

Valutazione d'Impatto Ambientale (V.I.A.)

Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.)

D.Lgs. 152/2006 – art. 23 e s.m.i.

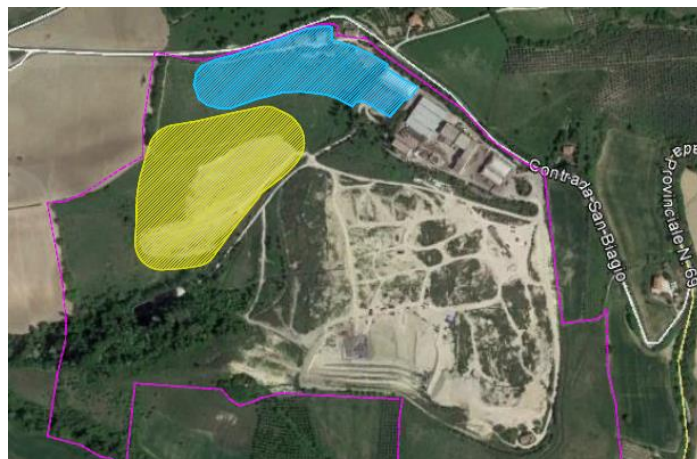
L.R. 3/2012 – art. 12

D.Lgs. 152/2006 – art. 29 ter e s.m.i.



Fermo Ambiente Servizi Impianti Tecnologici Energia S.r.l. Unipersonale

Sede legale: Via Mazzini n. 4 – 63900 Fermo (FM)
Sede operativa: C.da S. Biagio – 63900 Fermo (FM)
Tel. 0734/622095 – Fax 0734/622095 – email info@asiteonline.it – pec info@pec.asiteonline.it



Impianto di trattamento anaerobico della F.O.R.S.U. per la produzione di Biometano.

Realizzazione di una discarica per rifiuti urbani e speciali non pericolosi presso
l'area "ex Camacci".

	Dott.ssa Pamela Marconi
	Ing. Mauro Bracciani Ing. Francesco Iacomozzi
	Ing. Fabio Conti
	Ing. Marco Sciarra Ing. Sergio Ciampolillo
	Geol. Alessandro Mascitti
	Geol. Massimo Basili Geol. Fabio del Moro
	Ing. Chiara Monaldi
	Dott. Maurizio Di Marino Dott. Matteo Petrelli
	Ing. Giovanni Amadio
	Dott. Marco Cardinali
	Ing. Franco Trebbiani
	Geom. Giulio De Carolis
	Ing. Sergio Moretti

Coordinamento



Dott. Matteo Petrelli

Elaborato

**Relazione geologica-geomorfologica-
idrogeologica-idrologica-climatologica-
geotecnica-sismica con valutazioni invarianza
idraulica- verifiche di stabilità sezioni di progetto
con tabulati di calcolo - report indagini
geologico-geotecnico-sismiche e cartografie**

Codice

DIS_02

Data

Settembre 2019

Autore

gae | studio
geology architecture engineering
Geol. Alessandro Mascitti

Via Turati n.2 – 63074
San Benedetto del Tronto (AP)
Email: gaestudio.it@gmail.com
Pec: alessandromascitti@epap.sicurezzapostale.it

SOMMARIO

1. PREMESSA	4
2. UBICAZIONE	6
3. ANALISI P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico Regionale)	10
4. ANALISI I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani)	11
5. ANALISI VINCOLO IDROGEOLOGICO	12
6. ANALISI PRG (Piano Regolatore Comune di Fermo)	13
7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	15
7.1 Geologia regionale	15
7.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	17
7.2.1 Analisi Geomorfologica di dettaglio	19
7.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	19
8. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA e GEOFISICA	27
8.1 Ricostruzione Stratigrafica, Caratterizzazione Geotecnica e Geofisica dei Terreni	27
8.2 PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE	38
8.3 HVSr	43
8.3.1 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA HVSr mediante tromino	44
9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	46
9.1 Mappa dei forti terremoti degli ultimi 150 anni	46
9.2 Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità di forti terremoti	47
9.3 Storia sismica del Comune di Fermo – database macrosismico italiano	48
9.4 Storia sismica comunale	51
9.5 Parametri sismici di sito	54
9.6 ANALISI RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL) MEDIANTE ANALISI 1D	59
10. ANALISI CLIMATICA	62
11. VERIFICHE DI STABILITA' SEZIONI DI PROGETTO	89
11.1 Sezione 06 esplicativa geologico-tecnica Lotti I-II-III-IV	88
11.2 Contour Maps sezioni analizzate	89
11.3 Tabulati di calcolo	95
12. ANALISI INVARIANZA IDRAULICA (CORPO D)	150
13. VALUTAZIONI FINALI	156

Indice delle figure

Figura 1 - Localizzazione area di intervento immagine satellitare google earth	4
Figura 2 – Stralcio IGM in scala 1:25'000, Foglio 125 Quadr. III° NE	6
Figura 3 – Stralcio Carta Tecnica Regionale in scala 1:10'000, sezione 315050	7
Figura 4 - Localizzazione area di intervento immagini satellitari google earth	8
Figura 5 – Modello DTM area di intervento – LiDAR Regione Marche	9
Figura 6 – Stralcio cartografia PAI sezione RI60d in scala 1:10'000	10
Figura 7 – Stralcio cartografia IFFI in scala 1:15'000	12
Figura 8 – Stralcio PRG Comune di Fermo dalla scala 1:9194	13
Figura 9 – Schema di inquadramento geologico regionale	16
Figura 10 – Carta Bacino idrologico – corpi idrici dalla scala 1:5'000	22
Figura 11 – Carta geologica-geomorfologica regionale sezione 315050 dalla scala 1:10'000	23
Figura 12 – Carta Geologico-Geomorfologica di dettaglio	25
Figura 13 – Carta Geologica Geoportale Nazionale	26
Figura 14 – Immagine satellitare con ubicazione indagini geognostiche 2011-2013	28
Figura 10 – Key map sezioni topografiche – geologico/tecniche con relativa ubicazione indagini geognostiche	29
Figura 16 – Categoria Topografica (Metodo Semplificato)	54
Figura 17 – Valori di disaggregazione della pericolosità sismica	60
Figura 18 – Carta fitoclimatica da Geoportale Nazionale	66
Figura 19 – Carta ecopedologica da Geoportale Nazionale	68
Figura 20 – Mappe di precipitazione stagionale storica fonte ASSAM Regione Marche	79

Figura 21 – Carta Ubicazione indagini geognostiche (geologiche-sismiche) 2011-2013 su base satellitare google earth.....	161
Figura 22 – Sintesi Indagini geognostiche 2011- Sondaggi a carotaggio continuo e distruzione di nucleo	162
Figura 23 – Schede sondaggi campagna geognostica 2011	163
Certificati analisi geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati Figura 24 – Certificati di laboratorio analisi campioni indisturbati prelevati campagna 2011	189
Figura 25 – Certificati prove penetrometriche CPT campagna 2011	204
Figura 26 – Linee sismiche a rifrazione campagna 2011 (n.1,n.2,n.3,n.4,n.5)	222
Figura 27 – Schede sondaggi indagini geognostiche 2013 (S1,S2,S3,S4, HVSR)	227

Allegati alla presente relazione (descritti anche nelle figure)

- SCHEDE E CERTIFICATI INDAGINI GEOGNOSTICHE (2011)
 - Immagine Satellitare Google Earth con ubicazione campagna geognostica
 - Sondaggi a distruzione Sd e carotaggio continuo Sc
 - Certificati analisi geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati
 - Certificati Prove Penetrometriche Statiche CPT
 - Linee Sismiche a Rifrazione
- SCHEDE E CERTIFICATI INDAGINI GEOGNOSTICHE (2013)
 - Certificati Indagine Geofisica HVSR
 - Certificati Sondaggi a carotaggio continuo
- NUOVI ELABORATI 2018-2019
 - Tavola Sezioni Geologiche-Geotecniche Corpo D : n.02,04,06,08,10 (Nord-Sud) e n.13,15,17,19 (Ovest-Est) Elaborato di progetto DIS_07

1. PREMESSA

Il presente rapporto geologico-geomorfologico-idrogeologico-idrologico-climatologico-sismico con sintesi e valutazioni sulle caratteristiche litotecniche dei terreni in situ con relative verifiche di stabilità delle sezioni di progetto, è stata realizzata dal sottoscritto geol. Alessandro Mascitti a seguito di incarico da parte della FERMO A.S.I.T.E. Srl Unipersonale con prot. 3843/2018 relativamente al progetto di realizzazione del nuovo corpo D.

L'area di sedime del corpo D in coordinate geografiche assolute è individuabile sistema UTM fuso 33 T come punto baricentrico dalle seguenti coordinate:

LAT: 4775014.62 m N/ LONG: 392208.02 m E



Figura 1 - Localizzazione area di intervento immagine satellitare google earth

L'elaborato intende fornire un quadro di dettaglio delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area di intervento, nonché fornire la caratterizzazione ed i parametri geotecnici caratteristici ai sensi delle NTC 2018 ed i relativi parametri sismici dei terreni presenti in relazione alla valutazione in oggetto.

In particolare il presente lavoro è stato articolato attraverso le seguenti fasi :

- Rilevamento geologico e geomorfologico del sito in esame;
- Reperimento ed Analisi di Studi ed indagini geognostiche effettuate sull'area di intervento con analisi in particolare delle valutazioni e dati provenienti dallo Studio Preliminare di Fattibilità del dott. Geol. Raccichini e della relativa campagna geognostica in situ (2011) correlato ed integrati nei casi ritenuti necessari e compatibili con i dati della campagna geognostica relativa allo studio di fattibilità geologica dell' "IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEI RIFIUTI ORGANICI" (2013) posto sulla porzione superiore del medesimo versante in analisi (quote tra 150 e 190m slm);
- Analisi PAI Regionale, IFFI, Analisi Vincolo Idrogeologico, tavola di sintesi vincolistica del PRG di Fermo;
- Valutazioni e parametrizzazione geotecnica e sismica dei luoghi ai sensi del D.M. 17.01.2018 con analisi statistica dei dati disponibili e relativo report di sintesi nonché determinazione dei valori caratteristici ridotti ai sensi delle NTC 2018 ai fini delle verifiche di stabilità;
- Analisi delle sorgenti sismo-tettoniche presenti e limitrofe e del loro potenziale sismogenetico, analisi sismica dei parametri di sito e relativa pericolosità;
- Analisi dei dati di Disaggregazione di sito in relazione alla configurazione geologico-stratigrafica e sismica-topografica;

- Redazione di sezioni geologico-tecniche di dettaglio del sito di intervento (Corpo D) oggetto di progettazione ingegneristica (n.09 sezioni) elaborato di progetto DIS_07;
- Verifiche di stabilità della sezione di progetto n.06 lungo la massima pendenza e con maggior scavo tra quelle ipotizzate in condizioni TE ($c'kr+f'kr$) sismiche (SLV) ai sensi delle NTC 2018 con riduzione dei parametri caratteristici;
- Analisi e valutazioni climatiche, idrologiche ed idrogeologiche del sito di intervento e dell'area in cui si inserisce lo stesso.
- Analisi e valutazioni in merito al rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica ai sensi della Legge regionale 22/2011 e della DGR 53/2014.

I principi e i criteri adottati nelle analisi e valutazioni che seguono, hanno lo scopo di garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso terreno-struttura e di assicurare la generale stabilità e l'equilibrio idrogeologico della zona sulla quale si inseriscono gli interventi in progetto.

Riferimenti di legge

- LEGGE del 18 maggio 1989, n. 183: *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo Art.3; Art.17 commi 4/6-ter lett. b), c), d), f), l), m); Art.20 comma 2; Art.21 e segg.;*
- Parte III - Legge Regionale del 25 maggio 1999, n. 13 : *Disciplina regionale della difesa del suolo Artt.11, 13;*
- D.M. LL.PP. del 11 marzo 1988: *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;*
- Circolare Ministero LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483: *Legge 2 febbraio 1974, n. 64; D.M. LL.PP. 11 MARZO 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;*
- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 : *Norme tecniche per le costruzioni delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;*
- Circolare Ministero LL.PP. 9 gennaio 1996 n. 218/24/3: *Legge 2 febbraio 1974, n. 64; D.M. LL.PP. 11 MARZO 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;*
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996: *Norme tecniche relative ai - Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi -;*
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996: *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;*
- Circolare Ministero LL.PP. 4 luglio 1996 n. 156 AA.GG./STC.: *Istruzioni per l'applicazione delle - Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 -;*
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 n. n.252 AA.GG./STC.: *Istruzioni per l'applicazione delle - Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 -;*
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 n. 65/AA.GG.: *Istruzioni per l'applicazione delle - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 -.*
- D.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 : *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i.;*
- D.G.R. n° 1046 del 29 luglio 2003 : *"Individuazione e formazione dell'elenco delle zone sismiche nella Regione Marche".*
- D.M. 14.01.2008 NUOVE *"Norme Tecniche per le Costruzioni"* NTC 2008 e successivo D.M. 17.01.2018 con aggiornamento delle *"Norme Tecniche per le Costruzioni"* NTC 2018.
- L.R. 22 del 23/11/11 *"Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico", DGR n.53/2014.*

2. UBICAZIONE

L'area in esame è inquadrabile topograficamente sul foglio 125 III NE "Grottazzolina" (Anno 1950 serie 25v) in scala 1:25'000 ed ubicabile sulla fascia di versante che si sviluppa dal M.te San Biagio in direzione Sud/Sud-Ovest e che fa da spartiacque tra il bacino dell'Ete Vivo e dei suoi affluenti secondari a nord (t.Catalini) e del t.Cosollo a sud all'interno del territorio comunale di Fermo ad una quota topografica di circa 140-190m s.l.m.. Sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10'000 l'area è contenuta sulla sezione 315050.

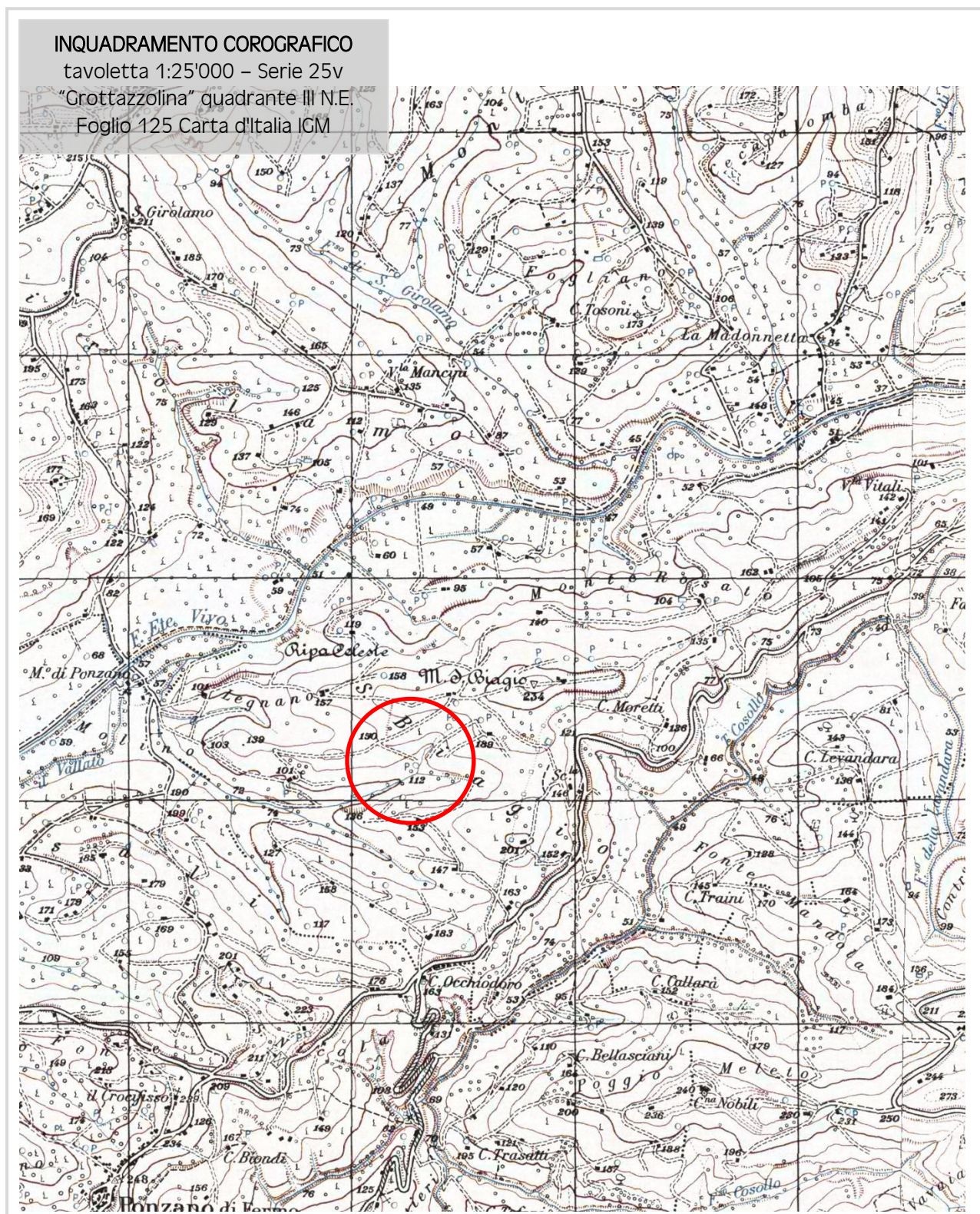


Figura 2 – Stralcio IGM in scala 1:25'000, Foglio 125 Quadr. III° NE

INQUADRAMENTO COROGRAFICO

Immagini satellitari

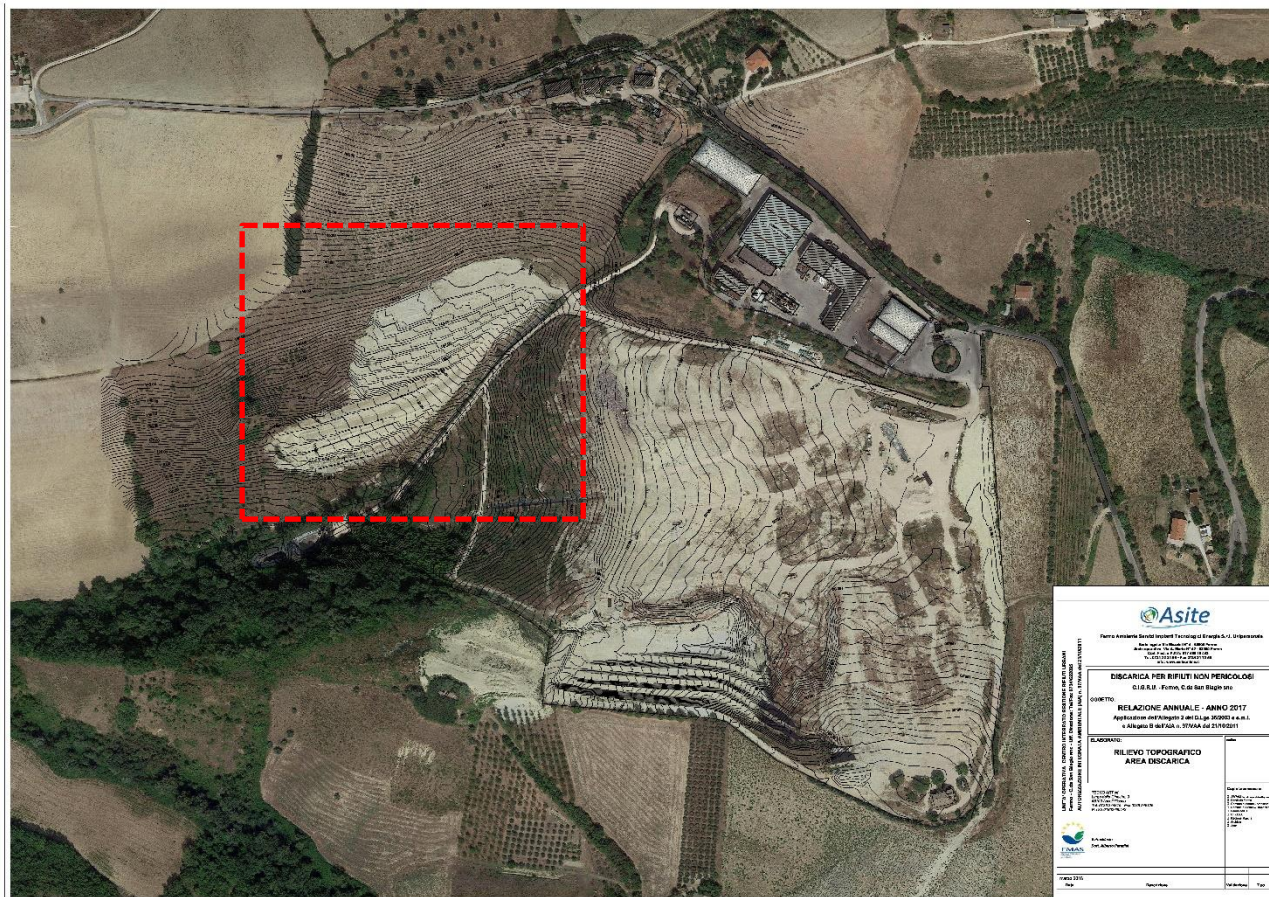


Figura 4 - Localizzazione area di intervento immagini satellitari google earth

MODELLO DTM dell’Area in studio – Discarica CIGRU San Biagio (Fonte Geoportale Nazionale <http://www.pcn.minambiente.it/viewer/> - Prodotti LiDAR Regione Marche)
 Figura 5 – Modello DTM area di intervento – LiDAR Regione Marche



DTM

Grid 1x1 DTM

High : 4809



Low : 0



Area di intervento e studio nuovo Corpo D

3. ANALISI P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico Regionale)

Il **Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico Regionale** (di seguito denominato **PAI**) viene definito dal legislatore quale "strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato" (si veda art. 17 della L. 183/89, Legge Quadro in materia di difesa del suolo).

VINCOLI DAL P.A.I. (Piano Regionale per l'Assetto Idrogeologico) : l'area in studio è contenuta nella tavola grafica - in scala 1:10'000 - **Tavv. RI60d (CTR 315050)** che costituisce uno degli elaborati della "Carta del rischio Idrogeologico". La carta del rischio idrogeologico è quindi articolata nel caso specifico per i differenti livelli di pericolosità dei fenomeni esondativi presenti o limitrofi all'area di studio. Dall'esame della cartografia di riferimento del P.A.I. l'area di progetto NON è ricadente in aree P.A.I. a rischio frana e/o esondazione come si evince dallo stralcio cartografico allegato così come confermato dalla cartografia IFFI e dallo stralcio vincolistico del PRG comunale di Femro.

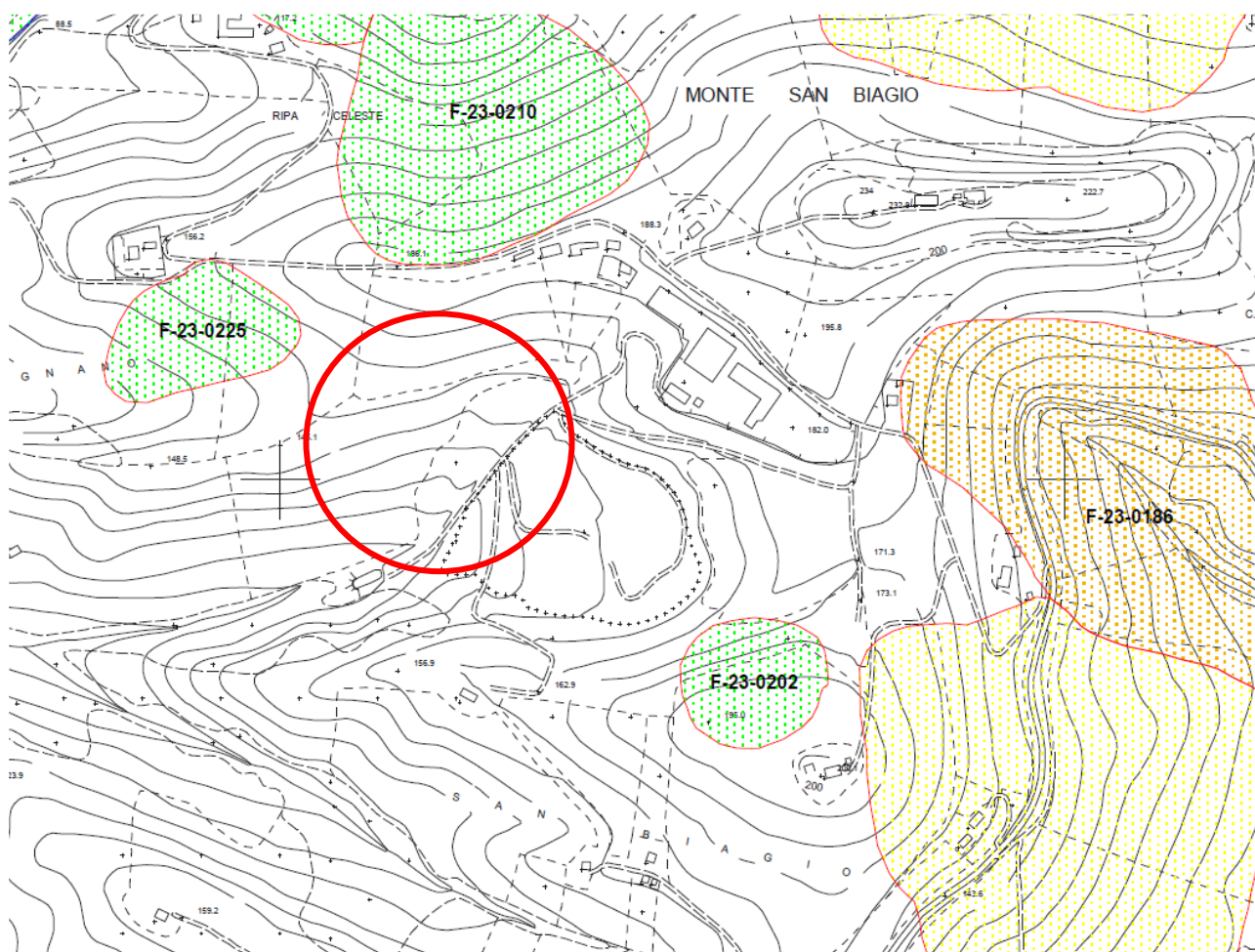




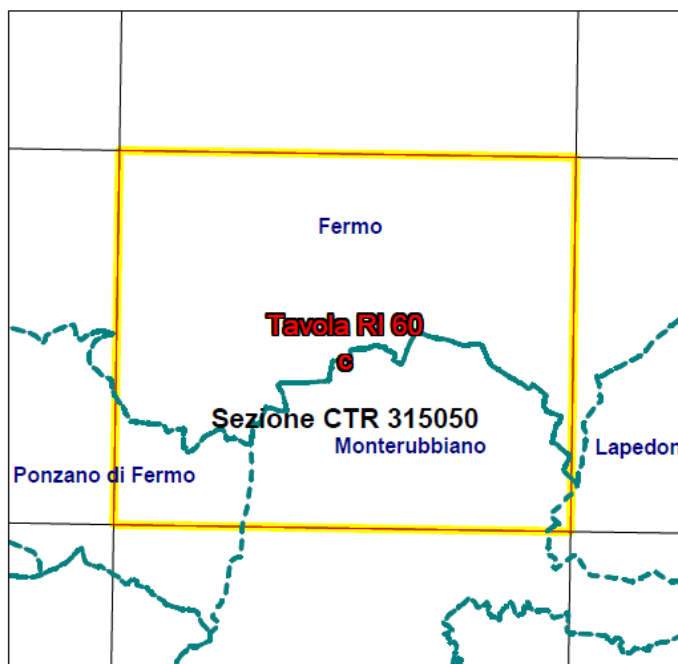


Figura 6 – Stralcio cartografia PAI sezione RI60d in scala 1:10'000

LEGENDA

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

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



CONFINI AMMINISTRATIVI -- INQUADRAMENTO CTR 1:10.000

4. ANALISI I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani)

Il Servizio Geologico Nazionale (ora in APAT) e le Regioni e Province Autonome d'Italia, hanno avviato in collaborazione tra di loro la realizzazione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI).

