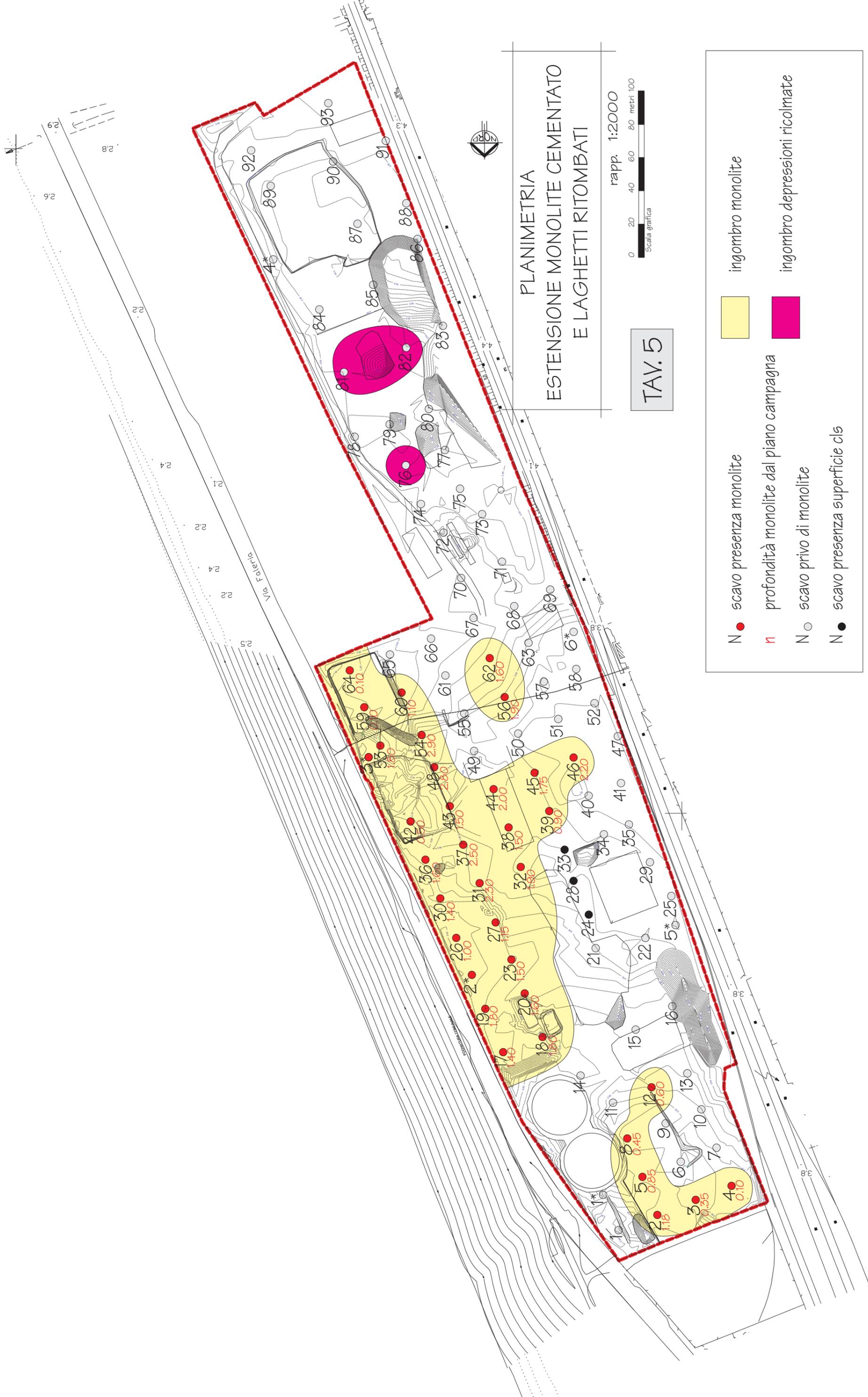
Legenda Tubo piezometrico

Malta cementizia con bentonite

Ghiaietto siliceo

Tubo fenestrato

Tubo integro



PLANIMETRIA
 ESTENSIONE MONOLITE CEMENTATO
 E LAGHETTI RITOMBATI

TAV. 5