Lo scopo che si propone il progetto è quello di giungere al censimento ed all'acquisizione di informazioni sui fenomeni franosi presenti sul territorio italiano; per raggiungere lo scopo predefinito ci si avvale dei dati esistenti e della loro integrazione da fotointerpretazione con verifiche di taratura tramite rilievi diretti sul terreno.

Dall'analisi della cartografia I.F.F.I. Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia dell'ISPRA, sull'area di intervento non sono state riconosciute forme riconducibili a dissesti geomorfologici in atto o quiescenti, come si evidenzia nella scheda di dettaglio del Web-Gis al sito <http://www.mais.sinanet.apat.it> e dalla sovrapposizione su base cartografica IGM, seppur presenti, ma non caratterizzanti l'area di intervento, zone classificate a rischio frana con scivolamento rotazionale/traslato.

ANALISI CARTOGRAFIA I.F.F.I. da Web-Gis <http://www.mais.sinanet.apat.it> fonte I.S.P.R.A.

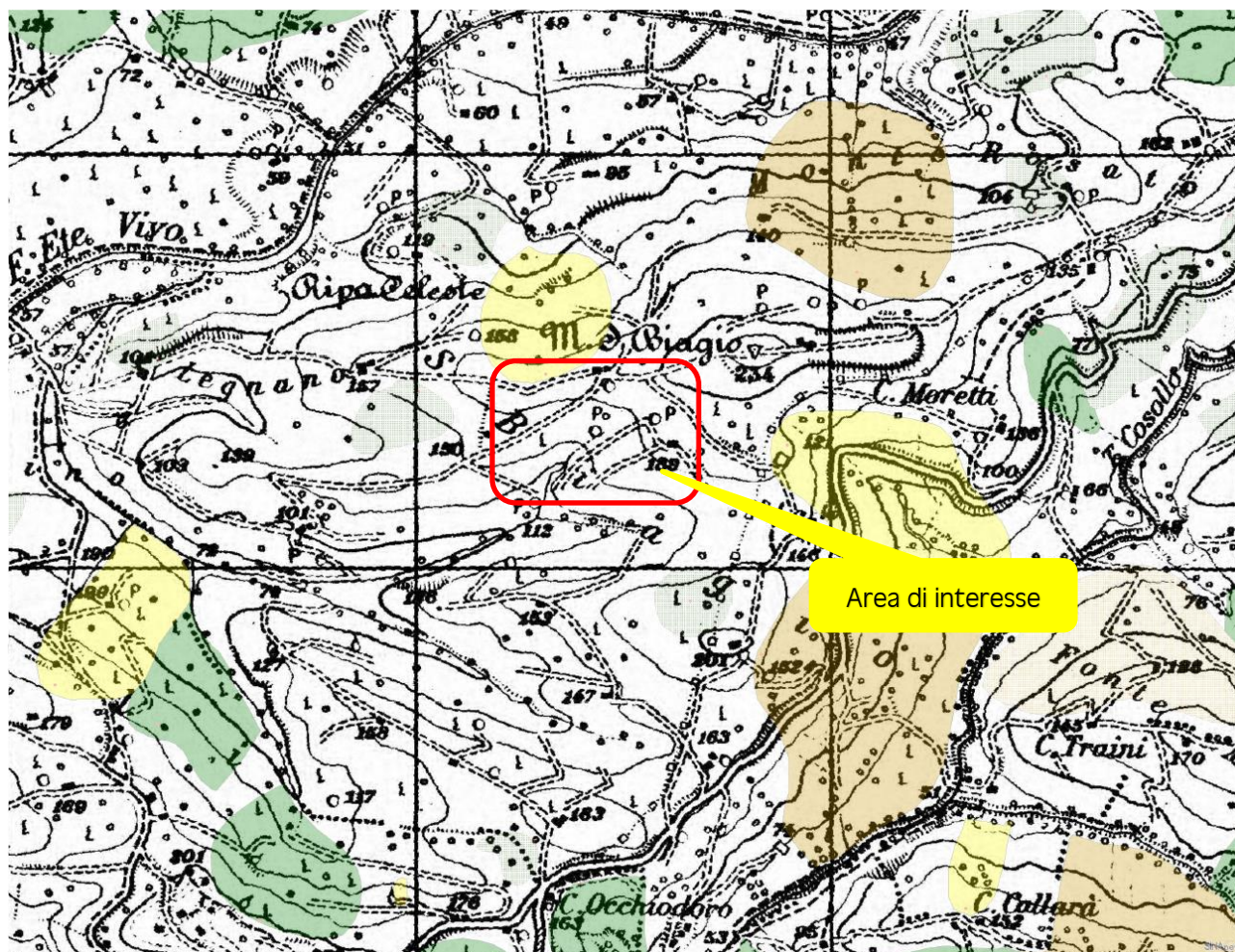


Figura 7 – Stralcio cartografia IFFI in scala 1:15'000

Tipologia di frana

- Crollo/ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslattivo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso

5. ANALISI VINCOLO IDROGEOLOGICO

VINCOLO IDROGEOLOGICO (Regio Decreto N°3267 del 30-12-1923, Art.1)

Sulla base della cartografia vincolistica del PRG comunale tav2, di cui si riporta lo stralcio dell'area di interesse relativa alla vincolistica ambientale e zonizzazione, si evince che l'area di intervento NON ricade in area vincolata.

6. ANALISI PRG (Piano Regolatore Comune di Fermo)

Fonte <https://www.comune.fermo.it/it/pianificazione-urbanistica/>

PRG Comune di Fermo

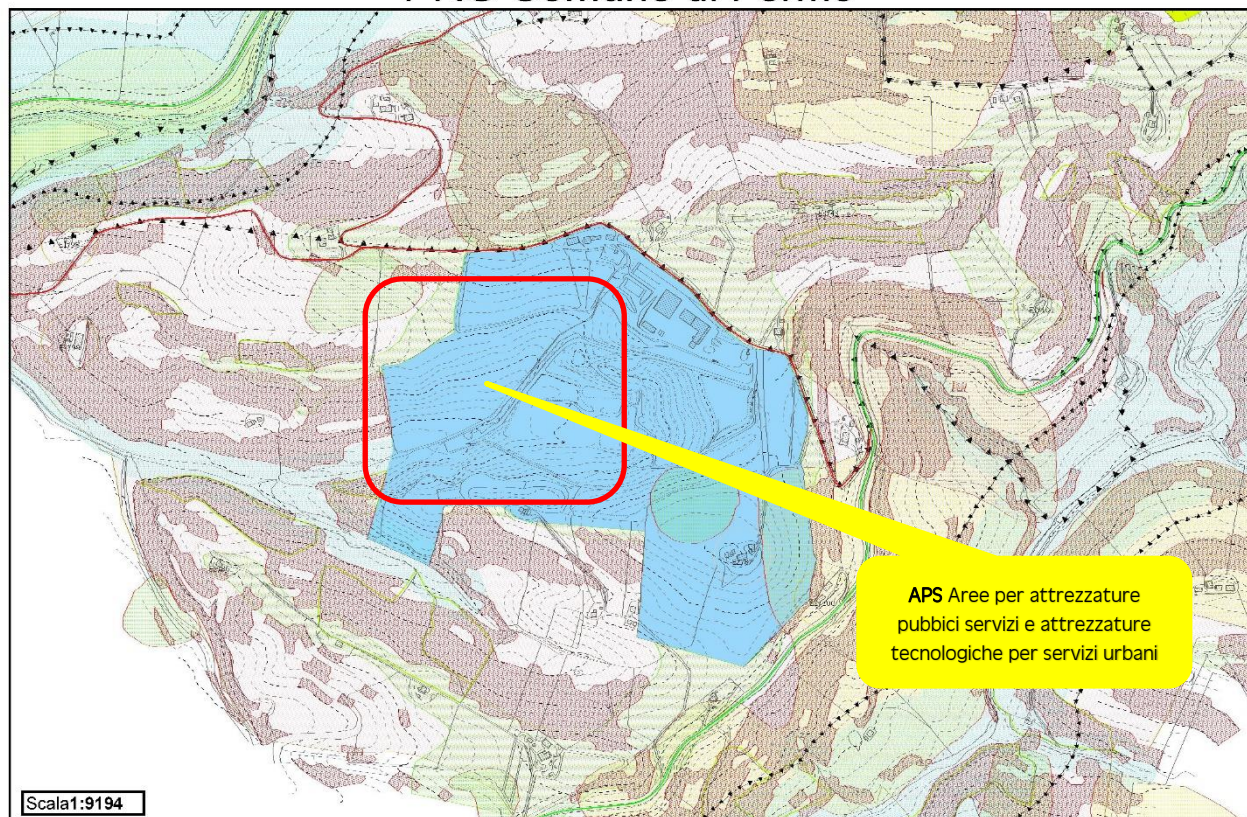


Figura 8 – Stralcio PRG Comune di Fermo dalla scala 1:9194

Tutela Paesistico-Ambientale

- Ambito di tutela di forme geomorfologiche tipiche (art. 27 nt)
- Ambito di tutela integrale dei corsi d'acqua (art. 28 nt)
- Ambito di tutela dei crinali (art. 29 nt)
- Ambito di tutela dei versanti (art. 30 nt)
- Litorale marino - ambito di tutela cartograficamente delimitato (art. 31 nt)
- Litorale marino - fascia litoranea profondità mt. 300 dalla linea di battigia (art. 31 nt)
- Litorale marino limite ambito di spiaggia (art. 31 nt)
- Litorale marino limite ambito pianura costiera (art. 31 nt)
- Litorale marino limite ambito versante costiero (art. 31 nt)
- Ambiti di tutela dei centri e nuclei storici (art. 32 nt)
- Ambiti di tutela integrale di edifici di elevato interesse storico-architettonico e ambientale (art. 33 nt)
- Area archeologica e relativo ambito di tutela integrale (art. 34 nt)
- Aree a rischio archeologico (art. 34 nt)
- Ambiti di tutela dei punti e delle strade panoramiche (art. 35 nt)
- Segni visibili della struttura centuriata (art. 36 nt)
- Paesaggio agrario d'interesse storico ambientale (art. 36 bis nt)
- Beni paesaggistici (Art. 136 Decreto Legislativo 22/01/2004 n. 42)
- Corsi d'acqua (Art. 142 lettere a) e c) Decreto Legislativo 22/01/2004 n. 42)

- Zone di interesse archeologico (Art. 142 lettere m) Decreto Legislativo 22/01/2004 n. 42)
- Vincolo Idrogeologico (R.D. 30/12/1923 - n. 3267)

Parti Pubbliche e di Interesse Generale

- APS Aree per attrezzature pubblici servizi e attrezzature tecnologiche per servizi urbani e relativo limite della zona di rispetto (APS) (art. 46 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)
- AR Aree per attrezzature religiose (AR) (art. 45 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)
- AS Aree per l'istruzione (AS) (art. 43 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)
- ASA Aree per sedi istituzionali socio-assistenziali ed amministrative (ASA) (art. 40 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)
- ASC Aree per attrezzature per lo spettacolo e la cultura (ASC) (art. 48 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)
- IS Aree per l'istruzione superiore ed universitaria (IS) (art. 44 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)
- CIM Aree cimiteriali e relativo limite della zona di rispetto (CIM) (art. 47 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)
- PE Pianificazione di emergenza (PE) (art. 54)
- P/sc Parcheggi - Sosta Camper (P/sc) (art. 50 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)
- Fasce di rispetto stradali (art. 51 nt)
- Spiaggia
- V Spazi pubblici attrezzati a parco e per il gioco (V) (art. 42 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)
- VR/np Verde di rispetto (VR) (art. 49 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)
- VS Spazi pubblici attrezzati per lo sport (VS) (art. 41 nt) e Aree Progetto (da art. 76 ad art. 135 nt)

Parti Consolidate

- Aree agricole di rilevante valore territoriale e paesaggio agrario di interesse storico-ambientale (art. 56 nt)
- Aree agricole della piana alluvionale dei fiumi Tenna ed Ete e della piana costiera (art. 56 nt)

Coordinate

x=2412380.9

y=4774922

ZONING

APS Aree per attrezzature pubblici servizi e attrezzature tecnologiche per servizi urbani (APS) (art. 46 nt) e Aree Progetto (da art. 76 nt ad art. 135 nt)

Art. 46 - Aree per pubblici servizi e attrezzature tecnologiche per servizi urbani (APS)

Per aree per pubblici servizi e attrezzature tecnologiche per servizi urbani si intendono le parti del territorio destinate alle attrezzature ed ai servizi di interesse generale, quali mercati, servizi tecnici ed amministrativi per le reti telefonica, elettrica, idrica, del gas, per la depurazione delle acque, ecc..

Gli interventi relativi a queste zone possono essere realizzati da parte degli enti interessati su aree di proprietà pubblica o privata.

Nel caso debbano essere realizzate su aree di proprietà privata, queste sono preordinate ad espropriazione per pubblica utilità o a cessione gratuita a seguito dell'attuazione di "Area progetto" o dell'applicazione di specifiche disposizioni di PRG.

La proprietà delle attrezzature di interesse comune può essere sia pubblica che privata.

1. Parametri urbanistici ed edilizi

Per interventi di nuova edificazione

UF = 6.000 mq/ha

Hmax = 11.00 ml (fatti salvi gli impianti di carattere straordinario, che possono avere anche altezze superiori)

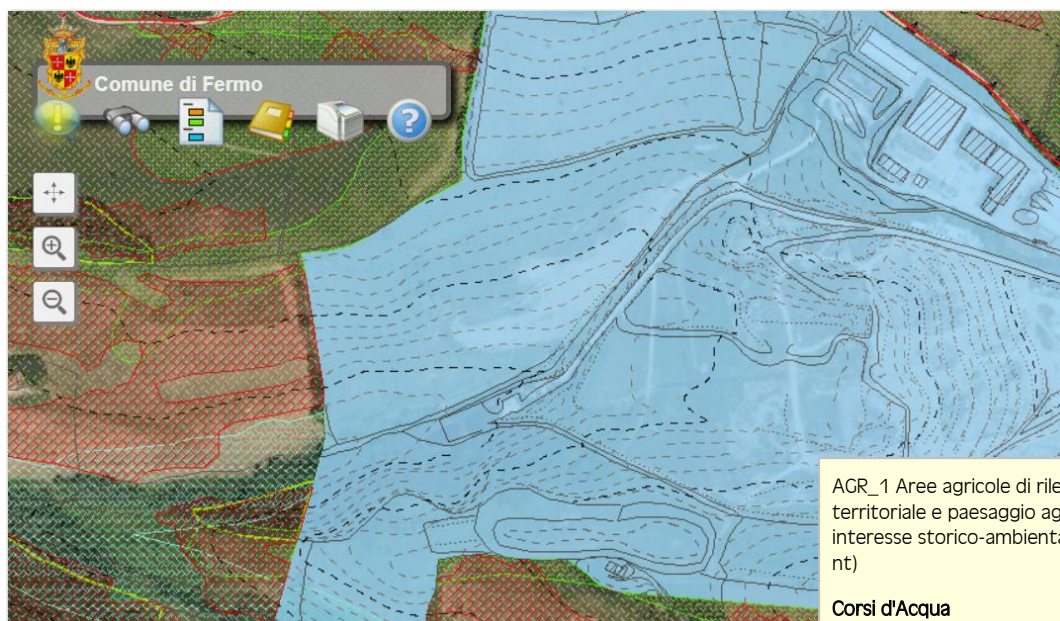
Le fasce di rispetto di tali strutture sono cartograficamente individuate negli elaborati grafici "carta uso del suolo" del Piano e su di esse si applicano i vincoli di inedificabilità prescritti.

Per interventi su strutture esistenti è comunque ammesso un incremento fino al 20% delle superfici esistenti, finalizzato al miglioramento delle attrezzature, nel rispetto del distacco minimo tra i fabbricati e della densità edilizia massima stabilita dal D.M. n. 1444/68.

2. Prescrizioni particolari

- gli spazi liberi dagli edifici, rampe, parcheggi e relativi spazi di manovra, attrezzature tecnologiche, ecc., debbono essere sistemati secondo le modalità di cui al precedente Art. 16.

La variante urbanistica che ha interessato la porzione interessata dall'ampliamento del Corpo D ha consentito il superamento delle tutele di cui all'art. 56 NT Aree Agricole di rilevante valore territoriale e paesaggio agrario di interesse storico-ambientale e all'art. 28 NT Corsi d'acqua, Ambito di tutela integrale dei corsi d'acqua (relativamente al tratto del torrente Catalini che rientra nell'area di intervento).



7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

7.1 Geologia regionale

L'area in esame appartiene al settore centrale dell'Appennino umbro-marchigiano, una catena a pieghe e sovrascorrimenti che costituisce la parte meridionale più esterna dell'Appennino settentrionale (Figg. 2, 3). La successione sedimentaria affiorante in questo settore dell'Appennino è rappresentata dalle unità della serie umbro-marchigiana. Questa, pressoché continua dal Trias superiore al Neogene, nell'area più orientale è ricoperta, in discordanza, ancora da sedimenti marini depositi tra il Pliocene medio ed il Pleistocene inferiore.

Tali successioni si sono sviluppate su una parte del margine continentale africano in continua evoluzione dal Triassico al Pleistocene; la tettonica sinsedimentaria ha condizionato in maniera determinante gli ambienti di sedimentazione. Per questa ragione le suddette successioni presentano notevoli variazioni di facies e di spessori, che riflettono tale evoluzione nel tempo e nello spazio. La sedimentazione essenzialmente calcarea, che caratterizza pressoché tutto l'intervallo Triassico-Eocene, a partire dall'Oligocene diviene di tipo prevalentemente terrigeno.

Nel corso del Miocene il bacino umbro-marchigiano è raggiunto dalle compressioni che, in rapida progressione da ovest a est, modificano continuamente la morfologia del fondo (sistema catena-avanfossa-avampaese). Tale bacino assume via via i caratteri di un'avanfossa torbida migrante verso est a spese dell'avampaese (bacino umbro, bacino marchigiano interno e bacino marchigiano esterno) e ubicata sul fronte della catena appenninica in evoluzione (BOCCALETTI, 1986).

		Presente lavoro			Cantalamessa et al., 2002		Letteratura
PLIOCENE	PLEISTOCENE inferiore	FORMAZIONE DI FERMO (FEM)		Qm1	SABBIE E CONGLOMERATI DI TETTO		DEPOSITI DEL CICLO PLIO- PLEISTOCENICO
		ARGILLE AZZURRE	Membro di Offida (FAA5)	Qm	ARGILLE	Membro di Offida	
			Membro del M.te dell'Ascensione (FAA4)	P2 P2a P2b		Membro del M.te dell'Ascensione	
Zano- lesno			P1		ARGILLE AZZURRE INFERIORI	ARGILLE AZZURRE	

Fig. 1 - Rapporti, per le varie unità litostratigrafiche, tra i nomi adottati in questo lavoro e i nomi noti in letteratura.

Le torbiditi che colmano le avanfosse poggiano su emipelagiti di età sempre più recente verso l'esterno e segnano la progressiva migrazione della deformazione compressiva.

Il bacino marchigiano esterno, ove ricade l'area in esame, assume nel Messiniano i caratteri di un'avanfossa torbida, colmata dalla potente successione silicoclastica della Formazione della Laga, mentre al passaggio Messiniano-Pliocene viene coinvolto nella strutturazione del sistema a thrust appenninico.

La sedimentazione marina continua con la deposizione delle Argille Azzurre (Pliocene-Pleistocene inferiore) di ambiente variabile da scarpata e a piattaforma continentale ed è chiusa dai depositi litorali della Formazione di Fermo (Pleistocene inferiore). Questa successione poggia con evidente unconformity su un substrato piegato ed eroso costituito dalla Formazione della Laga e, a luoghi, dalla Formazione a colombacci. Durante il Pliocene-Pleistocene inferiore, l'attività tettonica ha condizionato l'assetto morfologico del bacino marchigiano esterno che, pur mantenendo una sua unitarietà d'insieme, si è articolato in cinque settori principali caratterizzati da una diversa evoluzione (BIGI et al., 1997b). Questi da nord a sud sono: settore anconetano, settore maceratese, settore fermano, settore teramano e settore chietino (Fig. 4).

Nel settore anconetano (quello più rialzato) si avevano in generale minori tassi di sedimentazione con lacune sedimentarie assai estese nel tempo e marcate discordanze angolari tra i vari termini della successione, depositatasi in un generale ambiente di piattaforma. In questo settore si realizzava anche l'emersione di una porzione di dorsale sottomarina rappresentata dall'attuale rilievo del Monte Conero.

Il settore fermano (quello più depresso), in cui ricade l'area in esame, era caratterizzato invece da una successione pelitica più continua e di maggior spessore (circa 3.000m), di ambiente generalmente batiale.

Sul bordo esterno del settore, in corrispondenza della dorsale di Porto S. Giorgio, dove si realizzava anche l'emersione di una porzione della dorsale, gli spessori sono più ridotti e l'ambiente meno profondo (neritico).

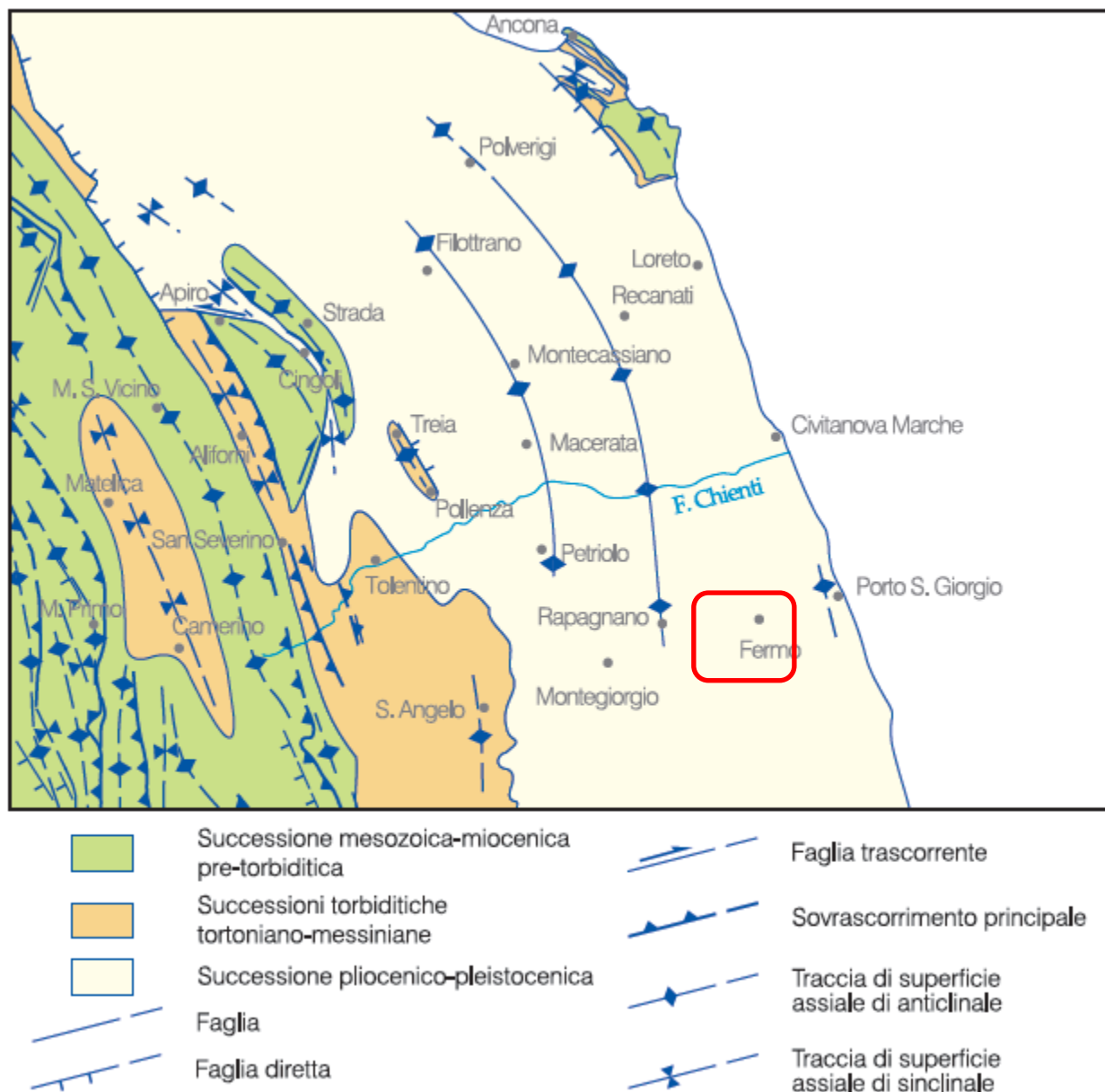


Figura 9 – Schema di inquadramento geologico regionale

I settori maceratese, teramano e chietino, posti a livelli intermedi rispetto ai due precedenti, erano caratterizzati da un generale ambiente di piattaforma relativamente poco profondo e a prevalente sedimentazione argillosa nella quale si intercalavano tempestiti e depositi grossolani, talora rimaneggiati dal moto ondoso.

Con la fine del Pleistocene inferiore tutta la fascia periadriatica marchigianoabruzzese emergeva per effetto di un fenomeno di sollevamento generalizzato che ha interessato l'Italia centrale con valori massimi fino a

oltre 1000m e i depositi marini plio-pleistocenici assumevano il loro caratteristico assetto monoclinale con immersione verso est.

Nell'area in esame, affiorano terreni appartenenti alle Argille Azzurre e alla Formazione di Fermo. La prima unità corrisponde alle Argille azzurre Auctorum, riferibili a gran parte dei depositi del ciclo sedimentario plio-pleistocenico. Nella Fig.1 è riportata la corrispondenza tra le Argille azzurre inferiori e le Argille azzurre superiori di CANTALAMESSA et al. 2002. Essa è delimitata alla base e al tetto da due superfici di discontinuità a carattere regionale: l'inferiore, ubicata alla base del Pliocene, la separa dalle sottostanti formazioni messiniane, quella di tetto la pone a contatto con la Formazione di Fermo di età siciliana (Pleistocene inferiore). Nel suo insieme si tratta di una successione, prevalentemente pelitica, il cui spessore non supera i 3.000 m, in cui si intercalano, a varie altezze stratigrafiche, depositi clastici grossolani che costituiscono corpi composti, il cui spessore arriva anche a 500 m. Sulla base dei caratteri stratigrafici co-sedimentologici, sono stati distinti i seguenti membri:

- delle Arenarie di Borello, dello Spungone, del M.te dell'Ascensione e di Offida.

Nell'area, sopra al substrato, sono particolarmente diffuse le coperture continentali quaternarie come i depositi eluvio-colluviali in gran parte, quindi i depositi alluvionali e le frane.

Le alluvioni terrazzate vengono tradizionalmente suddivise in quattro ordini in base all'altezza relativa delle superfici terrazzate sul fondovalle.

Studi recenti (COLTORTI & NANNI, 1983 ; GENTILI & PAMBIANCHI, 1987) confermano l'esistenza di questi quattro principali ordini di terrazzi ed evidenziano che, localmente, essi possono aumentare di numero a causa dell'attività tettonica recente. Da un punto di vista cronologico, le alluvioni del 1° e 2° ordine sono collocate nel Pleistocene inferiore-medio, mentre quelle del 3° ordine nel Pleistocene superiore. L'origine dei depositi terrazzati del 4° ordine, la cui messa in posto è invece avvenuta per tutto l'Olocene ed in tempi storici, è legata essenzialmente al diffuso smantellamento della copertura boschiva ad opera dell'uomo (BIONDI & COLTORTI, 1982 ; GENTILI & PAMBIANCHI, 1987). Importante risulta il fattore antropico anche nell'evoluzione, recente ed in atto, degli alvei fluviali (GENTILI & PAMBIANCHI, 1987) unitamente al ruolo morfogenetico dei fenomeni franosi di grandi dimensioni, che attivati in corrispondenza di strette vallive, hanno temporaneamente sbarrato i corsi d'acqua dando origine alle intercalazioni di depositi lacustri e fluvio-lacustri.

7.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area di interesse ricade nell'ambito del bacino periadriatico marchigiano, di cui rappresenta una porzione della sua terminazione distale; il substrato è formato da terreni terrigeni (alternanze di strati e livelli pelitici, arenacei e, subordinatamente, conglomeratici) di età pleistocenica aventi complessivamente un assetto monoclinale con debole vergenza adriatica, emersi durante le ultime fasi del sollevamento tettonico generalizzato.

Il paesaggio è caratterizzato da quote medie alquanto basse, tanto che la massima altitudine (rilevata in corrispondenza del M.te San Biagio per l'area in studio) è pari a soli 234 m s.l.m.; di conseguenza, i dislivelli rispetto al fondovalle sono moderati ed il paesaggio è dominato da tratti debolmente acclivi.

Di fondamentale importanza nella determinazione dell'attuale aspetto dell'area è stato l'intenso sollevamento generale che ha interessato tutto il rilievo appenninico a partire dal Pliocene superiore (DRAMIS et al., 1992; COLTORTI et al., 1996) e che ha dato origine all'emersione dell'area e quindi alla formazione del rilievo. Detto sollevamento ha inoltre indotto un generale e rapido approfondimento dell'erosione lineare, sia pure con fasi di minore intensità o di stasi, in relazione alle diverse condizioni climatiche che si sono avvicendate a partire dal Pleistocene medio. A questo approfondimento del reticolo idrografico dei corsi d'acqua in conseguenza dell'incremento di pendenza del letto, tanto il modellamento dei versanti collinari, su cui l'aumento di acclività causato dalle incisioni fluviali ha generato condizioni favorevoli all'insorgere di movimenti gravitativi e di fenomeni di ruscellamento.

Le condizioni climatiche fredde e temperate che durante il Quaternario si sono alternate nell'area, sono legate rispettivamente a momenti a prevalente erosione dei versanti e conseguente sedimentazione lungo i fondovalle (resistasia delle fasi periglaciali) ed a prevalente erosione lineare lungo le aste fluviali (biostasia delle fasi interglaciali); gli effetti morfoevolutivi di tali periodi climatici sono riconoscibili lungo gli assi vallivi grazie alla presenza di depositi alluvionali terrazzati (depositi dei periodi freddi ed incisi nei periodi temperati

successivi) disposti a quote decrescenti rispetto al fondovalle attuale. Nell'ambito del territorio in esame, le fasi fredde hanno inoltre prodotto anche potenti coltri detritiche ed accumuli di glaciis fortemente dissecati. Nel complesso, l'area investigata può essere suddivisa in tre unità di paesaggio fondamentali date, in ordine di estensione areale, dai rilievi collinari, dai fondivalle alluvionali e dalle coste basse.

I bassi rilievi - formati durante il recente sollevamento tettonico e modellati prevalentemente dalle acque correnti superficiali e, subordinatamente, da movimenti di massa - hanno nel complesso caratteristiche geomorfologiche abbastanza omogenee, tipiche peraltro della gran parte del paesaggio basso collinare che caratterizza la fascia periadriatica marchigiana (BISCI & DRAMIS, 1991). Tali peculiarità sono strettamente legate alle caratteristiche litologiche e strutturali del substrato, all'evoluzione tettonica recente dell'area, alle situazioni climatiche che si sono succedute dopo l'emersione ed all'attività antropica (soprattutto quella recente).

Lungo i versanti collinari, le acclività medie sono relativamente modeste, soprattutto lungo le pendici meridionali; rare brusche rotture di pendio ad acclività molto elevata sono comunque presenti. In generale, si possono notare pendenze medie maggiori lungo i versanti modellati in corrispondenza di strutture a reggipoggio o traversopoggio.

I profili dei versanti risultano tipicamente irregolari in conseguenza dell'erosione differenziale che ha agito sul substrato: i ripiani strutturali e le rotture di pendio (localmente anche molto acclivi) che caratterizzano gli affioramenti più resistenti (come le arenarie ed i conglomerati della Formazione di Fermo) sono difatti collegati da tratti a profilo longitudinale prevalentemente concavo corrispondenti agli affioramenti argillosi, generalmente assai più spessi. Tale peculiarità, oltre a caratterizzare inconfondibilmente il paesaggio, costituisce un notevole ausilio al rilevamento geologico, reso particolarmente problematico dalla carenza di affioramenti e dalla intensa antropizzazione.

Potenti accumuli (DRAMIS et al., 1993) profondamente dissecati ricoprono (fino a 15 m circa) zone di spartiacque: si tratta di lembi relitti di estese coperture costituite da sedimenti prevalentemente fini. I depositi, caratteristici di ambienti arido-freddi, sono infatti generalmente rappresentati da sabbie da fini a finissime e limi di colore giallastro, privi di evidenti strutture interne e, spesso, intensamente degradati. Talvolta sono state segnalate intercalazioni di sedimenti di origine eolica (loess; FARABOLLINI, 1995). La loro distribuzione areale e la loro posizione topografica fanno ritenere che si tratti di lembi relitti di ampi glaciis smembrati dall'erosione. La loro distribuzione, generalmente lungo profili che corrono a quote superiori o talvolta paragonabili con quelle delle alluvioni terrazzate più antiche, permette di attribuirli a fasi deposizionali/morfogenetiche riferibili perlomeno al Pleistocene medio.

L'area è inoltre caratterizzata da coltri detritiche eluvio-colluviali, derivanti dall'alterazione chimica e meccanica del substrato; i maggiori accumuli di tali coperture detritiche si osservano principalmente negli impluvi e nei versanti a franapoggio. La presenza dei depositi eluvio-colluviali tende in generale ad addolcire le pendenze, generando le tipiche valleciole a conca e raccordi dolci tra pendii e fondivalle.

Lungo le valli fluviali principali (ed in particolare lungo quelle del Tenna) compaiono diffusamente depositi alluvionali terrazzati aventi frequenza, ampiezza e caratteristiche del deposito a volte diversificate, sia da un corso d'acqua all'altro che da un evento di terrazzamento all'altro. Nonostante che siano subito emerse chiaramente varie difficoltà nell'inquadrare i diversi lembi terrazzati rilevati negli ordini tradizionali, si è adottata una relazione diretta ordine-sintema.

Lungo la valle del F. Tenna sono stati cartografati tutti e quattro i sintemi (e relativi ordini di terrazzo, di cui i due più antichi risultano sempre smembrati e sono presenti a diverse altezze lungo i pendii collinari; nelle valli dei corsi d'acqua minori, sono stati invece riconosciuti solamente i sintemi più recenti (III e IV ordine).

I depositi terrazzati, particolarmente sviluppati in sinistra idrografica dei principali fiumi, dove è possibile riconoscere l'intera successione degli ordini terrazzati (COLTORTI et al., 1991; DRAMIS et al., 1992), sono prevalentemente conglomeratici anche se in alcune zone (F. Ete morto) è molto abbondante la frazione limosa.

I fondivalle principali sono in gran parte ricoperti da depositi alluvionali continui di notevole estensione laterale e spessore, riconducibili ai sintemi del III ordine (Pleistocene superiore). In prossimità delle aste fluviali, tali depositi risultano erosi e lasciano il posto alle sabbie e ghiaie dei depositi alluvionali del IV ordine (Olocene).

La piana alluvionale più recente (IV ordine) si presenta ben sviluppata e continua in tutti i principali assi vallivi presenti nel Foglio (FiumeTenna).

La messa in posto della maggior parte di tali depositi, indicativamente riferita all'Olocene recente, si è verificata per effetto di processi di degradazione ed erosione dovuti anche all'antropizzazione spinta dei versanti e, in particolare, al massiccio smantellamento della copertura boschiva per fini agro-pastorali, oltre che per soddisfare le sempre più forti richieste di legname (GENTILI & PAMBIANCHI, 1987; COLTORTI et al., 1996). La loro incisione, invece, si è realizzata in tempi storici, sempre in conseguenza di modificazioni antropiche dell'uso del suolo.

7.2.1 Analisi Geomorfologica di dettaglio

Nell'area oggetto di indagine è stato effettuato un rilievo topografico di dettaglio per avere una base di lavoro aggiornata e sufficientemente circostanziata.

La discarica in esercizio, occupa una valle naturale ad andamento pressochè Est-Ovest e si restringe progressivamente scendendo di quota per aprirsi in direzione della valle del fiume Ete Vivo.

La valle si riduce di ampiezza procedendo verso quote più basse, tale restringimento corrisponde ad un aumento pressochè simmetrico della pendenza dei versanti.

L'area in esame appartiene al bacino idrografico del fosso Catalini affluente di destra del fiume Ete Vivo, il fosso drena o conferisce apporti idrici soltanto durante i periodi piovosi e quindi in concomitanza con eventi meteorologici con precipitazioni e pertanto raccoglie le acque di ruscellamento dei versanti circostanti.

La zona oggetto di intervento interessa principalmente il versante in destra idrografica del fosso Catalini.

Dal punto di vista geomorfologico, nell'area studiata non sono stati evidenziati fenomeni franosi in atto, né quiescenti o comunque riattivabili.

Il versante degrada in modo omogeneo verso sud-ovest senza contro pendenze e rotture di pendio, inoltre il rilievo di superficie ha escluso la presenza di elementi geomorfologici principali quali fratture di trazione e rigonfiamenti dei terreni. Alcuni fenomeni di instabilità interessano le porzioni superficiali delle scarpate antropiche generate o create nelle diverse fasi di operatività del deposito temporaneo delle terre da scavo del corpo C.

Si tratta di processi di sviluppo di versante non omogenei, con disarticolazioni, principalmente zone di trazione in porzioni limitate sia arealmente che in profondità che non interessano il substrato e che non interferiranno con il nuovo corpo di discarica in progetto.

Di seguito si riportano i riferimenti cartografici geologici foglio 315010 del CARG in scala 1:10'000 come stralcio per l'area in studio nonché carta geologico-geomorfologica di dettaglio edita sulla base delle indagini del 2011 per ASITE, Carta del Bacino Idrologico e stralcio della Carta Geologica dal Geoportale Nazionale.

7.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nel quadro complessivo geologico-geotecnico è importante approfondire la configurazione idrogeologica dell'area e del sito di intervento attraverso i dati disponibili e quindi con la situazione rilevabile nei piezometri e punti di controllo esistenti in loco.

L'indagine è stata finalizzata all'esame dei seguenti aspetti:

1. presenza e caratteristiche della falda superficiale, e possibilità di inquinamento a seguito dell'esercizio dell'attività di smaltimento rifiuti.
2. Presenza e possibilità di inquinamento delle falde profonde.

Sulla base della bibliografia esaminata, delle perforazioni e delle indagini eseguite nei terreni (2011) e reperite ed analizzate, dei risultati degli esami di laboratorio su campioni di acqua prelevati nella rete di punti di controllo di primo livello ed in alcuni punti lontani si è pervenuti ad un quadro più completo della situazione idrogeologica.

Nell'area della discarica è presente una falda superficiale, non stabilizzata, con alimentazione meteorica per infiltrazione, localizzata negli orizzonti sabbiosi permeabili presenti in alcune zone subito al di sotto del terreno agrario e del primo strato di argilla sabbiosa alterata e disturbata.

La falda risente in modo diretto delle condizioni meteoclimatiche dell'area ed è quindi alimentata solo per infiltrazione superficiale e non è definibile come falda stabilizzata.

L'area in esame ricade nel bacino idrografico del Fiume Ete Vivo, come riscontrabile dall'estratto della "Tav. 2-A.1.1 - Bacini idrografici della Regione Marche" quale elaborato tecnico del Piano di Tutela delle Acque della Regione Marche. Il Fiume Ete Vivo è definito come un corpo idrico superficiale rilevante, come stabilito dall'art. 11 "Corpi idrici significativi" del P.T.A. al comma 4. Nasce al confine tra i comuni di Santa Vittoria in Matenano e Montelparo e nel suo percorso di circa 35 km attraversa i comuni di Monteleone di Fermo, Monsampietro Morico, Belmonte Piceno, Montottone, Monte Giberto, Ponzano di Fermo, Fermo, per sfociare a Porto San Giorgio.

L'alveo fluviale del fiume Ete Vivo attuale presenta una morfologia particolare, comune a molti fiumi dell'Appennino centro settentrionale. Tali corsi d'acqua possono essere definiti nel loro insieme come fiumi a bassa sinuosità, in letteratura internazionale è a volte usato il termine di fiumi pseudomeandering o talora wandering. Tale tipologia di fiumi sono tipicamente costituiti da barre laterali alternate e da un canale principale attivo, caratterizzato da tipiche sequenze rifte-pool, in alcuni tratti l'alveo può presentare anche due canali attivi sviluppando localmente la configurazione simile a quella dei canali intrecciati. Una caratteristica fondamentale che li contraddistingue dagli altri tipi di alveo è che, seppure durante le condizioni di magra il canale (baseflow) presenta un andamento spesso marcatamente sinuoso, l'alveo di piena (bankfull) presenta invece un andamento con una sinuosità molto inferiore, talora quasi rettilineo.

A valle dell'area oggetto di ampliamento (corpo D) vi è la presenza di un fosso denominato Fosso Catalini che ha carattere stagionale con portata naturale nulla per oltre 120 giorni l'anno. Si forma dal compluvio di due crinali di 3° classe e, dopo uno sviluppo di circa 1.7 km, sfocia sulla destra orografica del fiume Ete Vivo.

Idrogeologia e Permeabilità delle litologie affioranti

I terreni affioranti nell'area in studio (Area del M.te San Biagio) dal punto di vista idrogeologico presentano i seguenti aspetti:

- I primi livelli sabbiosi permeabili, esistenti al di sotto del terreno agrario e/o nei primi metri della formazione argillosa, sono alimentati dalle acque meteoriche che percolano attraverso la copertura. In profondità questi livelli continuano ad essere presenti, ma diminuisce drasticamente la loro possibilità di alimentazione e quindi la loro potenzialità acquifera;
- In alcune aree i livelli sabbiosi superficiali presentano un maggiore spessore ed una maggiore continuità, in questo caso vengono a crearsi le condizioni per l'istaurarsi di una falda freatica libera (in equilibrio con la pressione atmosferica), osservabile nei terreni confinanti con la discarica di fondo valle.
- Le unità litostratigrafiche che caratterizzano la zona in esame, presentano caratteristiche di permeabilità primaria per porosità e/o permeabilità secondaria per fessurazione. I caratteri idrogeologici dei sedimenti presenti nell'immediato sottosuolo dell'area in oggetto, possono considerarsi piuttosto omogenei con valori di permeabilità dell'ordine di 6.7×10^{-8} , 1.2×10^{-8} , 6.6×10^{-9} cm/sec, valori del tutto rispondenti a quanto richiesto dalla normativa vigente in ambito di realizzazione di discariche per RSU. In ogni caso il progetto in essere prevede l'apposizione di guaina impermeabile in HDPE che impedirà fisicamente il contatto fra rifiuti e formazione e quindi la circolazione di fluidi o liquidi.

In prossimità dei fossati e lungo la fascia terminale dei relativi versanti è da segnalare la presenza di irregolari e variabili falde freatiche, che generalmente interessano le coltri di copertura colluviale.

Pertanto la superficie piezometrica risulta estremamente discontinua, non solo in relazione all'andamento stagionale del corso idrico e dei sedimenti presenti, ma anche in funzione dei processi idrogeologici, gravitativi che caratterizzano la zona. A riguardo esistono quindi falde impostate a contatto tra i depositi di copertura colluviale con le unità di substrato prevalentemente argilloso, le quali visto anche lo spessore dei livelli stessi e la loro media permeabilità, acquistano una media trasmissività. Si tratta di falde collegate solo all'andamento meteorico dell'area e quindi alimentate dalle acque di precipitazione che si infiltrano attraverso le coperture.

Riveste quindi aspetto fondamentale nella progettazione del nuovo corpo D, la regimazione delle acque meteoriche. Infatti, uno dei fattori ambientali più a rischio nella gestione di una discarica controllata è costituito dalle acque meteoriche che devono essere regimate al fine di minimizzare l'apporto idrico che dall'esterno arriva al corpo rifiuti o agli spaccati naturali nelle fasi funzionali dei vari lotti di abbancamento. Sarà pertanto necessario prevedere un'ideoneo sviluppo perimetrale dell'area di intervento dotato di sistemi di captazione ed allontanamento delle acque meteoriche quali canalette di scolo e drenaggi in grado di evitare che le acque esterne al sito possano scorrere verso l'interno del bacino di discarica. In particolare le acque meteoriche potranno essere allontanate dal perimetro dell'area per gravità attraverso il posizionamento lungo il perimetro dell'opera di pozzetti di raccolta delle acque piovane fino al punto di scarico sulle acque superficiali del fosso Catalini che è presente al piede del nuovo corpo D in ampliamento della discarica con un deflusso non perenne e legato all'andamento meteorologico.

Si allega di seguito stralcio della carta del bacino idrografico relativa all'area in esame (edita nello studio geologico-ambientale allegato alla progettazione definitiva 2011).

La regimazione delle acque meteoriche è necessaria anche ai fini di evitare l'erosione dei pendii e di ovviare a fenomeni di instabilità dei versanti che potrebbero essere agevolati dagli sbancamenti dovuti alla realizzazione ed alla gestione della discarica stessa; pertanto la corretta progettazione della rete idrica riesce a garantire un elevato livello di progettazione ambientale.

CARTA BACINO IDROLOGICO – CORPI IDRICI
dalla scala 1:5'000

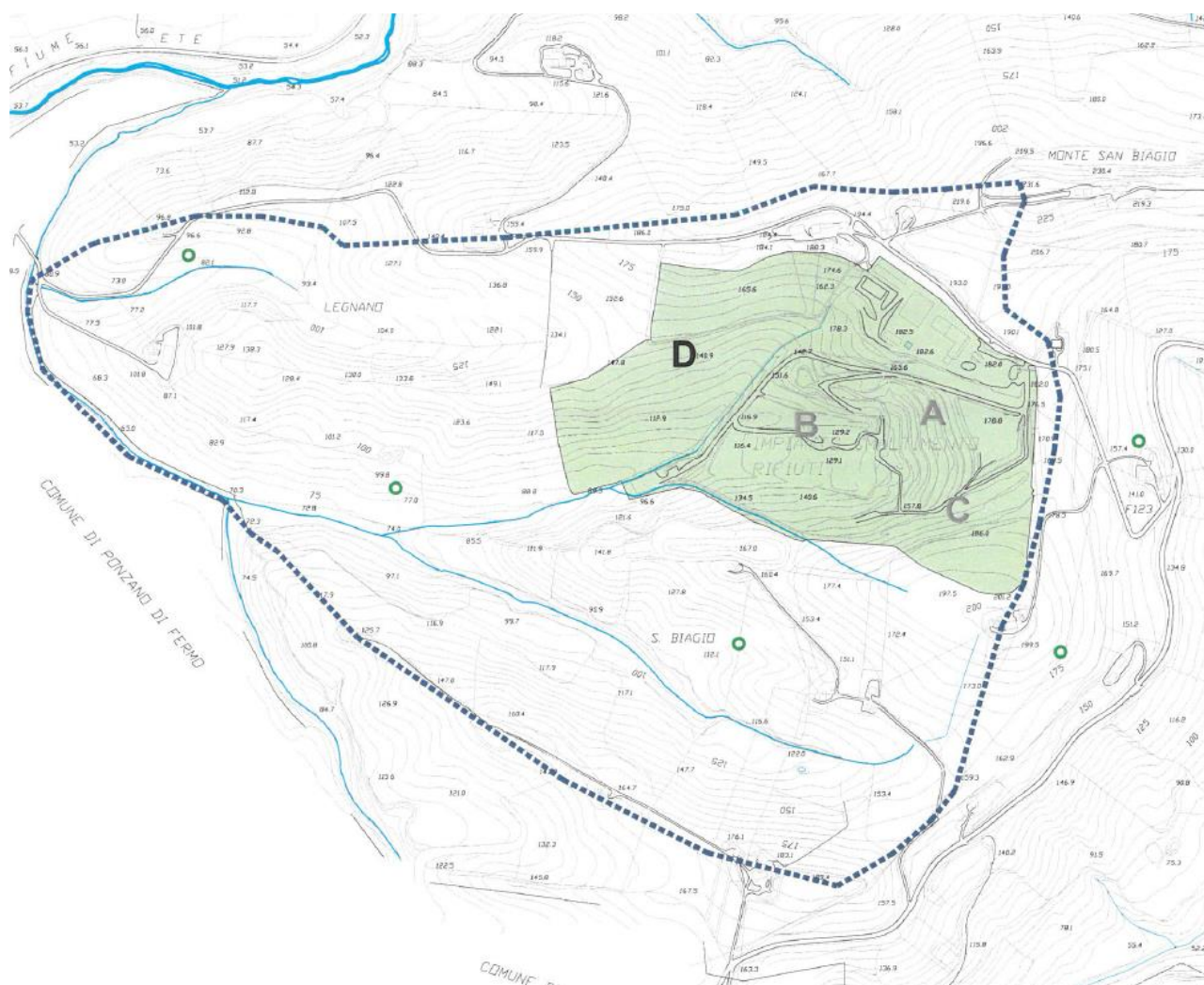


Figura 10 – Carta Bacino idrologico – corpi idrici dalla scala 1:5'000

- PERIMETRO DEL BACINO
- IMPIANTO SMALTIMENTO RIFIUTI
- CORSI D'ACQUA NON PERENNT
- POZZI
- A CORPO ESAURITO
- B CORPO ESAURITO
- C CORPO IN FASE DI COMPLETAMENTO
- D NUOVO CORPO DISCARICA

CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA REGIONALE

Scala 1:10'00 – Sezione 315050

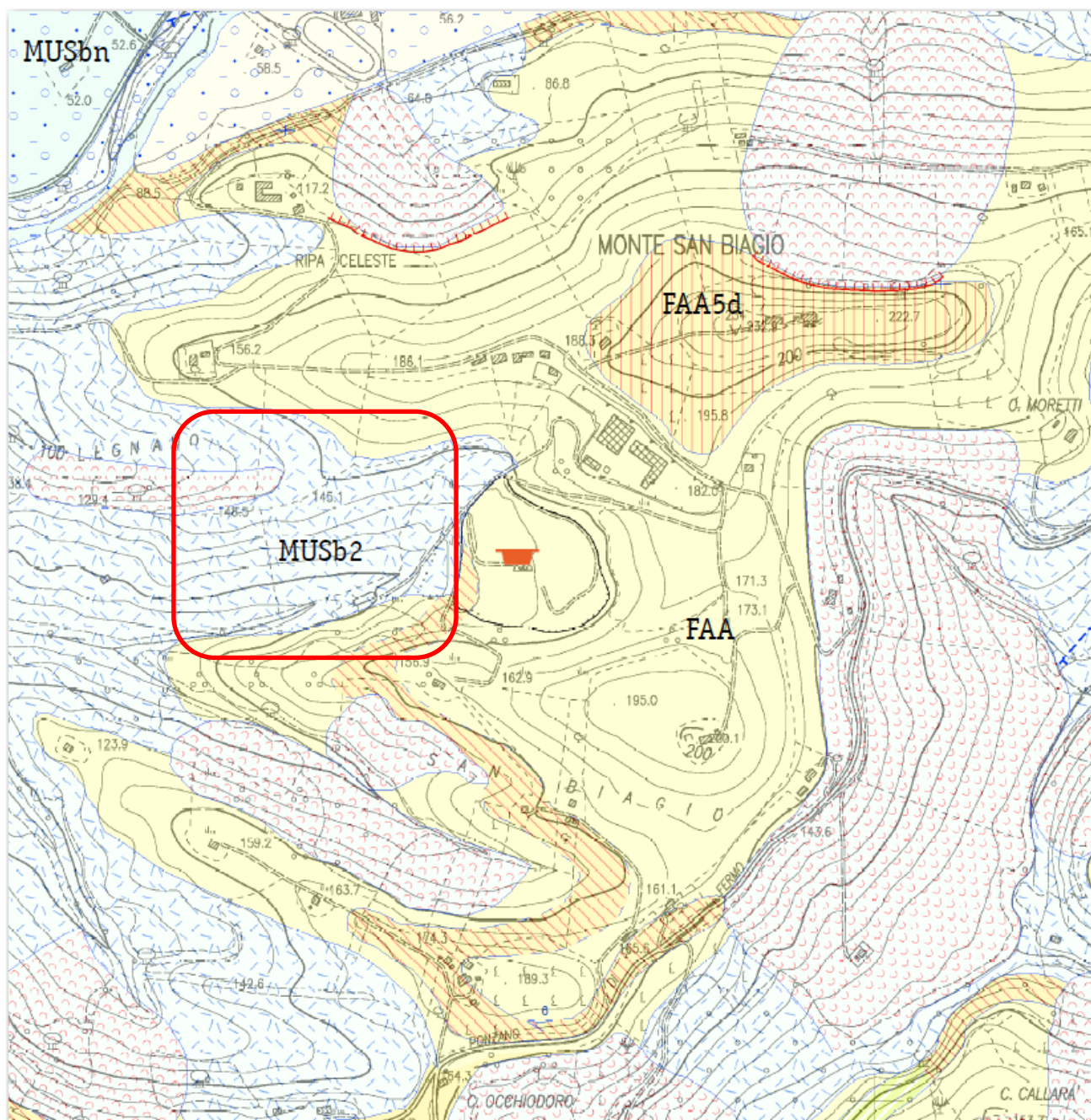


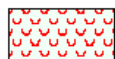
Figura 11 – Carta geologica-geomorfologica regionale sezione 315050 dalla scala 1:10'000

LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SINTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)



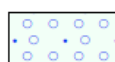
MUSa1 Frane in evoluzione



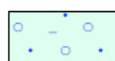
MUSa1q Frana senza indizi di evoluzione



MUSb2 Depositi eluvio-colluviali



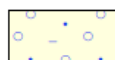
MUSb Depositi alluvionali attuali
ghiaia, sabbia



MUSbn Depositi alluvionali terrazzati
ghiaie sabbiose, sabbie limose

SINTEMA DI MATELICA

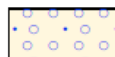
(PLEISTOCENE SUPERIORE)



MTIbn Depositi alluvionali terrazzati
ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie limi e argille

SUPERSINTEMA COLLE ULIVO COLONIA MONTANI

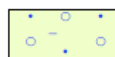
(PLEISTOCENE MEDIO SOMMITALE)



ACbn Depositi alluvionali terrazzati
ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie

SINTEMA DI URBISAGLIA

PLEISTOCENE INFERIORE MEDIO - MEDIO



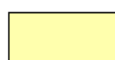
URSBn Depositi alluvionali terrazzati
ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie e limi

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA



FEMc FORMAZIONE DI FERMO
litofacies arenacea
Siciliano

SUCCESSIONE PLIOCENICA



FAA FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE
(Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore)



FAA5e FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE
Membro di Offida
litofacies peliticoarenacea
Zancleano p.p.- Santerniano



FAA5d FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE
litofacies conglomeratica
Zancleano p.p.- Santerniano