rapp. 1:2000



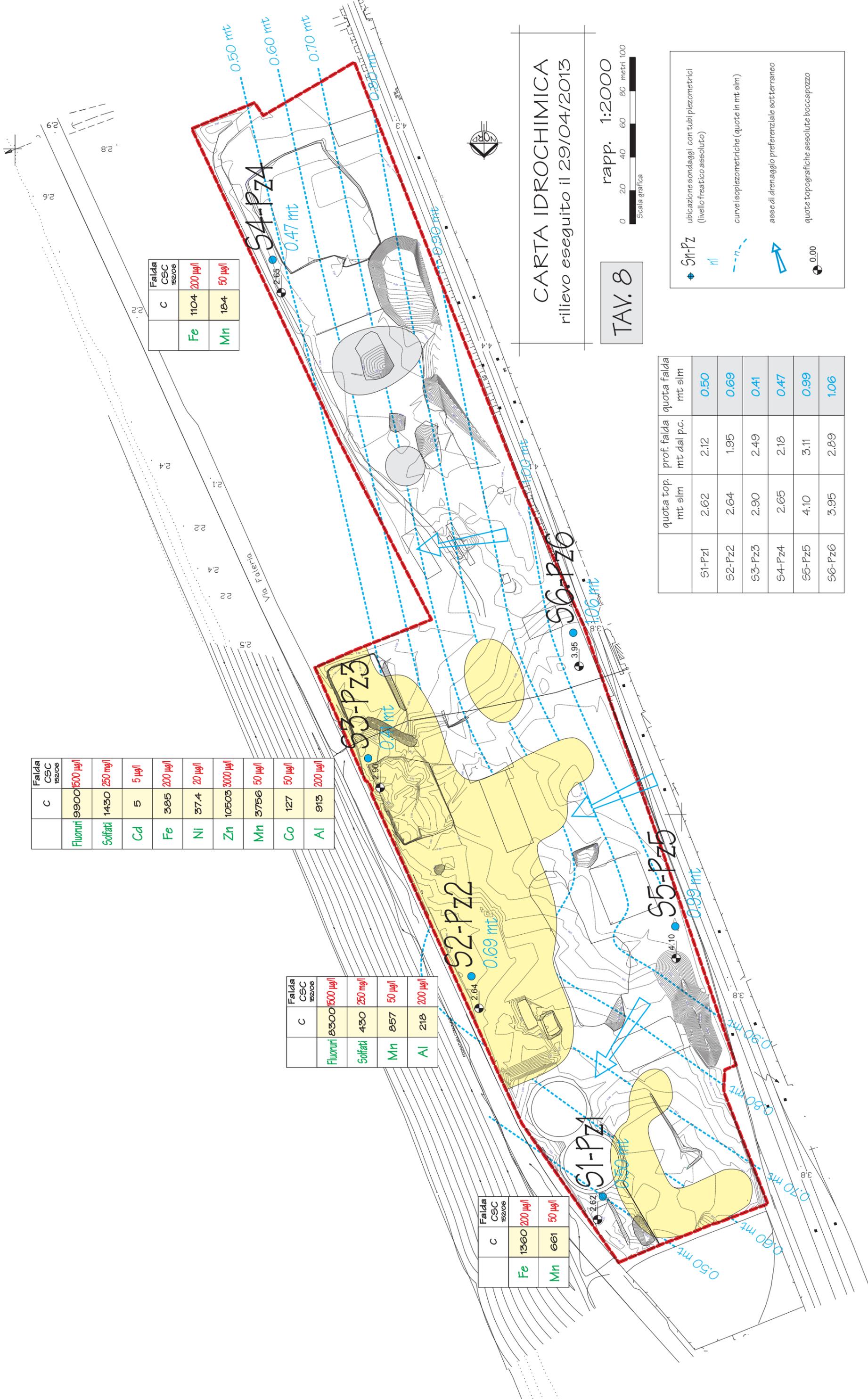
N ●	scavo presenza monolite	ingombro monolite
n	profondità monolite dal piano campagna	ingombro depressioni ricolmate
N ○	scavo privo di monolite	
N ●	scavo presenza superficie cls	