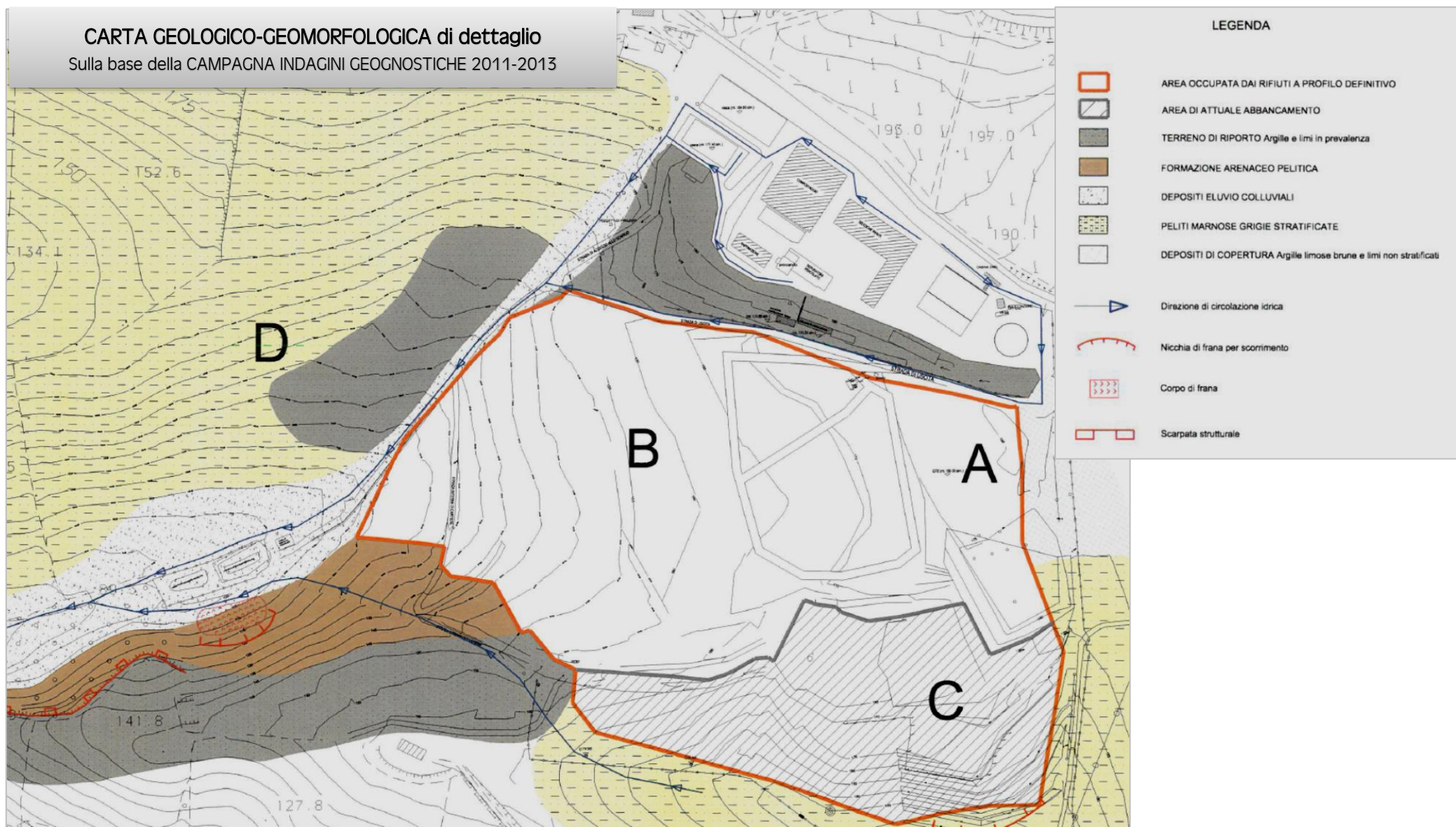
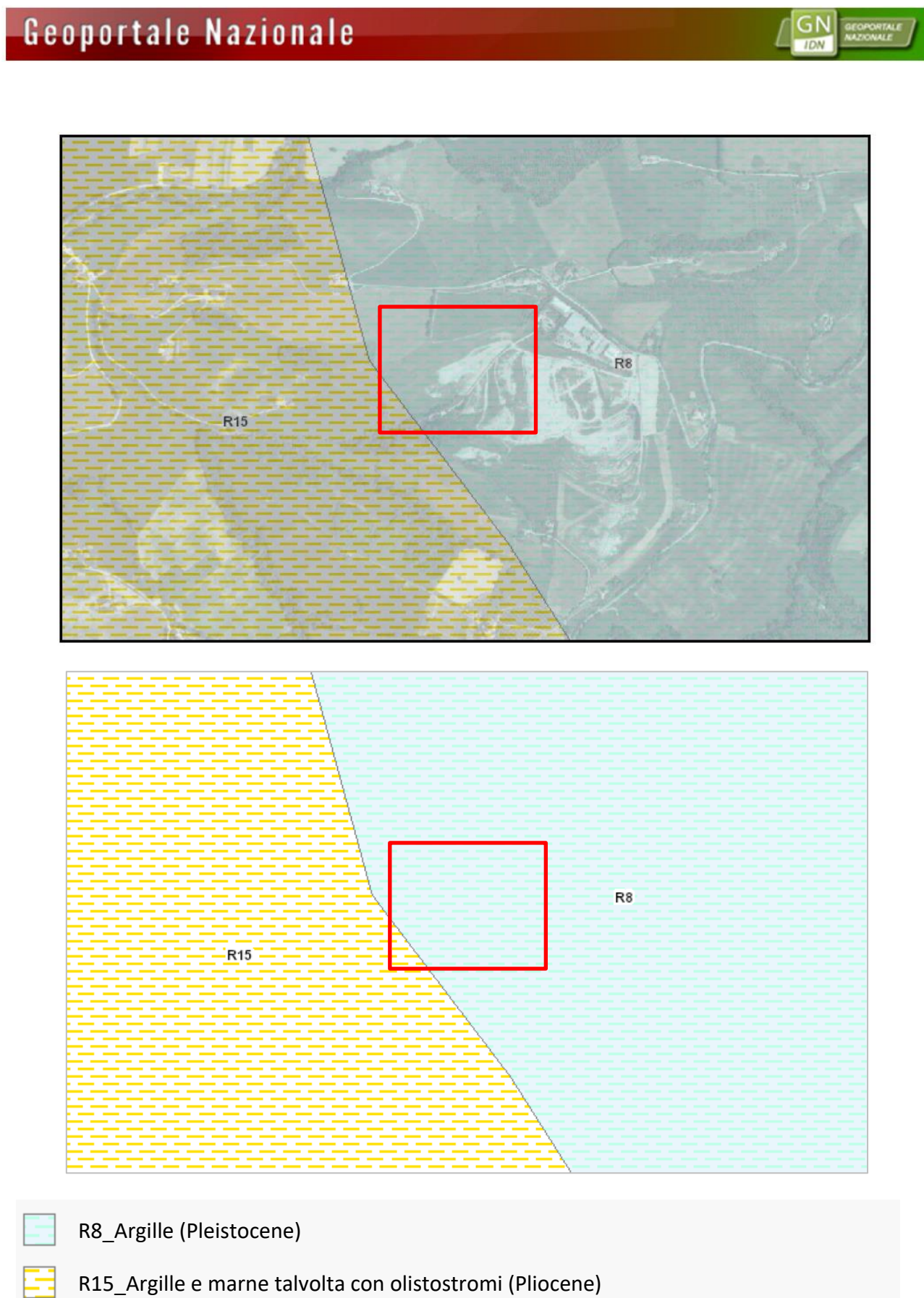


Figura 12 – Carta Geologico-Geomorfologica di dettaglio

Figura 13 – Carta Geologica Geoportale Nazionale



8. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA e GEOFISICA

8.1 Ricostruzione Stratigrafica, Caratterizzazione Geotecnica e Geofisica dei Terreni

Il presente paragrafo è da intendersi quale contributo utile alla comprensione della risposta, in campo statico e dinamico, delle principali unità litologiche che caratterizzano il sito in esame all'interno del territorio comunale di Fermo, nonché al fine di fornire una ricostruzione dettagliata stratigrafica dell'area di intervento.

La presente ricostruzione stratigrafica e caratterizzazione di dettaglio è consistita:

- In un dettagliato rilevamento geologico della zona in esame e del suo intorno significativo, atto ad evidenziare i caratteri litologici, giacaturali e stratigrafici delle varie unità geologiche presenti;
- In un'analisi geomorfologica, convenientemente estesa anche al di fuori dell'area, volta a rilevare tutti i fattori occorrenti alla valutazione del complesso opera-terreno in presenza di azioni sismiche;
- nel reperimento di informazione circa la natura e lo spessore dei litotipi presenti nel sottosuolo attraverso la lettura critica di numerosi studi effettuati limitrofi al sito in esame ed in particolare alle indagini raccolte nello studio di MZS del Comune di Fermo associate alla campagna geognostica organizzata ed eseguita nel 2011 a firma del dott. Geol. Raccichini con n.12 Sondaggi Sc a carotaggio continuo, n.14 Sondaggi Sd a distruzione, Analisi di Laboratorio sui Campioni Indisturbati S3c C1 (10.00-10.30m) ed S3c C2 (15.30-15.80m), n.5 linee sismiche a rifrazione, n.4 prove penetrometriche statiche CPT (CPT1, CPT2, CPT3, CPT4) (di seguito si allega l'immagine satellitare google earth con l'ubicazione dell'indagine e tabella di sintesi di tutte le indagini e prove e relativa profondità di perforazione). Sono state inoltre reperite ed analizzate le indagini eseguite per il progetto di realizzazione dell'impianto di digestione anaerobica dei rifiuti organici da realizzarsi nelle aree di pertinenza del C.I.G.R.U. e di proprietà di ASITE srl unipersonale, poste a monte dell'area di destinazione del nuovo corpo D della discarica. La campagna geognostica nel caso specifico che ha interessato pertanto la porzione di versante superiore ha visto l'esecuzione di n.9 prove penetrometriche statiche ubicate lungo il versante spinte fino a 11 m (P5) dal piano campagna; n. 4 sondaggi geognostici con prelievo di campioni di terreno da sottoporrete a prove geotecniche di laboratorio e per la modellazione sismica del sito è stata eseguita n.1 prova sismica di superficie con tomografo digitale (prova HVSR) a firma dal Dott. Geologo Gabriele Cutini nel giugno 2013 ed alle prove penetrometriche statiche eseguite in data sett 2013 - dic 2013.

Tali indagini risultano stratigraficamente del tutto comparabili con la campagna geognostica eseguita nel 2011, evidenziando una copertura colluviale di spessore variabile e comunque compresa tra 8-10 m posta al tetto della formazione argillosa alterata e fratturata che sovrasta la formazione argillosa integra posta a profondità variabile e comunque a partire dai 11-13m nella porzione superiore del versante ed oltre i 15m nella porzione inferiore.

Sintesi stratigrafica ed idrogeologica di dettaglio

Rif. n.12 Sondaggi Sc a carotaggio continuo, n.14 Sondaggi Sd a distruzione, Analisi di Laboratorio sui Campioni Indisturbati S3c C1 (10.00-10.30m) ed S3c C2 (15.30-15.80m), n.5 linee sismiche a rifrazione, n.4 prove penetrometriche statiche CPT (CPT1, CPT2, CPT3, CPT4) da indagine geognostica eseguita nel 2011.

In allegato al presente elaborato si riportano le schede ed i certificati delle indagini geognostiche eseguite e la relativa tavola di ubicazione cartografica. Di seguito la tabella di sintesi dei sondaggi eseguiti, relativa profondità, quota slm, eventuali campioni indisturbati prelevati ed analizzati.

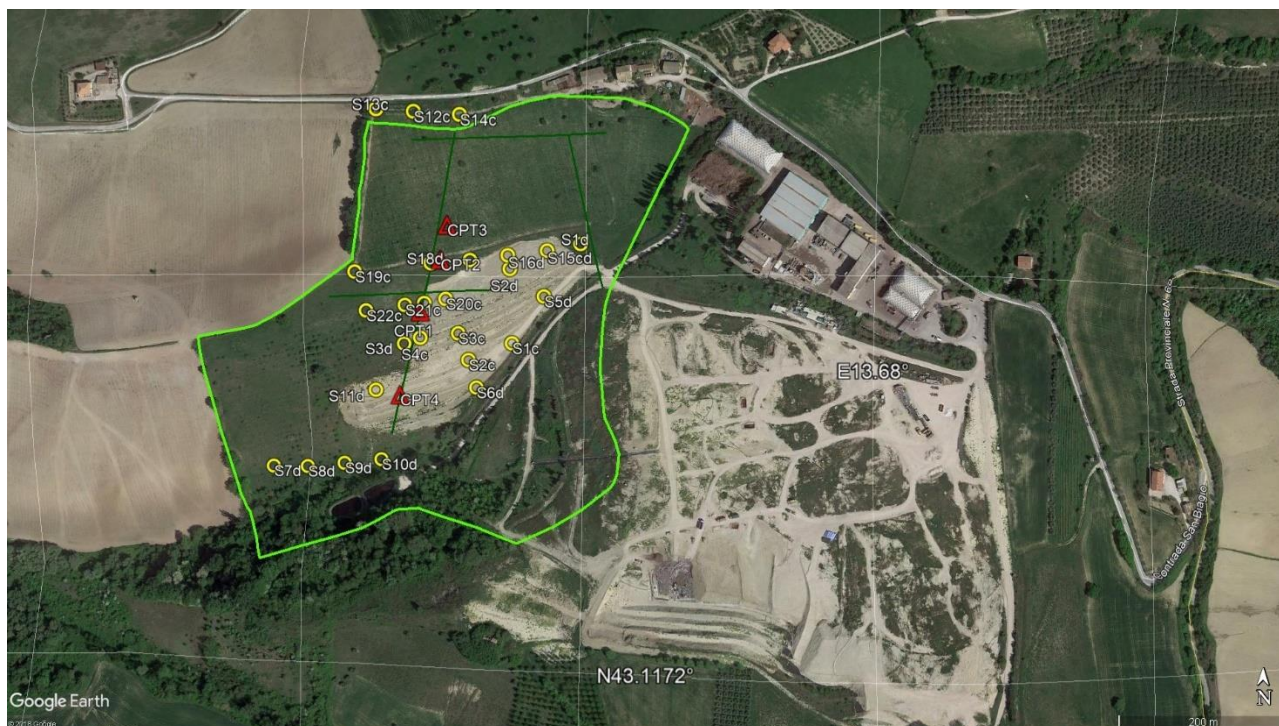


Figura 14 – Immagine satellitare con ubicazione indagini geognostiche 2011-2013

Sulla base dei risultati della campagna geognostica reperita è stato possibile osservare che il SUBSTRATO INTEGRo si incontra con frequenza nella parte bassa del versante ad una profondità che varia dai 12 m ai 15 m ed è costituito da argille mamose grigie compatte ben stratificate con giacitura sub-orizzontale. Spostandosi a quota più alte nella zona a metà costa del versante indagato, il substrato integro si rinviene solo nel sondaggio S19c ad una profondità di 13 metri. Nei sondaggi realizzati in cresta (S13c-S12c-S14c) non è stato mai raggiunto (esterni comunque al lotto di intervento per il corpo D) mentre dai dati relativi all'indagine 2013 risulta posto tra 11-13m dal p.c..

Il substrato integro è coperto dal substrato ALTERATO costituito da argille marnose grigio-azzurre e beige sovra consolidate fratturate, con intercalati livelli limo-sabbiosi avana, grigiastri e talora arancioni.

Le COPERTURE in questo caso prevalentemente di natura eluviale sono costituite per la maggior parte da limi sabbiosi argillosi e sabbie avana con una buona percentuale di concrezioni carbonatiche.

Nella parte medio bassa del versante, sono presenti terre di riporto, questi terreni provenivano da precedenti opere di sbancamento (corpo "C") momentaneamente depositati sul versante oggetto di analisi.

Si tratta di terreni rimaneggiati composti da diverse percentuali di sabbie, sabbie limose, argille limose e argille marnose.

Dalla campagna geognostica e dalle perforazioni sono state incontrate esigue manifestazioni acquifere in corrispondenza dei sondaggi (S5d-S7d-S8d-S9d-S10d).

I dati sono indicati nelle stratigrafie allegate e nel relativo paragrafo di merito.

L'elaborazione dei dati delle perforazioni e delle prove geofisiche mette in evidenza che, l'area oggetto di intervento è caratterizzata da orizzonti prevalentemente argillosi, con intercalati livelli limosi e sabbiosi di potenza variabile.

Dal punto di vista generale la situazione può essere così riassunta:

- nell'area sono presenti litotipi appartenenti alla serie argillosa, formata da argille variamente limo-sabbiose, nella quale sono compresi livelli di sabbie giallastre di incerta continuità;
- la giacitura di questi strati è prevalentemente suborizzontale con immersione verso nord-ovest.

I rapporti fra i diversi litotipi ed i limiti tra le diverse formazioni sono indicati nelle sezioni geologiche e di stabilità allegate redatte.

La successione locale più rappresentativa proposta per l'intervento in progetto, è quella relativa al sondaggio n. S14c (30.03.2011) che di seguito viene descritta:

0.0 - 9.8 m	DEPOSITI DI COPERTURA - Limi sabbiosi-argillosi
9.8 – 15.0 m	FORMAZIONE PLIOCENICA (ALTERATA) – Argille marnose limose con intercalati livelli sabbiosi, fratturata
> 15.0 m	FORMAZIONE PLIOCENICA (POCO ALTERATA)

Sintesi Geotecnica di dettaglio

Per la caratterizzazione geotecnica si è proceduto ad eseguire un'analisi statistica dei dati disponibili in particolare derivanti dalle prove penetrometriche statiche CPT, nonché dalle indagini di laboratorio sui campioni prelevati ed analizzati definendo nella prima fase i valori caratteristici k sia per il caso LOW che MEAN descritti di seguito e quindi applicando i coefficienti di riduzione ai sensi delle NTC 2018 sono stati definiti i valori ridotti caratteristici inseriti nelle elaborazioni geotecniche e nelle verifiche di stabilità dei profili e sezioni di progetto.

Sulla base dei rilievi topografici eseguiti sull'intera area di interesse ed oggetto di ampliamento del Corpo D e delle indagini geognostiche, sono state elaborate n.9 sezioni geologico-geotecniche per la ricostruzione di dettaglio dell'area come di seguito riportate nel key map su base satellitare, riportate nella tavola specialistica allegata al presente elaborato, estese all'area del nuovo corpo di discarica e distinte secondo la seguente numerazione:

- Nord/Sud : profili 02, 04, 06, 08, 10
- Ovest/Est : profili 13, 15, 17, 19

Di seguito si allega inoltre il report di sintesi completo per tutte le unità caratterizzate e distinte sotto l'aspetto geotecnico.

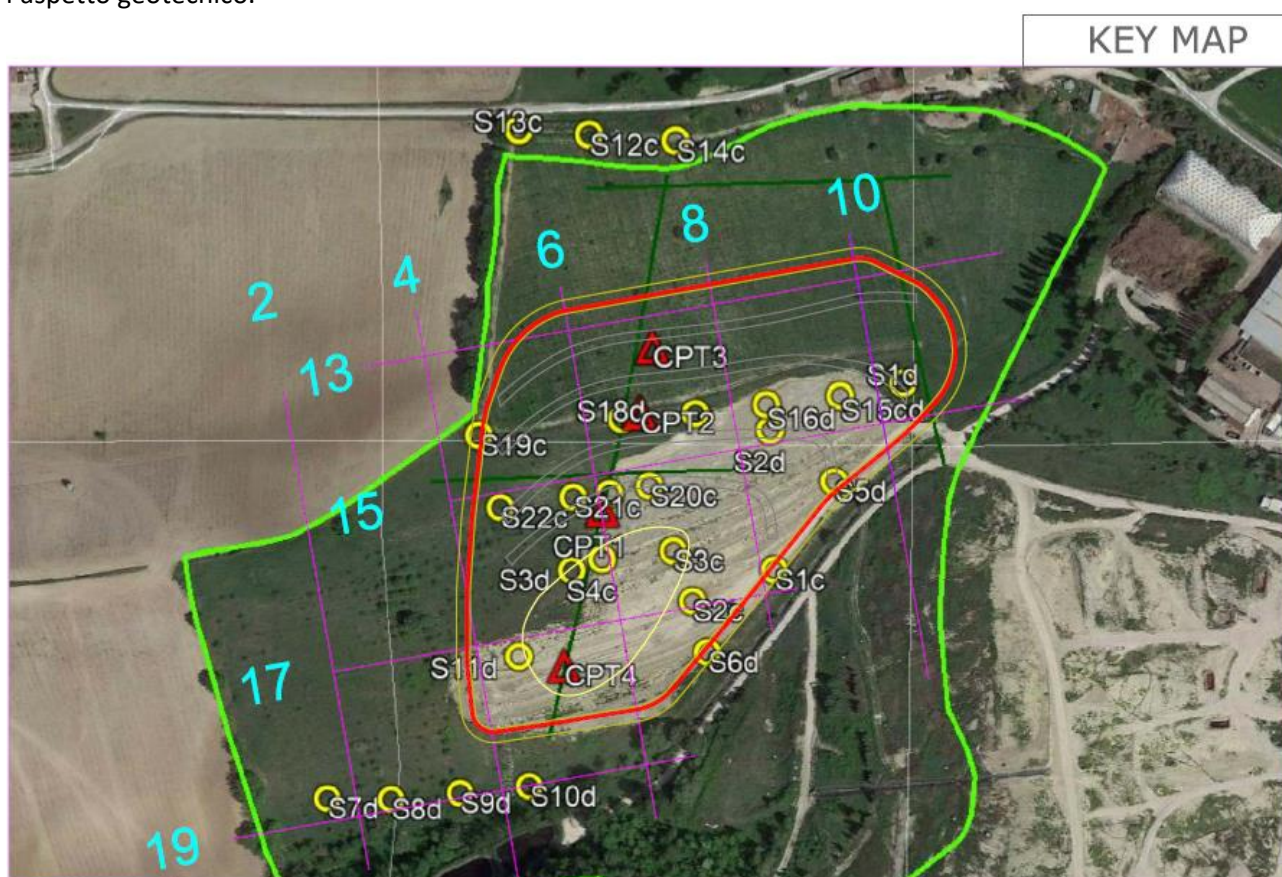


Figura 15 – Key map sezioni topografiche – geologico/tecniche con relativa ubicazione indagini geognostiche

- d1 Depositi di copertura limi argillosi con sabbie
- d2 Depositi di riporto recenti (da scavo ed ampliamento Corpo C)
- d3 Depositi di copertura limoso-sabbiosi con argilla
- a1 Argille limose con intercalazioni sabbiose (substrato alterato)
- a2 Argille marnose grigio-azzurre
(substrato da poco alterato ad integro)

CASO 1 - Low				
Importante fluttuazione dei dati				
Terreno non omogeneo				
Piccolo volume di terreno coinvolto				
Fabbric. piccolo e non in grado di assorb. forti c.d.				
CASO 2 - Mean				
Limitata fluttuazione dei dati				
Assenza parti di terreno con proprietà scadenti				
Grande volume di terreno coinvolto				
Fabbricato in grado di sopportare cedim. differenz.				

Sondaggi geologici	Quota piano campagna s.l.m .	Profondità di perforazione in metri dal p.c.	Profondità campioni	Tipo di perforazione
S1d/2011	149.520	16.00		Distruzione di nucleo
S2d	144.644	18.00		Distruzione di nucleo
S3d	129.478	18.00		Distruzione di nucleo
S1c	130.537	16.00		Carotaggio continuo
S2c	127.027	15.00		Carotaggio continuo
S3c	131.501	17.00	10.00 10.30 15.30 15.80	Carotaggio continuo
S4c	129.958	17.00		Carotaggio continuo
S5d	140.816	13.00		Distruzione di nucleo
S6d	121.303	17.00		Distruzione di nucleo
S7d	96.099	15.00		Distruzione di nucleo
S8d	95.800	16.00		Distruzione di nucleo
S9d	97.530	15.00		Distruzione di nucleo
S10d	99.103	15.00		Distruzione di nucleo
S11d	118.815	18.00		Distruzione di nucleo
S12c	187.865	14.00		Carotaggio continuo
S13c	187.580	17.00		Carotaggio continuo
S14c	187.748	17.00		Carotaggio continuo
S15c/d	147.646	19.00		Distruzione di nucleo
S16d	146.103	27.00		Distruzione di nucleo
S17d	149.752	18.00		Distruzione di nucleo
S18c	152.109	14.00		Carotaggio continuo
S19c	152.693	14.00		Carotaggio continuo
S20c	140.169	17.00		Carotaggio continuo
S21c	141.796	16.00		Carotaggio continuo
S22c	143.889	13.00		Carotaggio continuo
S23d	140.879	24.00		Distruzione di nucleo

Unità D1

PARAMETRI GEOMECCANICI e FISICI											
N° Ordine	Rif. interno	Sondaggio	unità	Profon. (m)		c' (kg/cmq)	ϕ_{1s} (°)	Cu (kg/cmq)	Mo (kg/cmq)	Dr (%)	γ_n (t/mc)
1	2.01pg05-180	CPT2	D1	0.20	0.40	0.11	42.0	0.85	66.00	100.00	185
2	2.01pg05-180	CPT2	D1	0.40	0.60	0.09	38.0	0.64	48.00	68.00	185
3	2.01pg05-180	CPT2	D1	0.60	0.80	0.05		0.35	32.00		185
4	2.01pg05-180	CPT2	D1	0.80	1.00	0.09		0.70	52.00		185
5	2.01pg05-180	CPT2	D1	1.00	1.20	0.09		0.70	52.00		185
6	2.01pg05-180	CPT2	D1	1.20	1.40	0.10		0.78	58.0		185
7	2.01pg05-180	CPT2	D1	1.40	1.60	0.11	35.0	0.85	66.0	53.0	185
8	2.01pg05-180	CPT2	D1	1.60	1.80	0.12	36.0	0.93	78.0	55.0	185
9	2.01pg05-180	CPT2	D1	1.80	2.00	0.13	36.0	0.98	87.0	56.0	185
10	2.01pg05-180	CPT3	D1	0.20	0.40	0.11	42.0	0.85	66.0	100.0	185
11	2.01pg05-180	CPT3	D1	0.40	0.60	0.11	39.0	0.82	63.0	82.0	185
12	2.01pg05-180	CPT3	D1	0.60	0.80	0.10		0.78	58.0		185
13	2.01pg05-180	CPT3	D1	0.80	1.00	0.10		0.75	56.0		185
14	2.01pg05-180	CPT3	D1	1.00	1.20	0.10		0.75	56.0		185
15	2.01pg05-180	CPT3	D1	1.20	1.40	0.10		0.78	58.0		185
16	2.01pg05-180	CPT3	D1	1.40	1.60	0.09		0.70	52.0		185
17	2.01pg05-180	CPT3	D1	1.60	1.80	0.11	35.0	0.85	66.0	50.0	185
18	2.01pg05-180	CPT3	D1	1.80	2.00	0.12	35.0	0.93	78.0	53.0	185
VALORE MASSIMO						0.13	42.00	0.98	87.00	100.00	185
VALORE MINIMO						0.05	35.00	0.35	32.00	50.00	185
MEDIA						0.10	37.56	0.78	60.67	68.56	185
MEDIANA						0.10	36.00	0.78	58.00	56.00	185
DEVIAZ.STANDARD						0.02	3.13	0.18	15.70	22.32	0.00
COEFF. DI VARIAZ.%						17.5	7.2	17.5	20.14	28.05	0.00
COV						0.180	0.083	0.232	0.26	0.33	0.00

PARAMETRI GEOTECNICI e FISICI CARATTERISTICI											
										Ridotti al 5° percentile	
Grandezza	S.I.	Media	COV	(tn-1)	Klow	Kmean	Val.low	Val.mean	FR NTC	Valori Caratt. Ridotti	
Densità naturale	t/(mc)	1.85	0.000	1.7396	1.79	0.41	1.85	1.85	1.00	1.85	
Coesione drenata c'	(kg/cmq)	0.10	0.180	1.7396	1.79	0.41	0.07	0.10	1.25	0.06	
Angolo resistenza al taglio	(°)	37.56	0.083	1.7396	1.79	0.41	31.97	36.27	1.25	29.02	
Coesione non drenata Cu	(kg/cmq)	0.78	0.232	1.7396	1.79	0.41	0.46	0.70	1.40	0.50	
Modulo di deformazione Mo	(kg/cmq)	58.00	0.259	1.7396	1.79	0.41	31.17	51.85	1.00	51.85	
Densità relativa	%	56.00	0.326	1.7396	1.79	0.41	23.42	48.53	1.00	48.53	

Unità D2

PARAMETRI GEOMECCANICI e FISICI											
N° Ordine	Rif. interno	Sondaggio	unità	Profon. (m)		c' (kg/cmq)	Ø _{1s} (°)	Cu (kg/cmq)	Mo (kg/cmq)	Dr (%)	Yn (t/mc)
1	2.01pg05-180	CPT4	D2	0.20	0.40	0.11	42.0	0.85	66.00	100.00	185
2	2.01pg05-180	CPT4	D2	0.40	0.60	0.05		0.35	32.00		185
3	2.01pg05-180	CPT4	D2	0.60	0.80	0.03		0.25	8.00		185
4	2.01pg05-180	CPT4	D2	0.80	1.00	0.07	34.0	0.54	42.00	43.00	185
5	2.01pg05-180	CPT4	D2	1.00	1.20	0.10		0.78	58.00		185
6	2.01pg05-180	CPT4	D2	1.20	1.40	0.08		0.60	47.0		185
7	2.01pg05-180	CPT4	D2	1.40	1.60	0.10		0.78	58.0		185
8	2.01pg05-180	CPT4	D2	1.60	1.80	0.09		0.64	48.0		185
9	2.01pg05-180	CPT4	D2	1.80	2.00	0.10		0.78	58.0		185
10	2.01pg05-180	CPT4	D2	2.00	2.20	0.10		0.72	54.0		185
11	2.01pg05-180	CPT4	D2	2.20	2.40	0.10		0.75	56.0		185
12	2.01pg05-180	CPT4	D2	2.40	2.60	0.08		0.60	47.0		185
13	2.01pg05-180	CPT4	D2	2.60	2.80	0.09		0.67	50.0		185
14	2.01pg05-180	CPT4	D2	2.80	3.00	0.11	36.0	0.85	66.0	36.0	185
15	2.01pg05-180	CPT4	D2	3.00	3.20	0.10		0.78	58.0		185
16	2.01pg05-180	CPT4	D2	3.20	3.40	0.09		0.64	48.0		185
17	2.01pg05-180	CPT4	D2	3.40	3.60	0.10		0.78	58.0		185
VALORE MASSIMO						0.11	42.00	0.85	66.00	100.00	185
VALORE MINIMO						0.03	34.00	0.25	8.00	36.00	185
MEDIA						0.09	37.33	0.67	50.24	59.67	185
MEDIANA						0.10	36.00	0.72	54.00	43.00	185
DEVIAT. STANDARD						0.02	4.16	0.17	13.83	35.10	0.00
COEFF. DI VARIAZ. %						24.1	9.1	24.1	26.71	48.04	0.00
COV						0.249	0.112	0.249	0.28	0.59	0.00