	C	Falda CSC 192/06
Fluoruri	9900	1500 µg/l
Solfati	1430	250 mg/l
Cd	5	5 µg/l
Fe	385	200 µg/l
Ni	37.4	20 µg/l
Zn	10503	3000 µg/l
Mn	3756	50 µg/l
Co	127	50 µg/l
Al	913	200 µg/l

	C	Falda CSC 192/06
Fluoruri	8300	1500 µg/l
Solfati	430	250 mg/l
Mn	857	50 µg/l
Al	218	200 µg/l

	C	Falda CSC 192/06
Fe	1360	200 µg/l
Mn	661	50 µg/l

	C	Falda CSC 192/06
Fe	1104	200 µg/l
Mn	184	50 µg/l



CARTA IDROCHIMICA
rilievo eseguito il 29/04/2013

TAV. 8

rapp. 1:2000
Scala grafica
0 20 40 60 80 100 metri

	quota top. mt slm	prof. falda mt dal p.c.	quota falda mt slm
S1-Pz1	2.62	2.12	0.50
S2-Pz2	2.64	1.95	0.69
S3-Pz3	2.90	2.49	0.41
S4-Pz4	2.65	2.18	0.47
S5-Pz5	4.10	3.11	0.99
S6-Pz6	3.95	2.89	1.06

S1-Pz ubicazione sondaggi con tubi piezometrici (livello freatico assoluto)
 curve isoplezometriche (quote in mt slm)
 asse di drenaggio preferenziale sotterraneo
 quote topografiche assolute bocca-pozzo

SEZIONE GEOLOGICA a-a'

scala 1:400

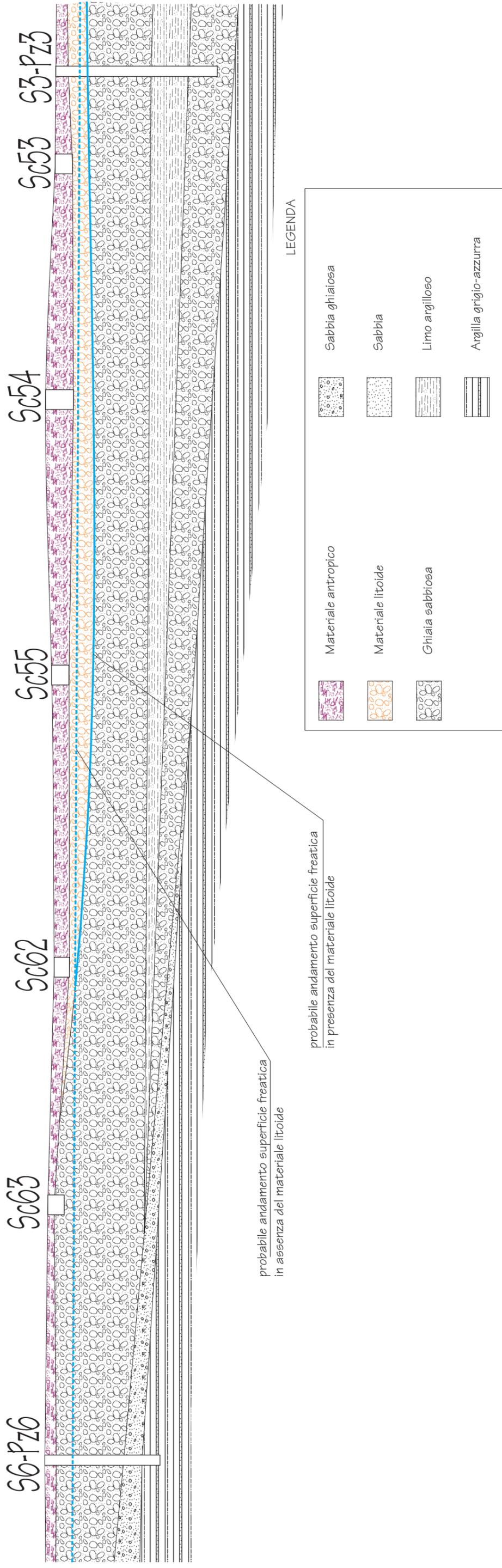


TAV. 11

← SudOvest

NordEst →

ingombro proprietà "EX FIM"



SEZIONE GEOLOGICA b-b'

scala 1:400

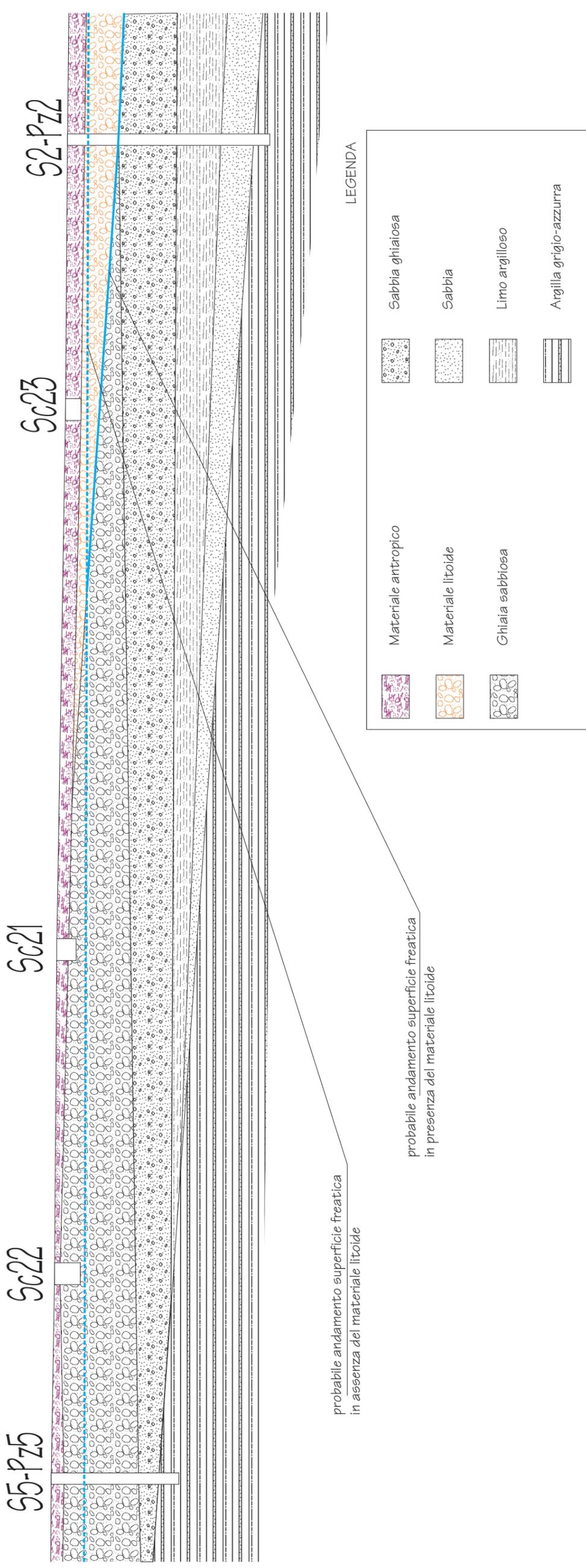


TAV. 13

← OvestSudOvest

EstNordEst →

ingombro proprietà "EX FIM"