N.ro Dati 17

PARAMETRI GEOTECNICI e FISICI CARATTERISTICI										
Ridotti al 5° percentile										
Grandezza	S.I.	Media	COV	(tn-1)	Klow	Kmean	Val.low	Val.mean	FR NTC	Valori Caratt. Ridotti
Densità naturale	t/(mc)	1.85	0.000	1.7459	1.80	0.42	1.85	1.85	1.00	1.85
Coesione drenata c'	(kg/cmq)	0.09	0.249	1.7459	1.80	0.42	0.05	0.08	1.25	0.06
Angolo resistenza al taglio	(°)	37.33	0.112	1.7459	1.80	0.42	29.85	35.57	1.25	28.46
Coesione non drenata Cu	(kg/cmq)	0.67	0.249	1.7459	1.80	0.42	0.37	0.60	1.40	0.43
Modulo di deformazione Mo	(kg/cmq)	54.00	0.275	1.7459	1.80	0.42	27.29	47.70	1.00	47.70
Densità relativa	%	43.00	0.588	1.7459	1.80	0.42	-2.45	32.29	1.00	32.29

Unità D3

PARAMETRI GEOMECCANICI e FISICI											
N° Ordine	Rif. interno	Sondaggio	unità	Profon. (m)		c' (kg/cmq)	ϕ _{1s} (°)	Cu (kg/cmq)	Mo (kg/cmq)	Dr (%)	Yn (t/mc)
1	2.01pg05-180	CPT1	D3	0.20	0.40	0.11	42.0	0.85	66.00	100.00	185
2	2.01pg05-180	CPT1	D3	0.40	0.60			0.78	58.00		185
3	2.01pg05-180	CPT1	D3	0.60	0.80			0.75	56.00		185
4	2.01pg05-180	CPT1	D3	0.80	1.00			0.70	52.00		185
5	2.01pg05-180	CPT1	D3	1.00	1.20	0.12	37.0	0.89	72.00	64.00	185
6	2.01pg05-180	CPT1	D3	1.20	1.40	0.13	37.0	0.95	81.0	64.0	185
7	2.01pg05-180	CPT1	D3	1.40	1.60	0.16	38.0	1.17	105.0	69.0	185
8	2.01pg05-180	CPT1	D3	1.60	1.80	0.24	39.0	1.77	159.0	80.0	185
9	2.01pg05-180	CPT1	D3	1.80	2.00	0.44	42.0	3.27	294.0	98.0	185
10	2.01pg05-180	CPT1	D3	2.00	2.20	0.51	42.0	3.83	345.0	100.0	185
11	2.01pg05-180	CPT1	D3	2.20	2.40	0.47	41.0	3.50	315.0	96.0	185
12	2.01pg05-180	CPT1	D3	2.40	2.60		40.0		276.0	89.0	185
13	2.01pg05-180	CPT1	D3	2.60	2.80	0.35	39.0	2.60	234.0	81.0	185
14	2.01pg05-180	CPT1	D3	2.80	3.00	0.34	39.0	2.57	231.0	79.0	185
15	2.01pg05-180	CPT1	D3	3.00	3.20	0.33	39.0	2.47	222.0	76.0	185
16	2.01pg05-180	CPT1	D3	3.20	3.40	0.29	38.0	2.17	195.0	70.0	185
17	2.01pg05-180	CPT1	D3	3.40	3.60	0.27	37.0	2.03	183.0	66.0	185
18	2.01pg05-180	CPT1	D3	3.60	3.80	0.21	36.0	1.57	141.00	56.00	185
19	2.01pg05-180	CPT1	D3	3.80	4.00	0.20	36.0	1.53	141.00	55.00	185
20	2.01pg05-180	CPT1	D3	4.00	4.20	0.16	35.0	1.23	138.00	5.00	185
21	2.01pg05-180	CPT1	D3	4.20	4.40	0.19	34.0	1.40	111.00	44.00	185
22	2.01pg05-180	CPT1	D3	4.40	4.60	0.20	35.0	1.50	126.00	47.00	185
23	2.01pg05-180	CPT1	D3	4.60	4.80	0.20	35.0	1.53	135.0	48.0	185
24	2.01pg05-180	CPT1	D3	4.80	5.00	0.19	35.0	1.43	138.0	48.0	185
25	2.01pg05-180	CPT1	D3	5.00	5.20	0.17	34.0	1.27	129.0	45.0	185
26	2.01pg05-180	CPT1	D3	5.20	5.40	0.15	34.0	1.10	114.0	40.0	185
27	2.01pg05-180	CPT1	D3	5.40	5.60	0.16	33.0	1.17	99.0	34.0	185
28	2.01pg05-180	CPT1	D3	5.60	5.80	0.15	33.0	1.10	105.0	35.0	185
29	2.01pg05-180	CPT1	D3	5.80	6.00	0.15	33.0	1.10	99.0	32.0	185
30	2.01pg05-180	CPT1	D3	6.00	6.20	0.15	32.0	1.10	99.0	31.0	185
31	2.01pg05-180	CPT1	D3	6.20	6.40	0.16	32.0	1.23	99.0	31.0	185
32	2.01pg05-180	CPT1	D3	6.40	6.60	0.19	33.0	1.43	111.0	34.0	185
33	2.01pg05-180	CPT1	D3	6.60	6.80	0.18	33.0	1.33	129.0	38.0	185
34	2.01pg05-180	CPT1	D3	6.80	7.00	0.17	33.0	1.27	120.0	35.0	185
35	2.01pg05-180	CPT1	D3	7.00	7.20	0.20	33.0	1.47	114.00	32.00	185
36	2.01pg05-180	CPT1	D3	7.20	7.40	0.21	33.0	1.57	132.00	37.00	185
37	2.01pg05-180	CPT1	D3	7.40	7.60	0.20	33.0	1.50	141.00	38.00	185
38	2.01pg05-180	CPT1	D3	7.60	7.80	0.22	33.0	1.67	135.00	36.00	185
39	2.01pg05-180	CPT1	D3	7.80	8.00	0.21	33.0	1.57	150.00	39.00	185
40	2.01pg05-180	CPT1	D3	8.00	8.20	0.19	33.0	1.40	141.0	36.0	185
41	2.01pg05-180	CPT1	D3	8.20	8.40	0.17	32.0	1.30	126.0	32.0	185
42	2.01pg05-180	CPT1	D3	8.40	8.60	0.17	32.0	1.27	117.0	29.0	185
43	2.01pg05-180	CPT1	D3	8.60	8.80	0.18	32.0	1.37	114.0	27.0	185
44	2.01pg05-180	CPT1	D3	8.80	9.00	0.16	32.0	1.17	123.0	29.0	185
45	2.01pg05-180	CPT1	D3	9.00	9.20	0.15	31.0	1.10	105.0	23.0	185
46	2.01pg05-180	CPT1	D3	9.20	9.40	0.17	31.0	1.27	99.0	21.0	185
47	2.01pg05-180	CPT1	D3	9.40	9.60	0.20	32.0	1.50	114.0	25.0	185
48	2.01pg05-180	CPT1	D3	9.60	9.80	0.20	32.0	1.50	135.0	31.0	185
49	2.01pg05-180	CPT1	D3	9.80	10.00	0.20	32.0	1.47	135.0	30.0	185
50	2.01pg05-180	CPT1	D3	10.00	10.20	0.18	32.0	1.37	132.0	29.0	185
51	2.01pg05-180	CPT1	D3	10.20	10.40	0.20	32.0	1.53	123.0	26.0	185
52	2.01pg05-180	CPT1	D3	10.40	10.60	0.18	32.0	1.37	138.00	29.00	185
53	2.01pg05-180	CPT1	D3	10.60	10.80	0.16	32.0	1.23	123.00	25.00	185
54	2.01pg05-180	CPT1	D3	10.80	11.00	0.03	31.0	0.25	111.00	21.00	185
55	2.01pg05-180	CPT3	D3	1.40	1.60	0.11	35.0	0.85	66.00	50.00	185
56	2.01pg05-180	CPT3	D3	1.60	1.80	0.12	35.0	0.93	78.0	53.0	185
57	2.01pg05-180	CPT3	D3	1.80	2.00	0.13	35.0	0.97	84.0	52.0	185
58	2.01pg05-180	CPT3	D3	2.00	2.20	0.12	35.0	0.93	78.0	48.0	185
59	2.01pg05-180	CPT3	D3	2.20	2.40		37.0		138.0	65.0	185
60	2.01pg05-180	CPT3	D3	2.40	2.60	0.26	38.0	1.93	174.0	71.0	185

61	2.01pg05-180	CPT3	D3	2.60	2.80	0.25	38.0	190	17.0	69.0	185
62	2.01pg05-180	CPT3	D3	2.80	3.00	0.21	37.0	160	14.0	61.0	185
63	2.01pg05-180	CPT3	D3	3.00	3.20	0.22	36.0	163	14.0	60.0	185
64	2.01pg05-180	CPT3	D3	3.20	3.40	0.19	36.0	143	12.0	54.0	185
65	2.01pg05-180	CPT3	D3	3.40	3.60	0.20	36.0	147	13.0	54.0	185
66	2.01pg05-180	CPT3	D3	3.60	3.80	0.19	35.0	140	12.0	51.0	185
67	2.01pg05-180	CPT3	D3	3.80	4.00	0.16	34.0	123	11.0	45.0	185
68	2.01pg05-180	CPT3	D3	4.00	4.20	0.16	35.0	137	12.0	48.0	185
69	2.01pg05-180	CPT3	D3	4.20	4.40	0.20	35.0	153	13.0	50.0	185
70	2.01pg05-180	CPT3	D3	4.40	4.60	0.19	35.0	143	12.0	47.0	185
71	2.01pg05-180	CPT3	D3	4.60	4.80	0.25	36.0	187	16.0	55.0	185
72	2.01pg05-180	CPT3	D3	4.80	5.00	0.16	33.0	120	10.0	39.0	185
73	2.01pg05-180	CPT3	D3	5.00	5.20		33.0		11.0	39.0	185
74	2.01pg05-180	CPT3	D3	5.20	5.40	0.12	32.0	0.93	78.0	26.0	185
75	2.01pg05-180	CPT3	D3	5.40	5.60		32.0		11.0	32.0	185
76	2.01pg05-180	CPT3	D3	5.60	5.80	0.17	33.0	127	12.0	37.0	185
77	2.01pg05-180	CPT3	D3	5.80	6.00	0.16	33.0	137	12.0	39.0	185
78	2.01pg05-180	CPT3	D3	6.00	6.20	0.16	33.0	133	22.0	37.0	185
79	2.01pg05-180	CPT3	D3	6.20	6.40		33.0		22.0	58.0	185
80	2.01pg05-180	CPT3	D3	6.40	6.60		36.0		20.0	57.0	185
81	2.01pg05-180	CPT3	D3	6.60	6.80		36.0		20.0	53.0	185
82	2.01pg05-180	CPT3	D3	6.80	7.00		35.0		17.0	52.0	185
83	2.01pg05-180	CPT3	D3	7.00	7.20		35.0		26.0	47.0	185
84	2.01pg05-180	CPT3	D3	7.20	7.40		35.0		20.0	60.0	185
85	2.01pg05-180	CPT3	D3	7.40	7.60		36.0		20.0	50.0	185
86	2.01pg05-180	CPT3	D3	7.60	7.80	0.26	35.0	193	17.0	44.0	185
87	2.01pg05-180	CPT3	D3	7.80	8.00	0.39	34.0	2.90	26.0	58.0	185
88	2.01pg05-180	CPT3	D3	8.00	8.20	0.30	36.0	2.27	20.0	49.0	185
89	2.01pg05-180	CPT3	D3	8.20	8.40	0.35	35.0	2.63	17.0	53.0	185
90	2.01pg05-180	CPT3	D3	8.40	8.60	0.47	35.0	3.53	26.0	63.0	185
91	2.01pg05-180	CPT3	D3	8.60	8.80	0.39	37.0	2.90	20.0	55.0	185
92	2.01pg05-180	CPT3	D3	8.80	9.00	0.26	36.0	193	23.0	41.0	185
93	2.01pg05-180	CPT3	D3	9.00	9.20	0.31	34.0	2.30	31.0	46.0	185
94	2.01pg05-180	CPT3	D3	9.20	9.40	0.41	34.0	3.10	26.0	56.0	185
95	2.01pg05-180	CPT3	D3	9.40	9.60	0.31	36.0	2.30	17.0	45.0	185
96	2.01pg05-180	CPT3	D3	9.60	9.80	0.16	34.0	123	20.0	23.0	185
97	2.01pg05-180	CPT3	D3	9.80	10.00		31.0		27.0	49.0	185
98	2.01pg05-180	CPT3	D3	10.00	10.20		35.0		23.0	49.0	185
99	2.01pg05-180	CPT4	D3	4.00	4.20	0.12	33.0	0.93	69.0	29.0	185
100	2.01pg05-180	CPT4	D3	4.20	4.40	0.12	33.0	0.87	48.0	26.0	185
101	2.01pg05-180	CPT4	D3	4.40	4.60	0.11	32.0	0.85	58.0	25.0	185
102	2.01pg05-180	CPT4	D3	4.60	4.80	0.11	32.0	0.85	32.0	28.0	185
103	2.01pg05-180	CPT4	D3	4.80	5.00	0.12	31.0	0.91	8.00	20.0	185
104	2.01pg05-180	CPT4	D3	5.00	5.20	0.11	32.0	0.80	42.0	22.0	185
105	2.01pg05-180	CPT4	D3	5.20	5.40	0.11	31.0	0.85	58.0	29.0	185
106	2.01pg05-180	CPT4	D3	5.40	5.60	0.13	31.0	0.95	47.0	30.0	185
107	2.01pg05-180	CPT4	D3	5.60	5.80	0.13	32.0	0.98	58.0	29.0	185
108	2.01pg05-180	CPT4	D3	5.80	6.00	0.13	32.0	0.95	48.0	28.0	185
109	2.01pg05-180	CPT4	D3	6.00	6.20	0.14	32.0	103	58.0	16.0	185
110	2.01pg05-180	CPT4	D3	6.20	6.40	0.14	32.0	103	54.0		185
111	2.01pg05-180	CPT4	D3	6.40	6.60	0.14	32.0	103	56.0	78.0	185
112	2.01pg05-180	CPT4	D3	6.60	6.80	0.11	32.0	0.85	47.0	81.0	185
113	2.01pg05-180	CPT4	D3	6.80	7.00	0.10	30.0	0.75	50.0	63.0	185
114	2.01pg05-180	CPT4	D3	7.00	7.20				66.0	46.0	185
115	2.01pg05-180	CPT4	D3	7.20	7.40		39.0		58.0	60.0	185
116	2.01pg05-180	CPT4	D3	7.40	7.60		39.0		48.0	55.0	185
117	2.01pg05-180	CPT4	D3	7.60	7.80	0.26	37.0	193	58.0	70.0	185
118	2.01pg05-180	CPT4	D3	7.80	8.00	0.35	34.0	2.63	66.0	37.0	185
VALORE MASSIMO						0.51	42.00	3.83	345.00	100.00	185
VALORE MINIMO						0.03	30.00	0.25	8.00	5.00	185
MEDIA						0.20	34.47	150	135.64	46.90	185
MEDIANA						0.16	34.00	137	126.00	46.00	185
DEVIAZ. STANDARD						0.09	2.64	0.68	69.42	19.18	0.00
COEFF. DI VARIAZ. %						44.0	7.6	44.8	50.96	40.71	0.00
COV						0.442	0.077	0.451	0.51	0.41	0.00

PARAMETRI GEOTECNICI e FISICI CARATTERISTICHI							Ridotti al 5° percentile			
Grandezza	S.I.	Media	COV	(tn-1)	Klow	Kmean	Val.low	Val.mean	FR NTC	Valori Caratt. Ridotti
Densità naturale	t/(mc)	1.85	0.000	1.6580	1.66	0.15	1.85	1.85	1.00	1.85
Coesione drenata c'	(kg/cmq)	0.20	0.442	1.6580	1.66	0.15	0.05	0.19	1.25	0.15
Angolo resistenza al taglio	(°)	34.47	0.077	1.6580	1.66	0.15	30.07	34.07	1.25	27.26
Coesione non drenata Cu	(kg/cmq)	1.50	0.451	1.6580	1.66	0.15	0.38	1.40	1.40	1.00
Modulo di deformazione Mo	(kg/cmq)	126.00	0.512	1.6580	1.66	0.15	18.64	116.16	1.00	116.16
Densità relativa	%	46.00	0.409	1.6580	1.66	0.15	14.68	43.13	1.00	43.13

Unità a1

	PARAMETRI GEOMECCANICI e FISICI												
N° Ordine	Rif. interno	Sondaggio	unità	Profon. (m)		c' (kg/cmq)	ϕ_{ts} (°)	Cu (kg/cmq)	Mo (kg/cmq)	Dr (%)	Yn (t/mc)		
1	2.01pg05-180	CPT2	a1	1.80	2.00	0.18	37.0	137	23.00	66.00	2.10		
2	2.01pg05-180	CPT2	a1	2.00	2.20	0.36	40.0	273	246.00	87.00	2.10		
3	2.01pg05-180	CPT2	a1	2.20	2.40	0.36	40.0	273	246.00	85.00	2.10		
4	2.01pg05-180	CPT2	a1	2.40	2.60	0.30	39.0	227	204.00	77.00	2.10		
5	2.01pg05-180	CPT2	a1	2.60	2.80	0.30	38.0	227	204.00	75.00	2.10		
6	2.01pg05-180	CPT2	a1	2.80	3.00	0.24	37.0	177	159.0	65.0	2.10		
7	2.01pg05-180	CPT2	a1	3.00	3.20	0.21	36.0	160	144.0	60.0	2.10		
8	2.01pg05-180	CPT2	a1	3.20	3.40	0.20	36.0	150	135.0	60.0	2.10		
9	2.01pg05-180	CPT2	a1	3.40	3.60	0.16	35.0	123	111.0	56.0	2.10		
10	2.01pg05-180	CPT2	a1	3.60	3.80	0.16	34.0	123	111.0	48.0	2.10		
11	2.01pg05-180	CPT2	a1	3.80	4.00	0.16	34.0	123	111.0	46.0	2.10		
12	2.01pg05-180	CPT2	a1	4.00	4.20	0.14	33.0	107	96.0	45.0	2.10		
13	2.01pg05-180	CPT2	a1	4.20	4.40	0.13	32.0	95	81.0	39.0	2.10		
14	2.01pg05-180	CPT2	a1	4.40	4.60	0.16	34.0	120	108.0	32.0	2.10		
15	2.01pg05-180	CPT2	a1	4.60	4.80	0.15	33.0	110	99.0	41.0	2.10		
16	2.01pg05-180	CPT2	a1	4.80	5.00	0.15	33.0	113	102.0	37.0	2.10		
17	2.01pg05-180	CPT2	a1	5.00	5.20	0.16	33.0	120	108.0	37.0	2.10		
18	2.01pg05-180	CPT2	a1	5.20	5.40	0.17	33.0	127	114.0	38.00	2.10		
19	2.01pg05-180	CPT2	a1	5.40	5.60	0.16	33.0	117	105.00	39.00	2.10		
20	2.01pg05-180	CPT2	a1	5.60	5.80	0.18	33.0	133	120.00	35.00	2.10		
21	2.01pg05-180	CPT2	a1	5.80	6.00	0.16	33.0	120	108.00	39.00	2.10		
22	2.01pg05-180	CPT2	a1	6.00	6.20	0.17	33.0	130	117.00	34.00	2.10		
23	2.01pg05-180	CPT2	a1	6.20	6.40	0.16	32.0	117	105.0	36.0	2.10		
24	2.01pg05-180	CPT2	a1	6.40	6.60	0.13	31.0	98	87.0	32.0	2.10		
25	2.01pg05-180	CPT2	a1	6.60	6.80	0.13	32.0	100	90.0	25.0	2.10		
26	2.01pg05-180	CPT2	a1	6.80	7.00	0.13	31.0	98	87.0	25.0	2.10		
27	2.01pg05-180	CPT2	a1	7.00	7.20	0.13	31.0	97	84.0	23.0	2.10		
28	2.01pg05-180	CPT2	a1	7.20	7.40	0.12	30.0	91	75.0	21.0	2.10		
29	2.01pg05-180	CPT2	a1	7.40	7.60	0.15	32.0	113	102.0	17.0	2.10		
30	2.01pg05-180	CPT2	a1	7.60	7.80	0.16	32.0	120	108.0	27.0	2.10		
31	2.01pg05-180	CPT2	a1	7.80	8.00	0.22	33.0	163	147.0	28.0	2.10		
32	2.01pg05-180	CPT2	a1	8.00	8.20	0.17	32.0	127	114.0	38.0	2.10		
33	2.01pg05-180	CPT2	a1	8.20	8.40	0.17	32.0	127	114.0	29.0	2.10		
34	2.01pg05-180	CPT2	a1	8.40	8.60	0.16	32.0	120	108.0	28.0	2.10		
35	2.01pg05-180	CPT2	a1	8.60	8.80	0.20	32.0	153	111.00	26.00	2.10		
36	2.01pg05-180	CPT2	a1	8.80	9.00	0.21	33.0	160	138.00	26.00	2.10		
37	2.01pg05-180	CPT2	a1	9.00	9.20	0.22	33.0	163	144.00	33.00	2.10		
38	2.01pg05-180	CPT2	a1	9.20	9.40	0.20	33.0	147	117.00	34.00	2.10		
39	2.01pg05-180	CPT2	a1	9.40	9.60	0.20	32.0	153	132.00	34.00	2.10		
40	2.01pg05-180	CPT2	a1	9.60	9.80	0.21	32.0	160	138.0	30.0	2.10		
41	2.01pg05-180	CPT2	a1	9.80	10.00	0.22	33.0	163	144.0	31.0	2.10		
42	2.01pg05-180	CPT2	a1	10.00	10.20	0.20	33.0	147	117.0	38.0	2.10		
43	2.01pg05-180	CPT2	a1	10.20	10.40	0.26	32.0	193	138.0	37.0	2.10		
44	2.01pg05-180	CPT2	a1	10.40	10.60	0.20	32.0	153	117.0	29.0	2.10		
45	2.01pg05-180	CPT2	a1	10.60	10.80	0.22	32.0	163	129.0	31.0	2.10		
46	2.01pg05-180	CPT2	a1	10.80	11.00	0.19	31.0	143	117.0	26.0	2.10		
47	2.01pg05-180	CPT2	a1	11.00	11.20	0.17	32.0	130	111.0	22.0	2.10		
48	2.01pg05-180	CPT2	a1	11.20	11.40	0.21	33.0	157	130.0	28.0	2.10		
49	2.01pg05-180	CPT2	a1	11.40	11.60	0.27	33.0	200	162.0	36.0	2.10		
50	2.01pg05-180	CPT2	a1	11.60	11.80		30.0		102.0	32.0	2.10		
51	2.01pg05-180	CPT2	a1	11.80	12.00	0.27	31.0	200	111.0	16.0	2.10		
52	2.01pg05-180	CPT2	a1	12.00	12.20	0.17	32.0	130	111.00	18.00	2.10		

53	2.01pg05-180	CPT2	a1	12.20	12.40	0.28	32.0	2.07	162.00	26.00	2.10
54	2.01pg05-180	CPT2	a1	12.40	12.60	0.16	310	123	135.00	3100	2.10
55	2.01pg05-180	CPT2	a1	12.60	12.80	0.21	310	157	135.00	24.00	2.10
56	2.01pg05-180	CPT2	a1	12.80	13.00	0.29	32.0	2.18	156.0	24.0	2.10
57	2.01pg05-180	CPT2	a1	13.00	13.20	0.24	32.0	180	147.0	28.0	2.10
58	2.01pg05-180	CPT2	a1	13.20	13.40	0.20	32.0	150	150.0	26.0	2.10
59	2.01pg05-180	CPT2	a1	13.40	13.60	0.20	33.0	150	183.0	26.0	2.10
60	2.01pg05-180	CPT3	a1	10.40	10.60	0.28	34.0	2.13	174.0	410	2.10
61	2.01pg05-180	CPT3	a1	10.60	10.80	0.31	34.0	2.33	210.0	43.0	2.10
62	2.01pg05-180	CPT3	a1	10.80	11.00	0.30	35.0	2.27	204.0	42.0	2.10
63	2.01pg05-180	CPT3	a1	11.00	11.20	0.37	35.0	2.80	252.0	49.0	2.10
64	2.01pg05-180	CPT3	a1	11.20	11.40		34.0		240.0	47.0	2.10
65	2.01pg05-180	CPT3	a1	11.40	11.60	0.35	33.0	2.60	234.0	45.0	2.10
66	2.01pg05-180	CPT3	a1	11.60	11.80		33.0		192.0	38.0	2.10
67	2.01pg05-180	CPT3	a1	11.80	12.00	0.28	33.0	2.13	192.0	38.0	2.10
68	2.01pg05-180	CPT4	a1	8.00	8.20		38.0		375.00	70.00	2.10
69	2.01pg05-180	CPT4	a1	8.20	8.40	0.21	33.0	160	144.00	37.00	2.10
70	2.01pg05-180	CPT4	a1	8.40	8.60		30.0		72.00	12.00	2.10
71	2.01pg05-180	CPT4	a1	8.60	8.80		30.0		72.00	12.00	2.10
72	2.01pg05-180	CPT4	a1	8.80	9.00				50.00		2.10
73	2.01pg05-180	CPT4	a1	9.00	9.20		36.0		294.0	59.0	2.10
74	2.01pg05-180	CPT4	a1	9.20	9.40	0.47	36.0	3.50	315.0	61.0	2.10
75	2.01pg05-180	CPT4	a1	9.40	9.60	0.46	36.0	3.43	309.0	60.0	2.10
76	2.01pg05-180	CPT4	a1	9.60	9.80	0.51	37.0	3.80	342.0	62.0	2.10
77	2.01pg05-180	CPT4	a1	9.80	10.00	0.65	38.0	4.87	438.0	70.0	2.10
				VALORE MASSIMO		4.15	40.00	313	438.00	87.00	2.10
				VALORE MINIMO		0.12	30.00	0.91	50.00	12.00	2.10
				MEDIA		0.28	33.37	2.13	154.19	39.05	2.10
				MEDIANA		0.20	33.00	1.53	138.00	36.00	2.10
				DEVIAT. STANDARD		0.48	2.29	3.62	72.31	16.72	0.00
				COEFF. DI VARIAZ. %		168.5	6.8	168.5	46.59	42.53	0.00
				COV		1697	0.069	1697	0.47	0.43	0.00

N.ro Dati 77

PARAMETRI GEOTECNICI e FISICI CARATTERISTICI										
							Ridotti al 5° percentile			
Grandezza	S.L.	Media	COV	(ln-1)	Klow	Kmean	Val.low	Val.mean	FR NTC	Valori Caratt. Ridotti
Densità naturale	t/(mc)	2.10	0.000	1.6652	1.68	0.19	2.10	2.10	1.00	2.10
Coesione drenata c'	(kg/cm ²)	0.28	1.697	1.6652	1.68	0.19	-0.52	0.19	1.25	0.15
Angolo resistenza al taglio	(°)	33.37	0.069	1.6652	1.68	0.19	29.53	32.93	1.25	26.35
Coesione non drenata Cu	(kg/cm ²)	2.13	1.697	1.6652	1.68	0.19	-3.93	1.44	1.40	1.03
Modulo di deformazione Mo	(kg/cm ²)	138.00	0.469	1.6652	1.68	0.19	29.54	125.72	1.00	125.72
Densità relativa	%	36.00	0.428	1.6652	1.68	0.19	10.17	33.08	1.00	33.08

Unità a2

PARAMETRI GEOMECCANICI e FISICI											
N° Ordine	Rif. interno	Sondaggio	unità	Profon. (m)		c' (kg/cmq)	Ø _{1s} (°)	Cu (kg/cmq)	Mo (kg/cmq)	Dr (%)	Yn (t/mc)
1	2.01pg05-180	CPT2	a2	13.40	13.60	0.27	33.0	2.03	183.00	32.00	2.12
2	2.01pg05-180	CPT2	a2	13.60	13.80	0.29	33.0	2.20	198.00	35.00	2.12
3	2.01pg05-180	CPT2	a2	13.80	14.00	0.31	33.0	2.30	207.00	36.00	2.12
4	2.01pg05-180	CPT2	a2	14.00	14.20	0.29	33.0	2.20	198.00	34.00	2.12
5	2.01pg05-180	CPT2	a2	14.20	14.40	0.28	33.0	2.13	192.00	33.00	2.12
6	2.01pg05-180	CPT2	a2	14.40	14.60	0.32	33.0	2.43	219.0	37.0	2.12
7	2.01pg05-180	CPT2	a2	14.60	14.80	0.28	32.0	2.10	189.0	32.0	2.12
8	2.01pg05-180	CPT2	a2	14.80	15.00		33.0		237.0	39.0	2.12
VALORE MASSIMO						0.32	33.00	2.43	237.00	39.00	2.12
VALORE MINIMO						0.27	32.00	2.03	183.00	32.00	2.12
MEDIA						0.29	32.88	2.20	202.88	34.75	2.12
MEDIANA						0.29	33.00	2.20	198.00	34.50	2.12
DEVIAT. STANDARD						0.02	0.35	0.13	17.71	2.49	0.00
COEFF. DI VARIAZ.%						5.6	10	5.6	8.16	6.71	0.00
COV						0.061	0.011	0.061	0.09	0.07	0.00

N.ro Dati	8
-----------	---

N.ro Dati 8

PARAMETRI GEOTECNICI e FISICI CARATTERISTICI										
Ridotti al 5° percentile										
Grandezza	S.I.	Media	COV	(tn-1)	Klow	Kmean	Val.low	Val.mean	FR NTC	Valori Caratt. Ridotti
Densità naturale	t/(mc)	2.12	0.000	1.8946	2.01	0.67	2.12	2.12	1.00	2.12
Coesione drenata c'	(kg/cmq)	0.29	0.061	1.8946	2.01	0.67	0.26	0.28	1.25	0.22
Angolo resistenza al taglio non drenato	(°)	32.88	0.011	1.8946	2.01	0.67	32.16	32.64	1.25	26.11
Coesione non drenata Cu	(kg/cmq)	2.20	0.061	1.8946	2.01	0.67	1.93	2.11	1.40	1.51
Modulo di deformazione Mo	(kg/cmq)	198.00	0.087	1.8946	2.01	0.67	163.27	186.42	1.00	186.42
Densità relativa	%	34.50	0.072	1.8946	2.01	0.67	29.53	32.84	1.00	32.84

SINTESI GEOTECNICA DELLE UNITA' CARATTERIZZATE (PARAMETRI CARATTERISTICI RIDOTTI con FR NTC)

		d1	d2	d3	a1	a2
Grandezza	S.I.	Valori Caratt. Ridotti	Valori Caratt. Ridotti	Valori Caratt. Ridotti	Valori Caratt. Ridotti	Valori Caratt. Ridotti
Densità naturale	t/(mc)	1.85	1.85	1.85	2.10	2.12
Coesione drenata c'	(kg/cmq)	0.06	0.06	0.07	0.15	0.22
Angolo resistenza al taglio non drenato	(°)	29.02	28.46	27.26	26.35	26.11
Coesione non drenata Cu	(kg/cmq)	0.50	0.43	1.00	1.15	1.51
Modulo di deformazione Mo	(kg/cmq)	51.85	47.70	116.16	125.72	186.42
Densità relativa	%	48.53	32.29	43.13	33.08	32.84

In particolare per le unità a1 ed a2 (Formazione Pelitica alterata e poco alterata rispettivamente) essendo disponibili i valori ottenuti dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati attraverso le prove TD CD (taglio diretto, consolidato drenato), TD RS (taglio diretto, residuo), CLL (compressione laterale libera), Ed (prova edometrica) sono utilizzati tali valori, di seguito sintetizzati:

S3 C1 (10.0-10.3m) : unità a1

Prova CLL: $qu=3,37 \text{ kg/cmq}$
 $Cu=1,69 \text{ kg/cmq}$
 $\varepsilon=10,93 \%$
 Prova TD CD $\phi' = 25,6^\circ$
 $c'=0,12 \text{ kg/cmq}$
 Prova TD RS $\phi'r = 19^\circ$
 $c'r=0,03 \text{ kg/cmq}$
 Prova Ed $kv=1,53-1,74 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$

S3 C1 (15.3-15.8m) : unità a2

Prova CLL: $qu=3,53 \text{ kg/cmq}$
 $Cu=1,76 \text{ kg/cmq}$
 $\varepsilon=14,43 \%$
 Prova TD CD $\phi' = 26,8^\circ$
 $c'=0,21 \text{ kg/cmq}$
 Prova TD RS $\phi'r = 20,5^\circ$
 $c'r=0,06 \text{ kg/cmq}$
 Prova Ed $kv=2,56-2,08 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$

8.2 PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE**Cenni Teorici**

Il metodo della sismica a rifrazione è una delle indagini geofisiche più utilizzate per la conoscenza del sottosuolo. La buona precisione raggiungibile, specie se si dispone di sondaggi di taratura, consente talora di

elevare la prospezione sismica a rifrazione da semplice valutazione qualitativa a valido supporto quantitativo dell'indagine geognostica.

Tale metodologia è basata sul tempo necessario affinché la perturbazione elastica, indotta nel sottosuolo da una determinata sorgente di energia, giunga agli apparecchi di ricezione (geofoni) percorrendo lo strato superficiale con onde dirette e gli strati più profondi con onde rifratte.

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

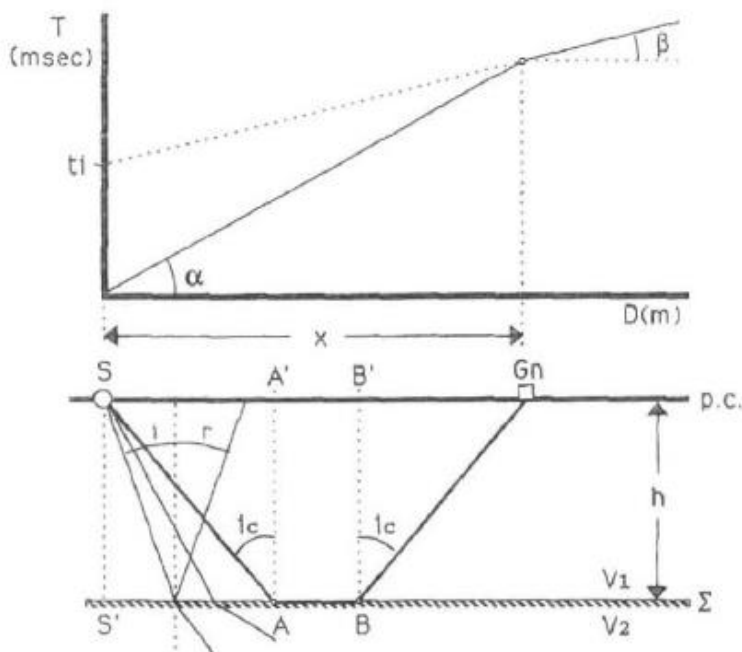


Fig. 1 - Percorsi delle onde dirette e rifratte e relative dromocrone. S sorgente energizzante; A punto di incidenza della superficie di discontinuità Σ del raggio incidente con angolo pari all'angolo limite i_c ; G_n punto di arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte; t_i tempo intercetto

I primi tempi di arrivo sono quelli relativi ai raggi diretti attraverso il primo strato e la pendenza della linea (angolo α) che passa per tali punti è il reciproco della velocità di questo strato ($1/V_1$). A partire da una certa distanza dal punto di energizzazione (detta distanza critica e indicata in figura 1 con la lettera X) il tempo impiegato per arrivare al geofono dai raggi che percorrono il tetto dello strato sottostante (più veloce) risulta inferiore a quello degli arrivi diretti. I punti relativi a questi arrivi si allineeranno secondo una retta avente la pendenza di $1/V_2$ (angolo β). Il tempo che corrisponde all'intersezione di ciascun segmento di retta con l'asse dei tempi è detto tempo intercetto. Questo valore, come quello della distanza critica, dipendono direttamente dalla velocità dei materiali e dallo spessore degli strati, e possono quindi essere utilizzati per determinare le profondità dei tetti degli strati stessi.

Si possono ottenere dromocrone, anche nel caso di "n" strati, dove i punti di curvatura indicano il passaggio tra i singoli strati e le velocità calcolate dalle rispettive pendenze dei rami della curva.

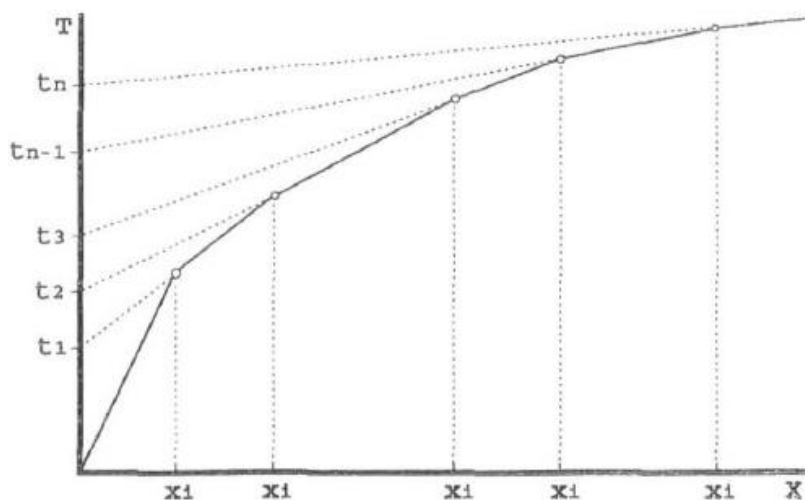


Fig. - 2 Dromocrona nel caso di stratificazione multipla

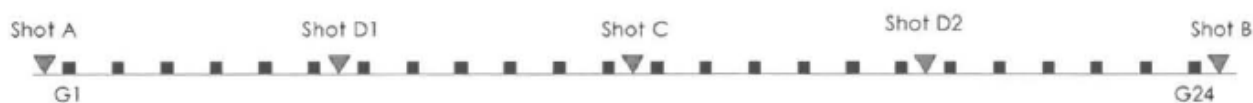
Il metodo sismico a rifrazione risulta soggetto ad alcune limitazioni di seguito elencate:

- un livello potrà essere evidenziato soltanto se la velocità di propagazione degli impulsi sismici in esso risulterà superiore a quella dei livelli soprastanti (è necessaria una continua crescita delle velocità con la profondità);
- un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni e alla sua profondità può non risultare rilevabile;
- un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno sottostante a velocità sensibilmente maggiore può non risultare rilevabile perché mascherato dagli "arrivi" dello strato sottostante (effetto dello strato nascosto);
- aumentando la spaziatura tra geofoni aumenta la profondità di investigazione, ma può ovviamente ridursi la precisione nella determinazione della profondità dei passaggi tra i diversi livelli individuati. In presenza di successioni di livelli con velocità (crescenti) di poco differenti tra loro, orizzonti a velocità intermedia con potenza sino anche ad 1/3 del passo adottato possono non essere evidenziati. Il limite tra due orizzonti può quindi in realtà passare "attraverso" un terzo intermedio non evidenziabile;
- analogamente, incrementi graduali di velocità con la profondità danno origine a dromocrone che consentono più schemi interpretativi. In tale caso è possibile risolvere il problema adottando una interpretazione in tecnica "tomografica", la quale permette la determinazione delle velocità sismiche con un maggior grado di precisione, sia in senso orizzontale che verticale.

Modalità di acquisizione ed elaborazione

Le stese di sismica a rifrazione, sono state realizzate ponendo nel terreno n° 24 geofoni spazati tra loro di 5m ed eseguendo n°5 energizzazioni con le onde S, secondo gli schemi seguenti:

Punti di Energizzazione Onde P ed S



Per registrare le onde di taglio, sono stati impiegati geofoni con direzione di vibrazione orizzontale, posizionandoli nel terreno, in direzione ortogonale rispetto allo stendimento. Per l'energizzazione delle onde sismiche è stata utilizzata invece una trave (posizionata sempre perpendicolarmente rispetto allo stendimento) in legno, percuotendola con una massa battente di 8 kg.

Per quanto concerne l'interpretazione dei dati, il primo passaggio effettuato, è stato quello della lettura dei dati di campagna (sismogrammi), dai quali è stato possibile definire i tempi di primo arrivo. Mediante apposito programma di calcolo, è stato poi possibile assegnare alla dromocrona, in base alle pendenze delle rette, i vari strati visibili; conseguentemente a tale interpretazione, si è ricavata una sezione, in cui è rappresentato l'andamento dei rifrattori, e le velocità degli impulsi sismici (sezione sismostratigrafica). Tale sezione, associata ai litotipi presenti nell'area di indagine (sezione litostratigrafica interpretativa), risulta visibile nelle Tavole allegate al presente rapporto.

Considerazioni ed analisi

Le indagini geofisiche mediante sismica a rifrazione di superficie in onde S, eseguite presso la discarica di San Biagio di Fermo (Corpo D), hanno evidenziato i seguenti sismostrati:

STRATO 1 - Dalla superficie e fino a 3,1 m circa di profondità circa si individua un primo strato a bassa velocità ($V_s = 105 - 150$ m/ sec) correlabile con il terreno agrario-vegetale e la parte più superficiale dei terreni di copertura ;

STRATO 2 - Caratterizzato da velocità delle onde di taglio di $175 - 230$ m/ sec (attribuibile a terreni eluvio colluviali) ed individuabile dalla profondità variabili fino alla profondità di circa 15m dal p.c.;

STRATO 3 - Presenta velocità delle onde S si attestano su valori di $390 - 495$ m/ sec ed è riconducibile al substrato alterato.

STRATO 4 - Presenta velocità delle onde S si attestano su valori di $580 - 770$ m/sec ed è riconducibile, al substrato poco alterato o integro.

Sintesi Sismica

Rif. indagini geofisiche in situ – Sismica a rifrazione – Linea 01

Velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio, parametro necessario per la definizione delle categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto : **$V_{s,eq}$ di 241 m/sec (di seguito si allega il calcolo per la linea sismica 01 rappresentativa del sito in studio).**

Cat. Suolo ai sensi del DM 14.01.2018 : C

tipo C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,eq}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Calcolo Vs,eq Linea Sismica 01

Geofono	STRATO 1			STRATO 2			STRATO 3			STRATO 4			Vs30
	Spessore	Velocità	H/Vs	Spessore	Velocità	H/Vs	Spessore	Velocità	H/Vs	Spessore	Velocità	H/Vs	
	(m)	(m/s)		(m)	(m/s)		(m)	(m/s)		(m)	(m/s)		
1	3,5	130	-	0,6	220	-	9,2	420	-	16,7	580	-	-
2	3,0	130	-	3,0	220	-	7,7	420	-	16,3	580	-	-
3	3,3	130	-	4,2	220	-	8,1	420	-	14,4	580	-	-
4	4,1	130	-	4,4	220	-	10,7	420	-	10,8	580	-	-
5	3,6	130	0,02769	5,6	220	0,02545	13,0	420	0,03095	7,8	580	0,01345	357
6	3,1	130	0,02385	7,3	220	0,03318	15,7	420	0,03738	3,9	580	0,00672	318
7	2,0	130	0,01538	7,8	220	0,03545	18,5	420	0,04405	1,7	580	0,00293	316
8	1,7	130	0,01308	7,5	220	0,03409	20,0	420	0,04762	0,8	580	0,00138	316
9	1,4	110	0,01273	7,1	185	0,03838	20,3	390	0,05205	1,2	600	0,00200	291
10	1,1	110	0,01000	7,1	185	0,03838	21,3	390	0,05462	0,5	600	0,00083	291
11	0,8	110	0,00727	7,4	185	0,04000	22,4	390	0,05744	0,0	600	0,00000	287
12	1,3	110	0,01182	8,0	185	0,04324	21,9	390	0,05615	0,0	600	0,00000	270
13	2,0	110	0,01818	8,9	185	0,04811	21,0	390	0,05385	0,0	600	0,00000	250
14	1,6	110	0,01455	10,6	185	0,05730	20,6	390	0,05282	0,0	600	0,00000	241
15	1,2	110	0,01091	11,4	185	0,06162	19,0	390	0,04872	0,0	600	0,00000	247
16	1,7	110	0,01545	11,5	185	0,06216	17,7	390	0,04538	0,0	600	0,00000	244
17	3,5	125	0,02800	11,8	200	0,05900	14,2	385	0,03688	0,5	595	0,00084	242
18	3,7	125	0,02960	11,8	200	0,05900	13,0	385	0,03377	1,5	595	0,00252	245
19	3,5	125	0,02800	11,2	200	0,05600	13,1	385	0,03403	2,2	595	0,00370	254
20	3,1	125	0,02480	10,0	200	0,05000	13,4	385	0,03481	3,5	595	0,00588	274
21	2,7	125	0,02160	9,4	200	0,04700	12,3	385	0,03195	5,6	595	0,00941	298
22	2,7	125	-	8,9	200	-	11,0	385	-	7,4	595	-	-
23	3,2	125	-	8,7	200	-	9,5	385	-	8,6	595	-	-
24	3,3	125	-	9,1	200	-	8,3	385	-	9,3	595	-	-

In allegato alla presente relazione si riportano le linee sismiche eseguite numerate 01,02,03,04,05 con relativa ubicazione cartografica.

8.3 HVSr

Cenni teorici

In questo tipo di analisi vengono registrate e analizzate le vibrazioni naturali (e antropiche) del sito d'indagine senza che l'operatore proceda "attivamente" ad alcun tipo di energizzazione. Il "rumore" di fondo è fornito da infinite sorgenti, come i passi di una persona, il traffico automobilistico e ferroviario, lo scorrere di un fiume, il vento, le campane di una chiesa, i lavori stradali.

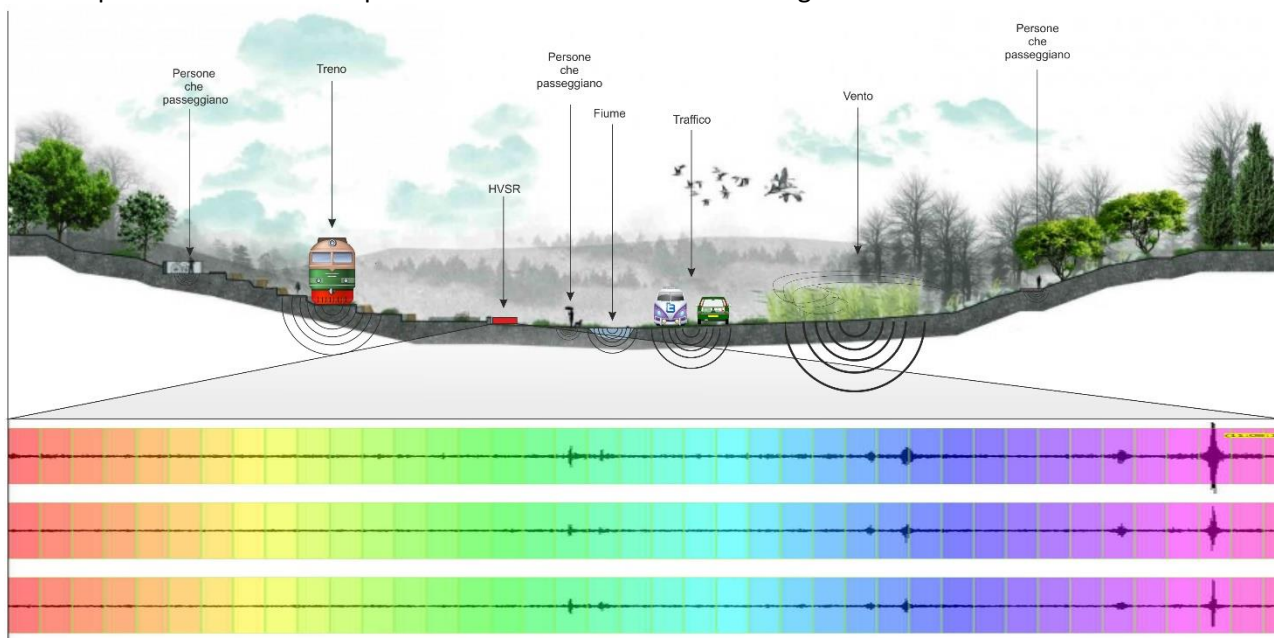
Attraverso questo tipo di indagini si vanno a studiare a fondo le frequenze di sito e il comportamento dei terreni sottoposti a sollecitazioni con caratteristiche e origini diverse.

H.V.S.R. = Horizontal to Vertical Spatial Ratio

È una tecnica di indagine finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito.

Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima sia degli effetti di sito (funzione di amplificazione), sia degli effetti sulle costruzioni ed ottenere una misura della velocità delle onde di taglio presenti in quel terreno.

Questo tipo di analisi è estremamente utile in fase di progettazione in quanto si cercherà di costruire un edificio poco sensibile alle frequenze caratteristiche del sito d'accoglienza.



Le misure HVSr sono state effettuate dalla ditta Geoab snc di Sara Abeti e Gianluigi Bartolini di Ascoli Piceno. È stato utilizzato uno strumento della marca SARA electronic instruments s.r.l. : sismografo SARA GEOBOX finalizzato alla rilevazione di vibrazioni naturali e artificiali, dal rumore di fondo ai forti terremoti, con frequenza sismometro 4,5 Hz : SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors), frequenza campionamento 128 Hz, durata misura 1200 sec. e finestre analisi 20 sec.

Il segnale di microtremore dopo essere stato acquisito, è stato elaborato secondo la tecnica di Nakamura (rapporti spettrali o HVSr) tramite il software dedicato GeoExplorer HVSr il quale, per ciascuna delle tre componenti del moto registrate, permette di:

- suddividere la registrazione in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno;
- eseguire l'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti;
- calcolare i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontali e verticale;
- calcolare i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

La lunghezza della finestra di analisi è stata scelta in 20 sec; è stato effettuato un lisciamento triangolare al 10% e l'intervallo di analisi è stato scelto tra 0 e 64 Hz.

Previa pulizia del segnale, è stato riconosciuto il picco naturale a più bassa frequenza e, se presenti, picchi naturali a frequenze maggiori. Le frequenze fondamentali F_0 sono riportate nella Carta delle frequenze naturali dei terreni (f_0).

□ CONSIDERAZIONI e SINTESI MISURE HVSR

8.3.1 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA HVSR mediante tromino

Nello studio eseguito si è fatto riferimento oltre che alla campagna geognostica eseguita sull'area del nuovo Corpo D nel 2011, anche dell'indagine eseguita nel 2013 per la progettazione dell' IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEI RIFIUTI ORGANICI sul medesimo versante in esame, ma nella porzione superiore. Nello specifico si è quindi presa in considerazione l'indagine HVSR eseguita di cui si riportano i risultati di seguito. La prova reperita e consultata che va ad integrare i dati già disponibili è stata realizzata dalla ditta "Geodrill sas" di Cerreto d'Esi (AN).

Le specifiche integrali di tale tipologia d'indagine ed il report è riportato in questo studio nell'allegato relativo alla campagna delle indagini geognostiche.

Le prospezioni geofisiche HVSR mediante tromografo digitale, hanno lo scopo di determinare la categoria sismica del suolo per il calcolo dell'azione sismica di progetto in funzione del parametro Vs30 (velocità di propagazione delle onde S nei primi 30 metri di profondità) nel rispetto di:

- O.P.C.M. 3274/03 s.m.i.;
- D.M.17 gennaio 2018 integrato

La tecnica HVSR, (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o tecnica di Nakamura), è una prospezione geofisica non invasiva che attraverso la misura del "rumore sismico", ovunque presente sulla superficie terrestre, fornisce dati sulle frequenze caratteristiche del sito investigato.

I parametri fondamentali ottenuti da questo tipo di indagine sismica e le specifiche integrali di tale tipologia d'indagine, ubicazione e quantità sono riportate nell'allegato All. B relativo alla campagna delle indagini geognostiche.

La prova in parola è identificabile attraverso le seguenti coordinate assolute:

- **HVSR 03.09.2013 43°07.3233 N, 013°40.6238 E**

Commento sul profilo delle velocità

L'analisi del profilo delle velocità mostra una successione di terreni caratterizzati da:

- sismostrato 1: ha uno spessore complessivo di m.11,95 probabilmente riconducibile alla copertura e alla porzione della formazione alterata.
- sismostrato 2: da m. 11,95 correlabile alla formazione caratterizzata da velocità delle onde progressivamente crescenti con la profondità fino ad un valore stimato di Vs pari a m/s 850.

Frequenza fondamentale di sito e frequenza di risonanza ai fini progettuali

Ogni sito è caratterizzato da una propria frequenza di risonanza fondamentale che può andare da millesimi di Hz a decine di Hz, in particolare in questo caso si è misurata una frequenza massima di picco pari a **Hz 1,84 ± 0,09**.

L'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico standard è invece 0,5 - 10 Hz (corrispondenti alle frequenze principali di strutture approssimativamente da 30 a 1 piano). Essendo dunque l'intervallo di frequenze del sottosuolo più esteso di quello possibile per le strutture, alcune frequenze del sottosuolo possono essere trascurate ai fini della progettazione in zona sismica in quanto non comportano aggravii particolari per le strutture standard. In quest'ottica ad esempio non verranno segnalate le frequenze superiori a 20 Hz. Nel caso in esame si evidenzia che l'area sollecitata da input sismico amplifica le onde di superficie ad una frequenza di risonanza prossima a $1,84 \pm 0,09$ Hz. Poiché la coincidenza di risonanze tra suolo e struttura comporta un aggravio nell'ampiezza dell'input sismico, la condizione ideale è che la frequenza della struttura sia inferiore rispetto a quella del sottosuolo, tuttavia quando questa condizione non può essere rispettata, è raccomandabile che la struttura venga progettata con frequenze proprie principali maggiori almeno il 40% dei valori segnalati per il sottosuolo.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del nuovo D.M.17 gennaio 2018 integrato, la velocità di propagazione delle onde di taglio Vs, è calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

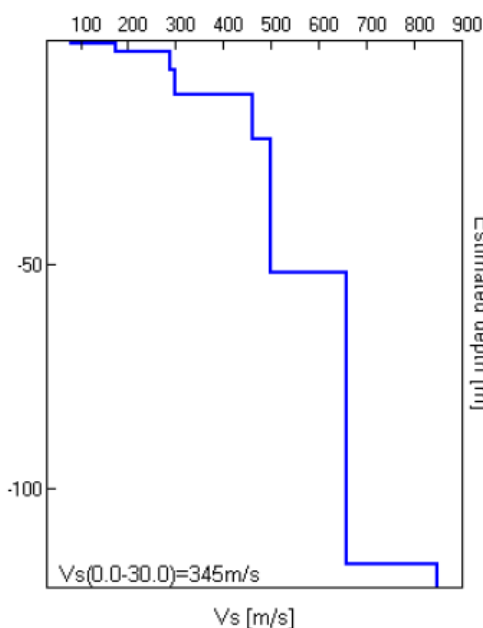
Il valore ottenuto è il seguente:

$$V_s eq(0.0-30.0)=345m/s$$

Con la seguente Categoria di suolo:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).