SEZIONE GEOLOGICA c-c'

scala orizzontale 1:1500



scala verticale 1:400

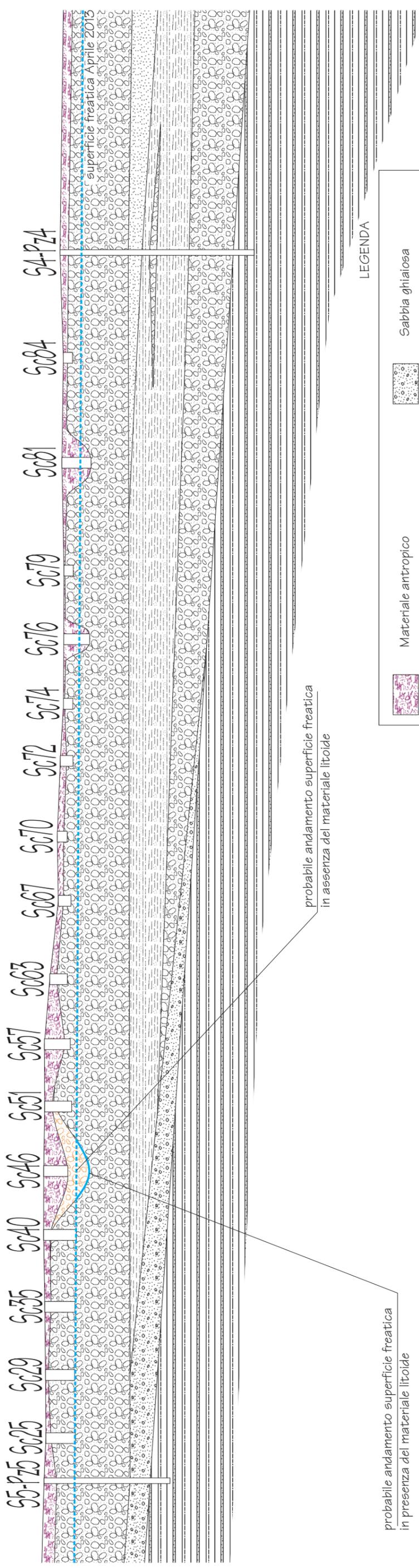


TAV. 15

← NordOvest

SudEst →

ingombro proprietà "EX FIM"



LEGENDA

	Material antropico		Sabbia ghiaiosa
	Materiale litoidi		Sabbia
	Ghiaia sabbiosa		Limo argilloso
			Argilla grigio-azzurra

SEZIONE GEOLOGICA d-d'

scala orizzontale 1:1000



scala verticale 1:400

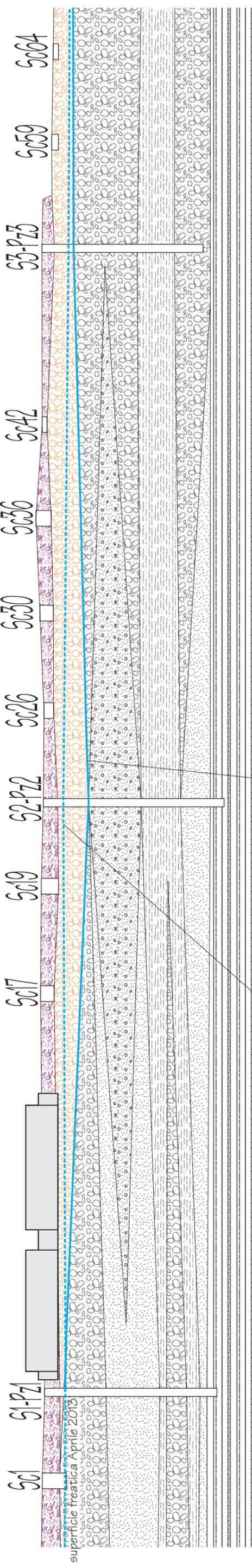


TAV. 17

← NordOvest

SudEst →

ingombro proprietà "EX FIM"



LEGENDA

Material antropico	Sabbia ghiaiosa
Materiale litoidi	Sabbia
Ghiaia sabbiosa	Limo argilloso
	Argilla grigio-azzurra

probabile andamento superficie freatica in assenza del materiale litoidi

probabile andamento superficie freatica in presenza del materiale litoidi