Il confronto tra le indagini sismiche a rifrazione con elaborazione della Linea 01 e la prova geofisica HVSR forniscono identica categoria di suolo ai sensi del DM 17.01.2018 (Cat. C), con un $V_{s,30}$ compreso tra 241 e 345 m/s, la frequenza di sito caratteristica risulta essere pari a $Hz 1,84 \pm 0,09$.

9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Al fine di avere un quadro esaustivo di dettaglio del territorio comunale di **Fermo (FM)** sotto l'aspetto sismico e quindi fornire una valutazione sismica del sito di dettaglio, si è proceduto alla ricostruzione della storia sismica del Comune all'interno del quale è ubicato l'intervento attraverso i dati forniti dall'INGV (Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia) ed i vari database e progetti sviluppati in merito alla pericolosità sismica, alla registrazione degli eventi sismici ed alla Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità dei forti terremoti.

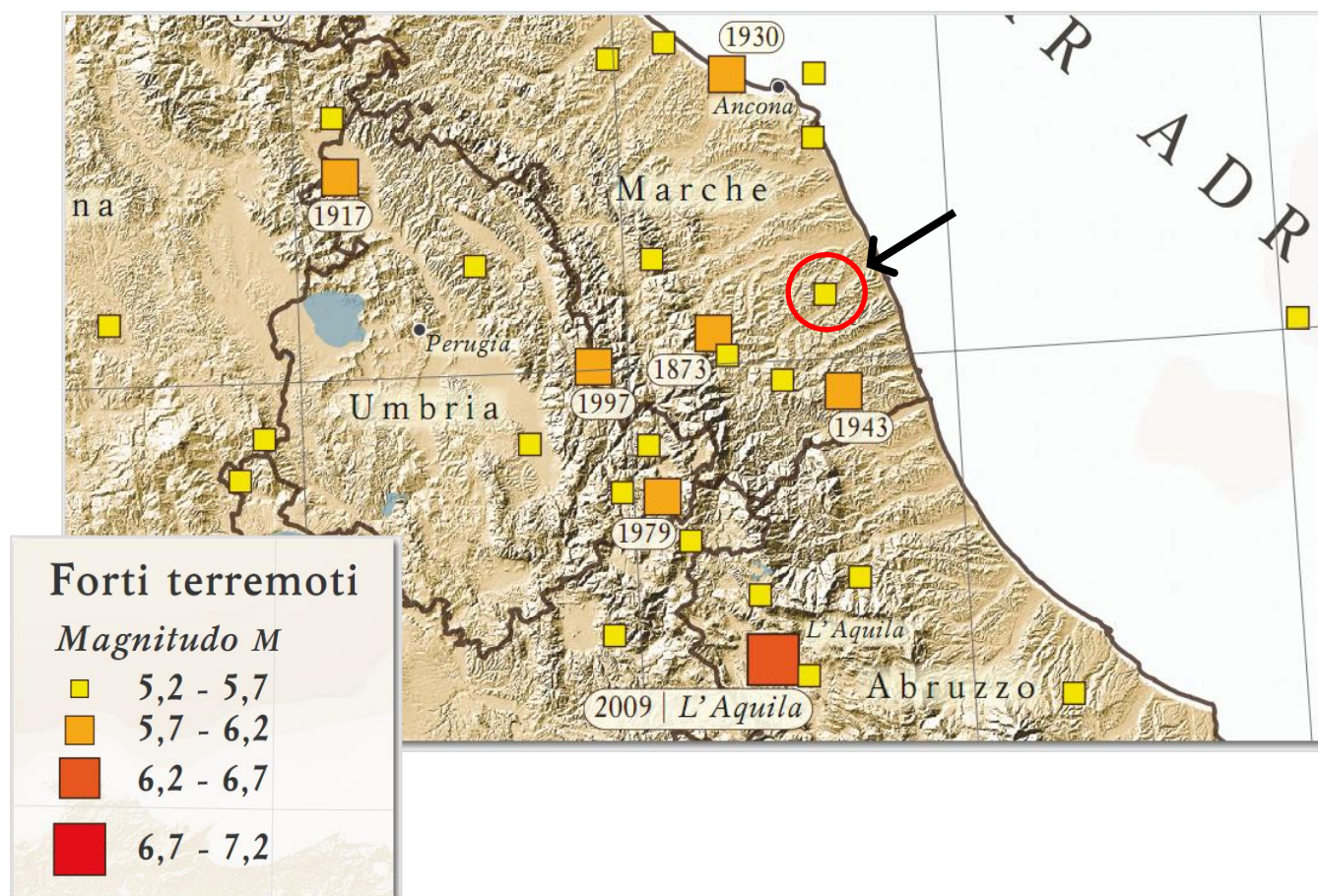
9.1 Mappa dei forti terremoti degli ultimi 150 anni

Da 150 anni ad oggi il nostro Paese è stato colpito da più di 170 terremoti forti, fortissimi o addirittura catastrofici. Di questi, 12 sono stati distruttivi (Intensità massima MCS [Mercalli-Cancani-Sieberg] $I_{max} > X$) e hanno provocato complessivamente più di 130 mila vittime. Il terremoto del 1908 (M 7.2, I_{max} X-XI) a Messina e Reggio Calabria è stato il più forte di questi ultimi 150 anni con più di 80 mila vittime e la distruzione quasi totale delle due città che si acciano sullo Stretto. I più recenti terremoti sono quelli avvenuti in Abruzzo il 6 aprile 2009 (M 6.3, I_{max} IX-X) e la serie recente (Marche-Lazio-Umbria) di Amatrice-Castel Sant'Angelo sul Nera-Ussita (M 6.0 e 5.4 del 24.08.2016, M 5.4 e 5.9 del 26.10.2016, M 6.5 30.10.2016). In Italia ci sono zone con caratteristiche di sismicità molto diverse:

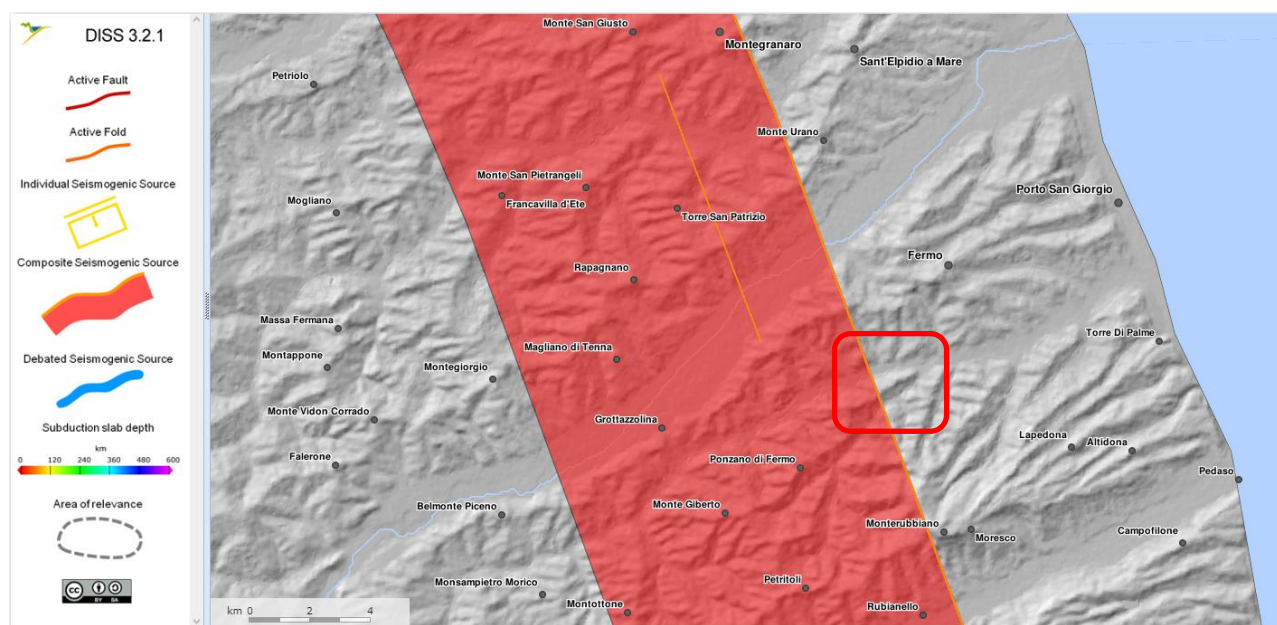
- aree in cui i terremoti si verificano spesso, con energia generalmente moderata, ma che possono produrre danni (per es. Emilia Romagna e Lazio);
- zone dove avvengono molti terremoti deboli e pochi terremoti più violenti, in media ogni secolo, i cui effetti possono raggiungere o superare intensità IX MCS (per es. Toscana, Umbria, Marche, Basilicata e Friuli);
- aree con forti terremoti e pochi terremoti più deboli.

Queste ultime sono le zone dove si verificano i terremoti più gravi in assoluto perché l'energia accumulata per lungo tempo viene rilasciata tutta insieme (per es. Calabria, Sicilia, Campania e Abruzzo).

Dalla registrazione di tali eventi sismici si evidenzia come l'area di intervento non sia stata direttamente interessata da eventi sismici con Magnitudo $M > 5.2$.



9.2 Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità di forti terremoti

**The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) – Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche**

Il Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche - Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), il software originale e tutti i relativi testi ed elaborazioni sono il risultato delle elaborazioni dei ricercatori dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV. Il database a cui si fa riferimento, include una grande quantità di materiale originale e pubblicato sulle principali fonti sismogenetiche d'Italia insieme a dati di natura geografica, sismologica, geologica ed informazioni tettoniche ed è stato progettato come "work in progress", e come tale è aperto a continue aggiunte e miglioramenti.

Tale lavoro costituisce nelle sue varie fasi di elaborazione, dal 2009 ad oggi, l'ultimo ed il più aggiornato strumento a scala nazionale per la valutazione, individuazione ed analisi delle Sorgenti Sismogenetiche.

Dall'analisi della documentazione disponibile, emerge limitrofa all'area di interesse la presenza di una Sorgente Composita con sviluppo N-S posta ad Est con codice **ITCS020**.

Dalle Mappe Tematiche di seguito allegate, si evidenziano le caratteristiche di tale Sorgente espresse come Profondità del Tetto che è inferiore ai 3 km e la Magnitudo sviluppabile ≤ 5.9 .

Sorgente Sismogenetica ITC020: Southern Marche**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITCS020
Name	Southern Marche
Compiler(s)	Burrato P.(1), Fracassi U.(1), Mariano S.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Fracassi U.(1), Mariano S.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	08-Jan-2005
Updated	21-Apr-2010

Display map ...



Related sources

[ITIS070](#)**PARAMETRIC INFORMATION**

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
-----------	---------	----------

Min depth [km]	3.0	OD	Based on structural geology and geodynamic constraints.		
Max depth [km]	9.0	OD	Based on structural geology and geodynamic constraints.		
Strike [deg] min... max	150...170	OD	Based on geological constraints and seismic reflection profiles.		
Dip [deg] min... max	30...50	OD	Based on geological constraints and seismic reflection profiles.		
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from geological data.		
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.		
Max Magnitude [Mw]	5.9	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).		

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

COMMENTI

Questa Sorgente composta a cavallo delle regioni Marche e Abruzzo, tra le città di Macerata (a nord-ovest) e Teramo (a sud-est), è la parte più meridionale del thrust dell'Appennino Umbro-Marchigiano esterno onshore. Questo fronte è il sistema di faglie con vergenza E-NE al confine orientale della catena appenninica settentrionale, parallela alla costa marchigiana.

Cataloghi storici e strumentali (Boschi et al, 2000;. Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al, 2006;.. Guidoboni et al, 2007) mostrano un paio di terremoti chiave in questa regione, tra cui (da nord a sud) gli eventi del 100 aC (Mw 5.8, Piceno) e il 3 ottobre 1943 (Mw 5.8, Offida). L'area mostra anche una scarsa sismicità intermedia ($4.5 < Mw < 5.0$).

L'attività tettonica di questa regione non è ancora chiaramente documentata, ma un'interpretazione plausibile è che sia il settore meridionale del thrust cieco delle Marche Settentrionali. I dati di sottosuolo (Bally et al, 1986;. Calamita et al, 1991; Scisciani et al, 2002) hanno ben definito il piano di scorrimento che interessa l'intera successione Meso-Cenozoico, in particolare a sud della zona. Diverse evidenze suggeriscono che la regione è sottoposta ad un trend di compressione NE-SW, compresi i meccanismi focali di terremoto su tutto il fronte esterno onshore (Frepoli e Amato, 1997; Pondrelli et al, 2002.), mentre i dati profondi (Montone et al, 2004.) hanno illustrato un trend con asse NW-SE a minimo stress.

Un segmento di questa Sorgente è stato associato con il terremoto del 1943.

Il rigetto di questa Sorgente si basa su quello delle strutture regionali mappate ($N150-170^\circ$). L'inclinazione del piano di scorrimento è basata su dati di sottosuolo e su considerazioni geometriche ($30-50^\circ$). La minima e massima profondità della Sorgente si basano su dati di sottosuolo e su considerazioni geometriche relative alla geometria di spinta (3,0 e 9,0 km, rispettivamente). Il tasso di slittamento è stato dedotto dalle osservazioni geologiche in strutture adiacenti che condividono lo stesso ambiente tettonico con origine a Sud delle Marche in mare aperto (0,1 - 0,5 mm / a). La magnitudo massima è stata assunta dalla sismicità regionale (Mw 5.9).

9.3 Storia sismica del Comune di Fermo – database macrosismico italiano

Fonte : https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/

Introduzione

L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano chiamata DBMI15 è stata rilasciata a luglio 2016 e aggiorna e sostituisce la precedente, DBMI11 (Locati et al., 2011).

DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macro seismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per diverse finalità. La principale è fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima di magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti

Italiani (CPTI). L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

Dato il loro stretto legame, DBMI e CPTI tendono a essere pubblicati allo stesso tempo e usando una stessa numerazione (DBMI04-CPTI04, DBMI11-CPTI11), ma in due diversi siti web, uno dedicato a DBMI, e uno a CPTI. Con la versione 2015 si è deciso di rendere disponibile le due banche dati DBMI15 e CPTI15 (Rovida et al., 2016) da un unico punto di accesso online al fine di rendere più comoda e funzionale la consultazione.

Dati di base

DBMI15 contiene 122701 dati di intensità relativi a 3212 terremoti. Come si può vedere dalle figure 1 e 2, l'incremento numerico di terremoti con dati di intensità e di osservazioni macrosismiche rispetto alle due precedenti versioni DBMI04 (Stucchi et al., 2007) e DBMI11 è molto consistente.

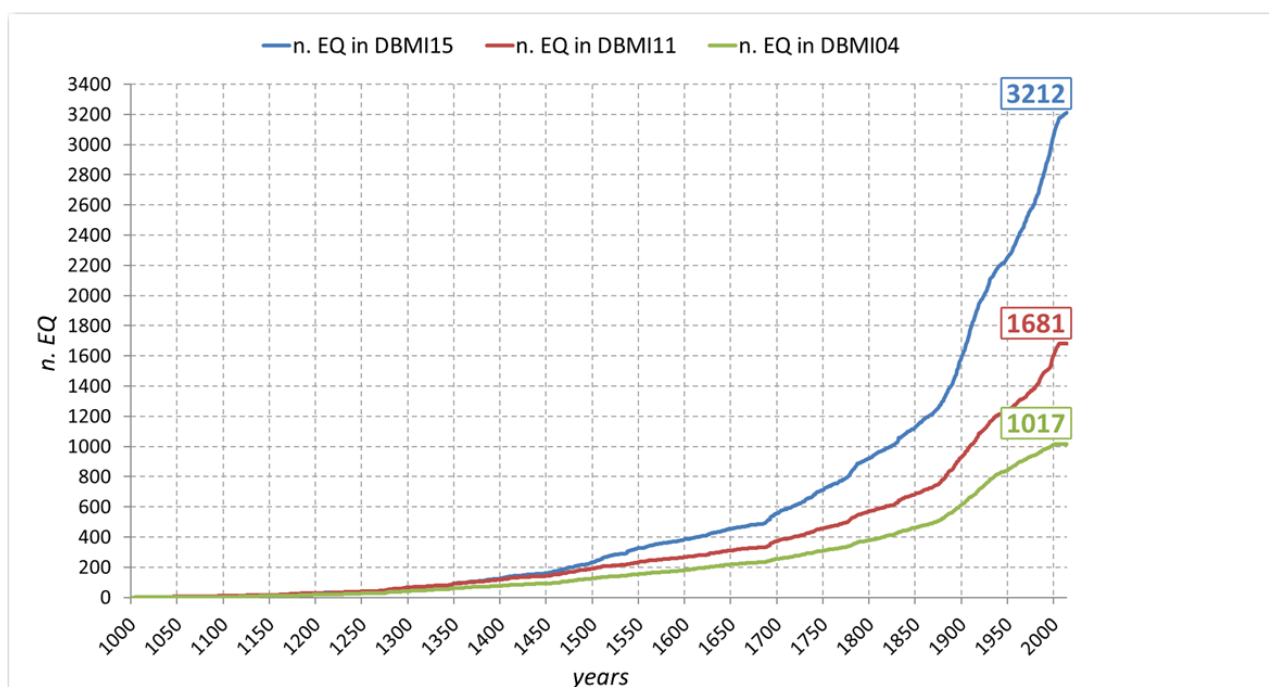


Fig. 1 – Confronto dell'andamento progressivo nel tempo del numero di terremoti: in azzurro DBMI15, in rosso DBMI11, e in verde DBMI04.

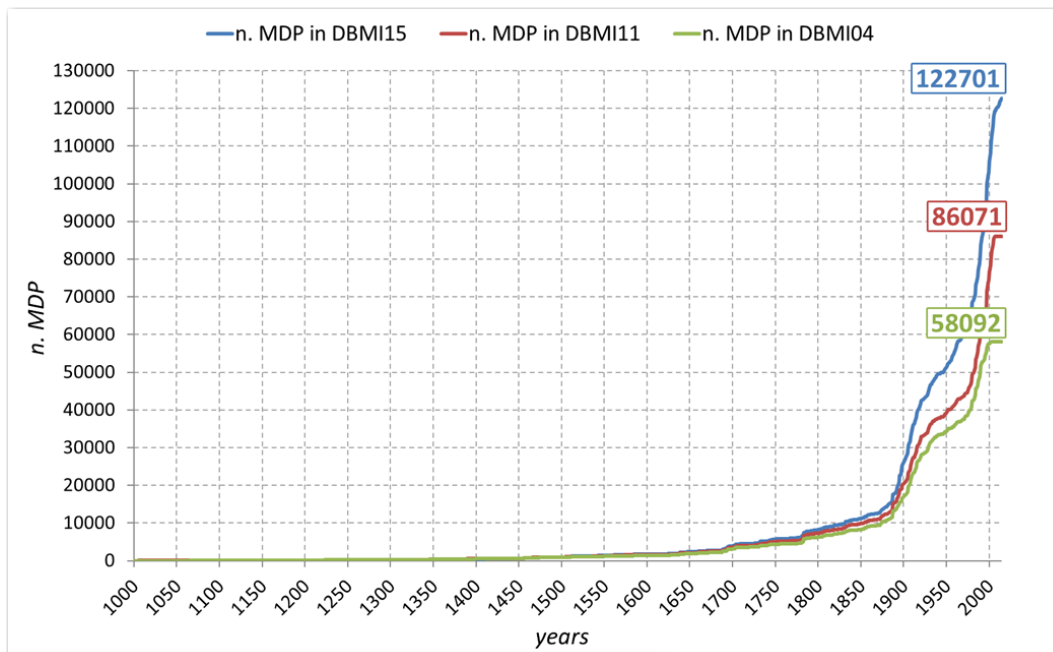
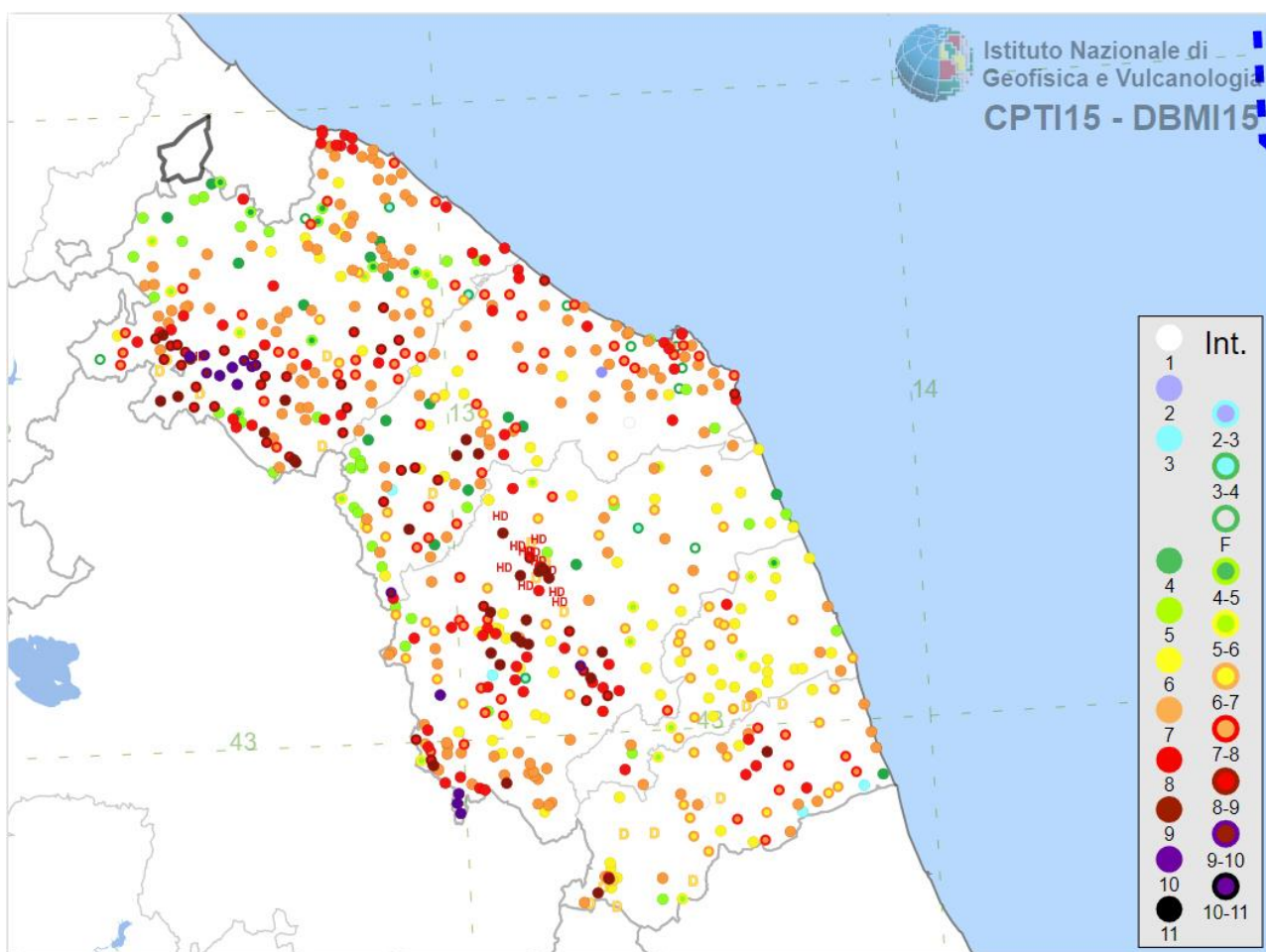


Fig. 2 – Confronto dell'andamento progressivo nel tempo del numero di MDP (Macroseismic Data Point): in azzurro DBMI15, in rosso DBMI11, e in verde DBMI04.



Cosa cambia rispetto a DBMI11

Per 1494 terremoti su 3212 (46.5%) viene confermata in DBMI15 la scelta dello studio di riferimento precedentemente adottato in DBMI11, mentre per 172 terremoti (5.4%) questa scelta è stata modificata. 15

terremoti presenti in DBMI11 sono stati eliminati. 4 di questi perché lo studio di riferimento (Bollettino Macrosismico ING, Gasparini et al. 2002) riporta dati ritenuti inaffidabili, mentre altri 11 terremoti si sono rivelati falsi dopo alcuni approfondimenti. DBMI15 rende disponibili set di MDP per 1546 nuovi terremoti (48.1%), di cui 895 terremoti già presenti nel CPTI11 ma privi di dati di intensità, mentre 651 terremoti erano assenti in CPTI11.

Non sono inclusi gli ultimi eventi della sequenza sismica dell'Agosto – Ottobre 2016.

9.4 Storia sismica comunale

Comune di Fermo

Seismic history of	Fermo
PlaceID	IT_52485
Coordinates (lat, lon)	43.162, 13.718
Municipality (ISTAT 2015)	Fermo
Province	Fermo
Region	Marche
No. of reported earthquakes	95

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
6-7	1540 04 08	Fermo	1	6-7	4.86
3-4	1672 04 14 15 45	Riminese	92	8	5.59
6	1741 04 24 09 20	Fabrianese	135	9	6.17
F	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6.68
F	1744 05 25	Costa pesarese	5	5	4.59
4	1747 04 17	Appennino umbro-marchigiano	63	9	6.05
4	1786 12 25 01	Riminese	90	8	5.66
6	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
4-5	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
5	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86
F	1876 05 22 00 30	Spoletto	14	5-6	4.57
F	1877 08 24 02 45	Lazio meridionale	54	7	5.21
3	1878 09 15 07 20	Valle Umbra	34	8	5.46
3	1879 02 23 18 30	Valnerina	15	8	5.59
4	1881 03 11 22 50	Valle Umbra	15	5	4.51
4-5	1881 09 10 07	Chietino	43	7-8	5.41
F	1882 05 26 04 15	Cascia	16	5	4.45
5	1882 08 16	Costa ascolana	13	7	5.15
4-5	1884 01 10	Atri	12	5-6	4.63
F	1887 05 26	Jesi	19	5	4.44
3	1889 12 08	Gargano	122	7	5.47
3	1895 08 09 17 38 20.00	Adriatico centrale	103	6	5.11
5-6	1895 10 25 12 10	Fermo	12	5	4.16
3	1897 05 28 22 40 02.00	Ionio	132	6	5.46
5	1897 09 21	Marche settentrionali	44	7	5.4
4	1899 06 22 13 20	Corridonia	30	5	4.08
F	1901 09 25 23 40	Costa pesarese	9	5	4.23
F	1904 09 02 11 21	Maceratese	59	5-6	4.63
4	1907 01 23 00 25	Adriatico centrale	93	5	4.75

5	1908 03 17 03 59	Marche meridionali	54	5-6	4.61
4	1908 11 16 16 28	Fermo	6	4	3.7
4	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
5-6	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7.08
5	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
4	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5.82
4	1916 11 16 06 35	Alto Reatino	40	8	5.5
4	1917 03 21 00 30	Monti Sibillini	21	5	4.44
3	1917 04 26 09 35 59.00	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99
3	1917 11 05 22 47	Costa anconetana	26	6	5.22
2	1918 11 10 15 12 28.00	Appennino forlivese	187	9	5.96
2	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6.38
4	1922 06 08 07 47	Valle del Chienti	47	6	4.73
2	1922 10 11 06 43 42.00	Costa anconetana	20	5	4.34
2-3	1922 12 29 12 22 06.00	Val Roveto	119	6-7	5.24
5	1923 07 12 20 49	Marche meridionali	20	5	4.28
2-3	1924 01 02 08 55 13.00	Senigallia	76	7-8	5.48
2-3	1925 09 24 13 33 46.00	Molise occidentale	50	7	5.26
2	1927 10 11 14 45 08.00	Marsica	81	7	5.2
3-4	1930 04 07 17 17 18.00	Monti Sibillini	28	5-6	4.5
3-4	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
4	1930 08 04 15 02 23.00	Marche meridionali	24	5-6	4.44
6	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
3-4	1933 09 26 03 33 29.00	Maiella	325	9	5.9
5	1934 11 30 02 58 23.00	Adriatico settentrionale	51	5	5.3
4-5	1943 01 16	Monti Sibillini	22	6-7	5.04
3	1943 01 29	Monti Sibillini	50	6-7	4.94
6	1943 10 03 08 28 29.00	Ascolano	170	8	5.67
5	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
4	1951 08 08 19 56	Gran Sasso	94	7	5.25
6	1951 09 01	Monti Sibillini	80	7	5.25
2	1957 11 11 21 40	Costa anconetana	50	5	4.5
NF	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5.04
NF	1962 01 23 17 31	Costa pesarese	49	5	4.35
3	1969 09 26 23 40 39.00	Teramano	97	5	4.39
3	1971 02 11 18 49 21.00	Valle del Chiascio	71	6	4.61
3	1971 10 04 16 43 32.60	Valnerina	43	5-6	4.51
F	1972 06 14 18 55 52.54	Costa anconetana	17		4.68
4	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5.83
4	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5.04
4	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5.62
3	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	342	7	5.47
3	1985 05 01 16 57 35.00	Ascolano	51	5	4.09

4	1986 10 13 05 10 00.31	Monti Sibillini	322	5-6	4.46
6	1987 07 03 10 21 57.64	Costa Marchigiana	359	7	5.06
5	1987 09 04 16 42 49.60	Costa Marchigiana	75	6	4.66
NF	1992 10 24 18 44 48.60	Monti della Laga	32	5	4.08
3	1995 12 30 15 22 08.73	Fermano	106	5	4.19
3	1996 01 01 12 21 41.54	Maceratese	91	5-6	4.2
3	1996 01 22 18 37 44.36	Fermano	76	5	3.96
NF	1996 01 22 23 14 00.09	Maceratese	45	5	3.66
2-3	1997 09 03 22 07 29.70	Appennino umbro-marchigiano	62	6	4.54
5	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
5-6	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
5	1997 10 03 08 55 22.07	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
5	1997 10 06 23 24 53.29	Appennino umbro-marchigiano	437		5.47
4-5	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5.62
4	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4.78
3	2003 03 29 17 42 13.74	Adriatico centrale	68		5.43
3	2003 05 25 17 15 13.95	Ascolano	88	4-5	3.81
3	2004 12 09 02 44 25.29	Teramano	213	5	4.09
3	2005 04 12 00 31 51.61	Maceratese	131	4	3.74
4-5	2006 04 10 19 03 36.67	Maceratese	211	5	4.06
3	2006 10 21 07 04 10.01	Anconetano	287	5	4.21

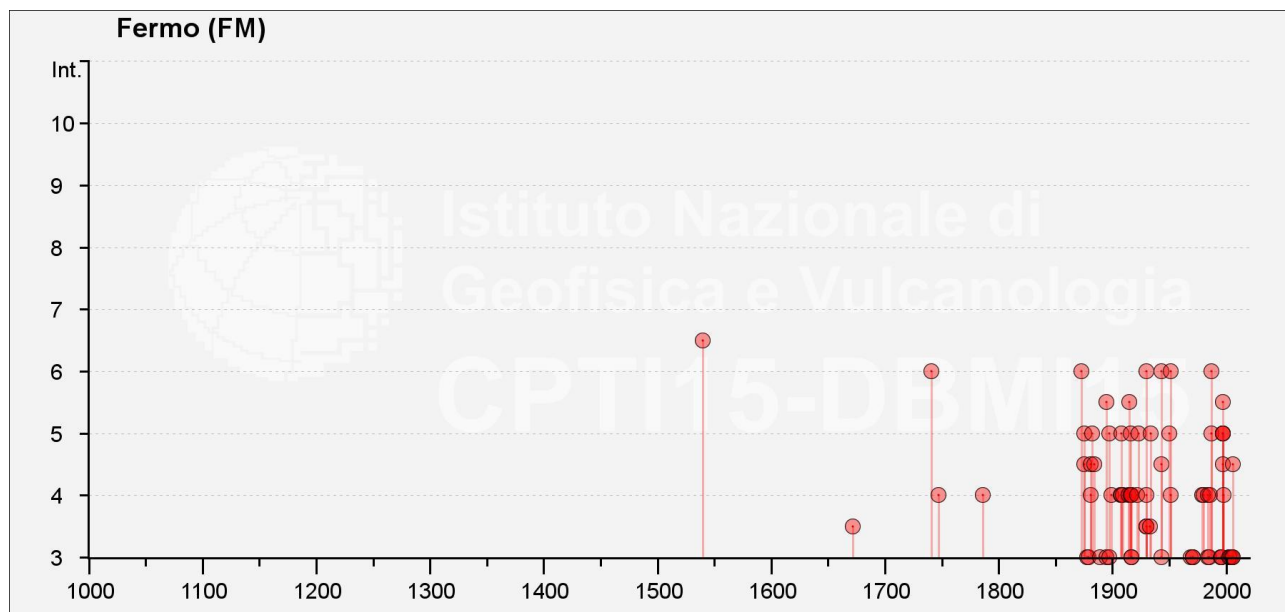


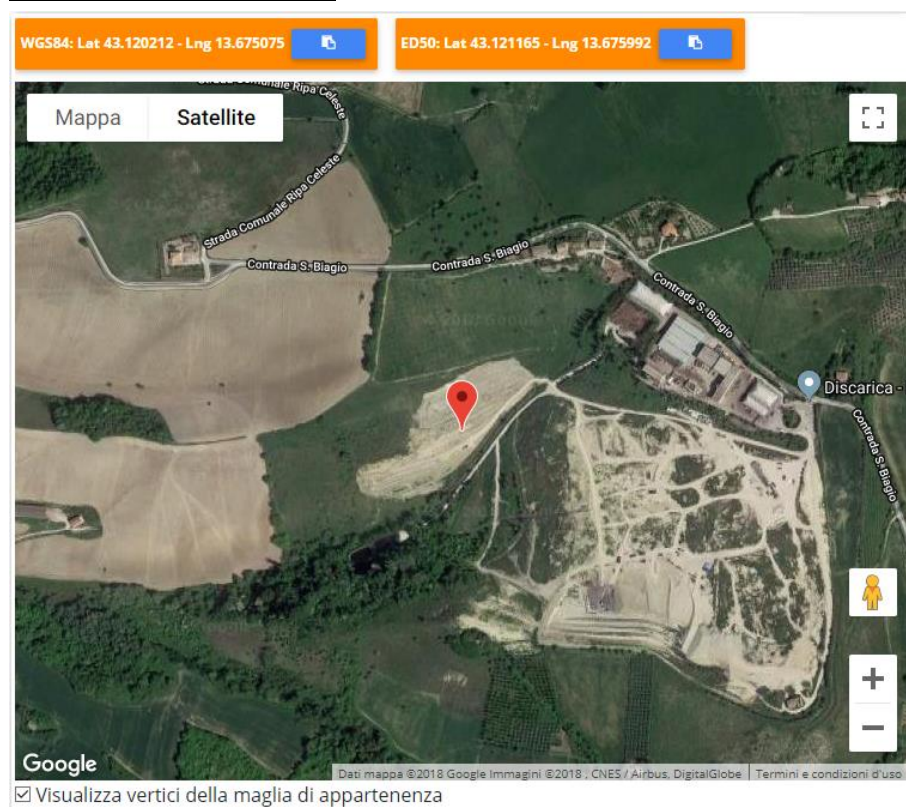
Figura 16 – Categoria Topografica (Metodo Semplificato)



Pendenza media del profilo : $20.2\% = 11.42^\circ$

Categoria Topografica : T1 media con tratti in categoria T2 (si considera cautelativamente la categoria T2)

9.5 Parametri sismici di sito



Stati limite



Classe Edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...



Vita Nominale

100



Interpolazione

Media ponderata

CU = 2

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	120	0.099	2.447	0.313
Danno (SLD)	201	0.125	2.438	0.321
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0.298	2.480	0.345
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0.327	2.486	0.348
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	200			

Coefficienti sismici



Tipo

Stabilità dei pendii e fondazioni

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

H (m)

us (m)



1



0.1



Cat. Sottosuolo

C



Cat. Topografica

T2

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,26	1,21
CC Coeff. funz categoria	1,54	1,53	1,49	1,49
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]



0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.036	0.054	0.126	0.133
kv	0.018	0.027	0.063	0.067
Amax [m/s²]	1.742	2.200	4.425	4.658
Beta	0.200	0.240	0.280	0.280

PARAMETRI SISMICI

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 43,121165

longitudine: 13,675992

Classe: 4

Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 22979 Lat: 43,1349 Lon: 13,6271 Distanza: 4254,159

Sito 2 ID: 22980 Lat: 43,1348 Lon: 13,6956 Distanza: 2196,140

Sito 3 ID: 23202 Lat: 43,0848 Lon: 13,6954 Distanza: 4339,458

Sito 4 ID: 23201 Lat: 43,0849 Lon: 13,6270 Distanza: 5667,676

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 120 [anni]
ag: 0,099 g
Fo: 2,447
Tc*: 0,313 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 201 [anni]
ag: 0,125 g
Fo: 2,438
Tc*: 0,321 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 1898 [anni]
ag: 0,298 g
Fo: 2,480
Tc*: 0,345 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 2475 [anni]
ag: 0,327 g
Fo: 2,486
Tc*: 0,348 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,540
St: 1,200
Kh: 0,036
Kv: 0,018
Amax: 1,742
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,530
St: 1,200
Kh: 0,054
Kv: 0,027
Amax: 2,200
Beta: 0,240

SLV:

Ss: 1,260
Cc: 1,490
St: 1,200
Kh: 0,126
Kv: 0,063
Amax: 4,425
Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,210
Cc: 1,490
St: 1,200
Kh: 0,133
Kv: 0,067
Amax: 4,658
Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

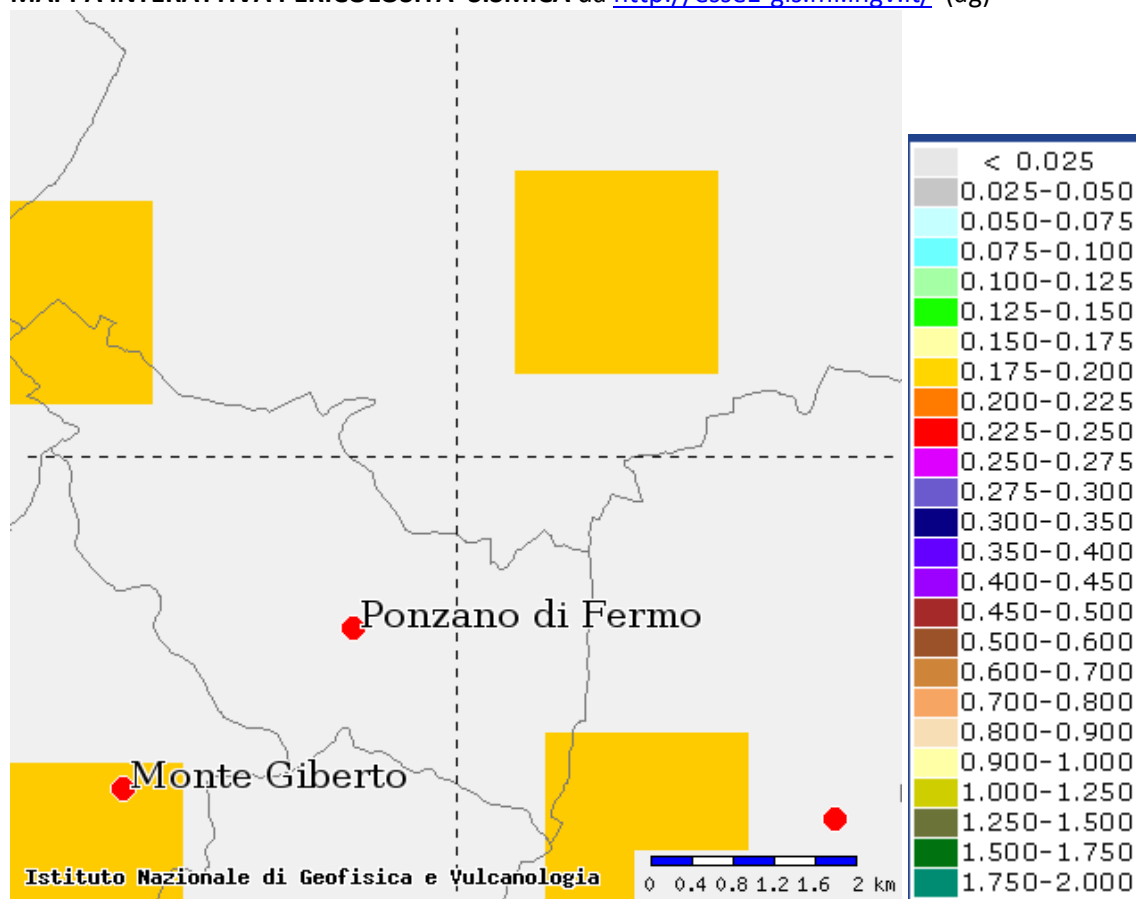
Geostru

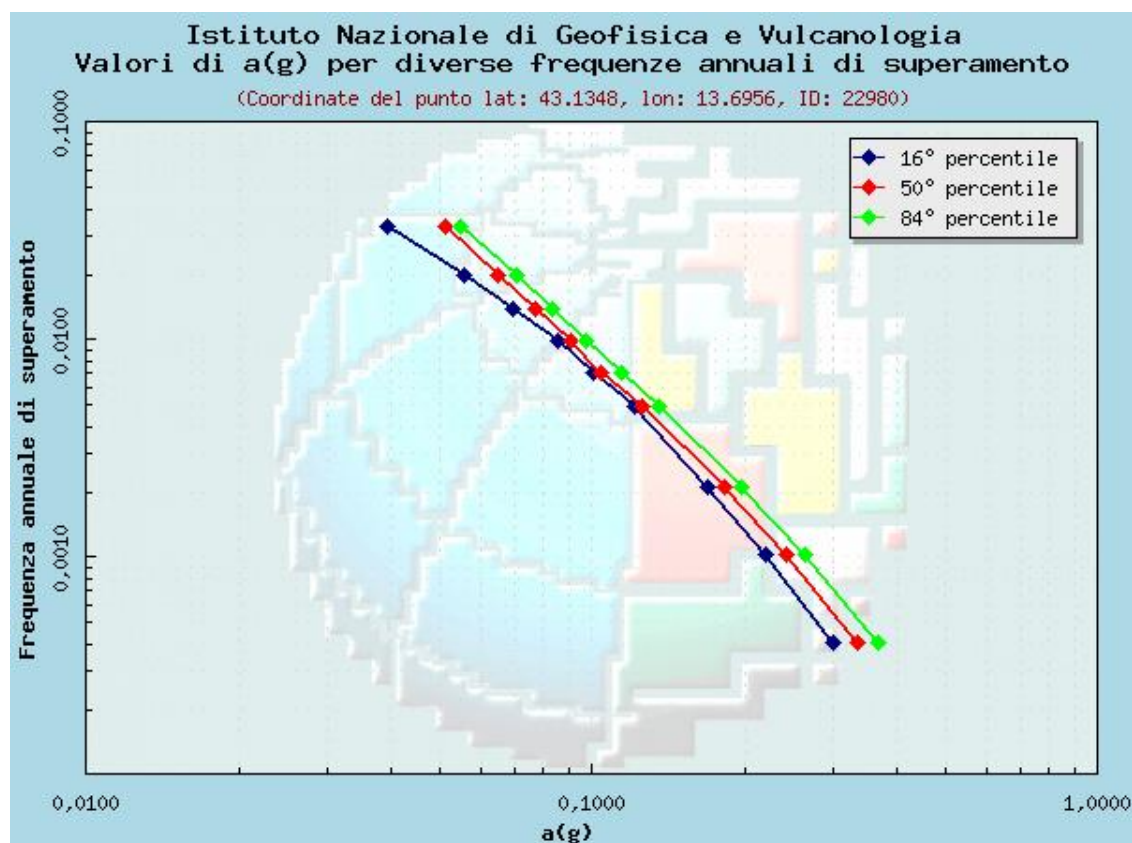
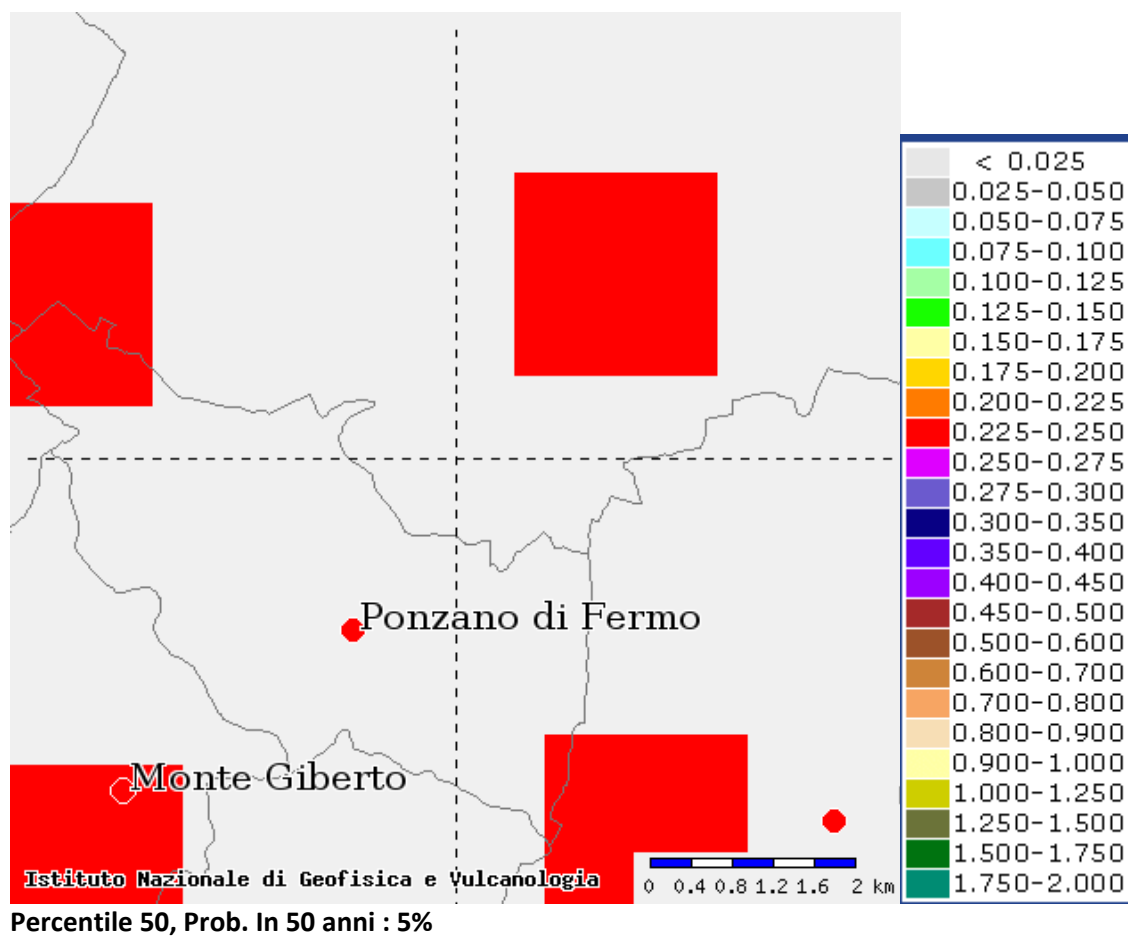
Coordinate WGS84

latitudine: 43.120212

longitudine: 13.675075

MAPPA INTERATTIVA PERICOLOSITA' SISMICA da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (ag)





Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 43.1348, lon: 13.6956, ID: 22980)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2988	0.3346	0.3667
0.0010	0.2195	0.2418	0.2624
0.0021	0.1696	0.1825	0.1978
0.0050	0.1210	0.1253	0.1349
0.0071	0.1002	0.1040	0.1137
0.0099	0.0853	0.0903	0.0973
0.0139	0.0698	0.0774	0.0833
0.0200	0.0556	0.0651	0.0705
0.0333	0.0392	0.0512	0.0549

CONSIDERAZIONI

Per quanto riguarda nel dettaglio l'area di interesse, ubicata all'interno del territorio comunale di Fermo, risultano limitrofe almeno due sorgenti sismogenetiche in grado di provocare, a seguito di attivazione, danni significativi. Ne consegue che gli effetti di terremoti appenninici nell'area della Provincia di Fermo, Macerata, Ascoli Piceno e Teramo per l'intervento in esame siano significativi. Dall'ulteriore approfondimento in merito, illustrato nei paragrafi che analizzano il Database DISS ver. 3.2.0 dell'INGV e DBMI15 con la storia sismica del Comune e la Pericolosità Sismica del sito espressa come valore di a_g , emerge una Magnitudo massima delle Sorgenti sismotettoniche più vicine, come riportate nel DISS 3.2.0 compresa tra 5.5 e 5.9. in linea con i valori attesi per l'area ed un valore dell'accelerazione massima del suolo compresa tra 0.175 e 0.250.

9.6 ANALISI RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL) MEDIANTE ANALISI 1D

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della Risposta Sismica Locale (RSL) mediante specifiche analisi (v. Risposta sismica e stabilità del sito C7.11.3.1). In assenza di tale analisi, per la definizione dell'azione sismica, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) e sulle condizioni topografiche.

1. Stima dell'accelerazione di base a_g

Stati limite

 Classe Edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...

 Vita Nominale 100

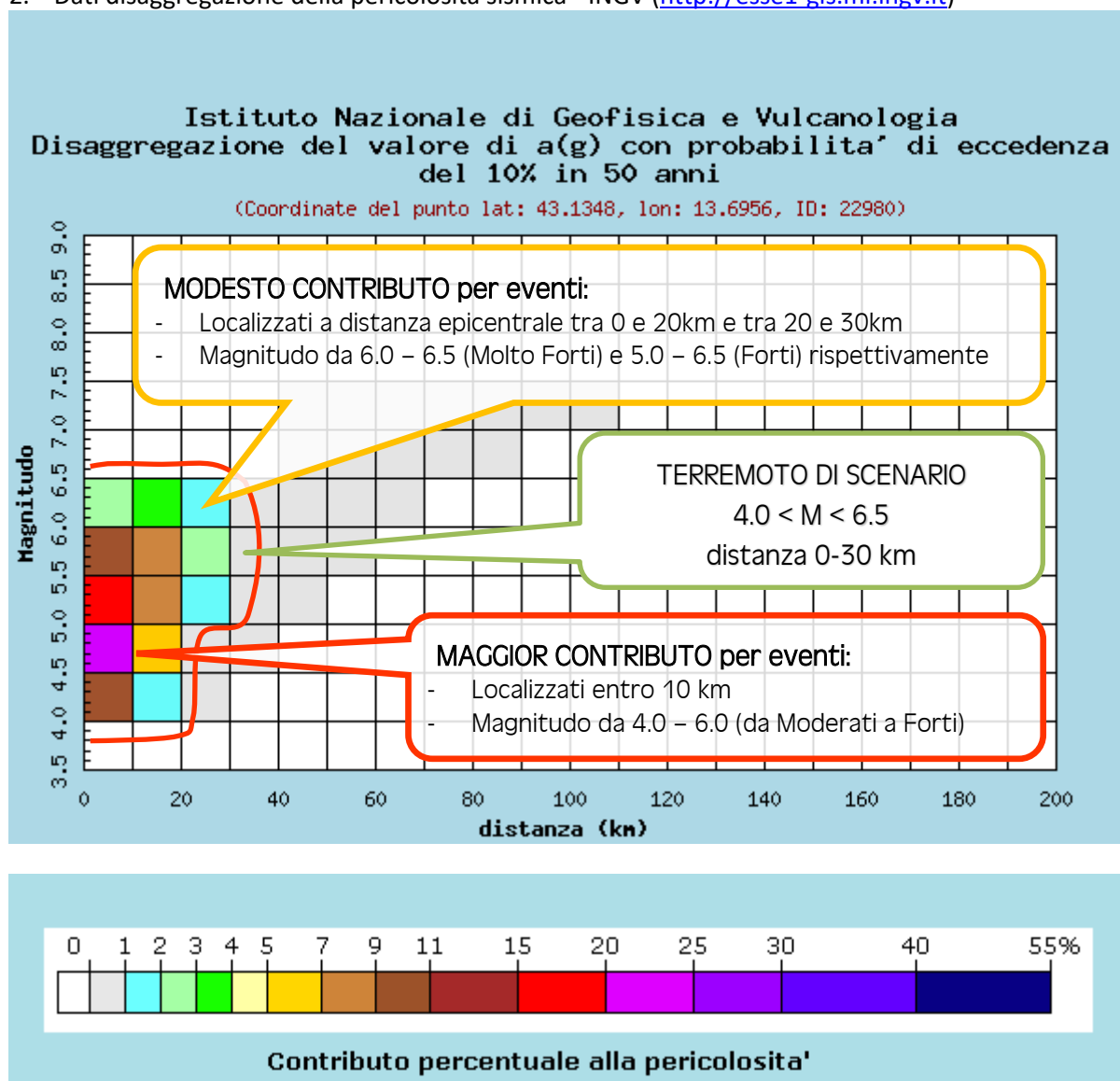
 Interpolazione Media ponderata

CU = 2

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	120	0.099	2.447	0.313
Danno (SLD)	201	0.125	2.438	0.321
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0.298	2.480	0.345
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0.327	2.486	0.348
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	200			

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun SL

2. Dati disaggregazione della pericolosità sismica - INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>)



Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.180	9.660	0.808

Figura 17 – Valori di disaggregazione della pericolosit  sismica

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.1348, lon: 13.6956, ID: 22980)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	10.800	23.600	17.000	10.500	2.590	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.640	6.190	8.050	8.060	3.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.009	0.445	1.630	2.670	1.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.130	0.608	0.505	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.108	0.211	0.112	0.109	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.058	0.119	0.138	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.054	0.088	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.051	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.027	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Terremoti con $6.5 < M < 7.5 = 0,75\%$
distanza tra 40 - 110km

Terremoti con $5.5 < M < 6,5 = 29,74\%$
distanza tra 0 - 70 km

Terremoti con $4.0 < M < 5,5 = 69,51\%$
distanza tra 0 - 50 km

10. ANALISI CLIMATICA

Dal punto di vista climatico di macroarea, la zona in studio relativa alla porzione centrale della penisola italiana è favorita dalla grande massa d'acqua dei mari mediterranei che la circondano quasi da ogni lato. Tali mari costituiscono soprattutto per la Penisola (meno per quelle iberica, balcanica ed anatolica) un benefico serbatoio di calore e di umidità. Determinano infatti, nell'ambito della zona temperata meridionale, un clima particolare detto temperato mediterraneo con differenze locali dovute alla geomorfologia del territorio, che tende a far sentire i suoi effetti mitigatori specie in regime di alta pressione.

Dal punto di vista meteodinamico oltre agli influssi mediterranei il clima italiano risente in parte, a mezzo delle correnti occidentali, specie nelle stagioni intermedie, anche delle dinamiche in seno all'Oceano Atlantico, con le sue perturbazioni che viaggiano da ovest verso est, spinte dalla circolazione zonale e più in generale dalla posizione reciproca, a livello sinottico, dell'Anticiclone delle Azzorre e dell'Anticiclone subtropicale africano (di quest'ultimo in particolare modo). Le arie fredde invernali, che talvolta riescono a inserirsi anche nel contesto del clima dell'Europa meridionale, grazie alle catene montuose delle Alpi e degli Appennini solitamente giocano dei ruoli marginali. L'effetto mitigatore del Mediterraneo si somma a tale condizione con tendenza a rinvigorire, per cessione di calore sensibile e umidità, le perturbazioni da ovest indebolite oppure con formazione di depressione mediterranea o vera e propria ciclogenesi mediterranea.

TIPI DI CLIMA

Nella classificazione di Köppen rientrano sotto la categoria dei climi temperati, indicati con la lettera C in prima posizione, tutti i climi caratterizzati da una temperatura media del mese più freddo compresa tra -3 °C e +18 °C, purché non aridi: sotto la stessa lettera C vengono perciò inclusi climi soggetti al gelo come quello della pianura padana e climi molto più miti come quelli delle coste mediterranee.

Clima temperato subtropicale o mediterraneo secco tendente al subtropicale (Csa tendente a BS): aree costiere della Sicilia, della Sardegna meridionale, della Calabria ionica centrale e meridionale e del Salento ionico. Questo clima si distingue per le precipitazioni scarse (quasi nulle in estate) e molto irregolari.

Clima temperato caldo mediterraneo a siccità estiva (Csa): gran parte della Sardegna, della Sicilia, della Calabria e della Puglia, intera fascia costiera dalla Liguria alla Calabria, intero litorale del Mar Ionio, coste adriatiche da Ancona alla Puglia e più in generale tutte le zone di bassa quota del Centro e del Sud.

La lettera minuscola "s" indica: "il mese più secco, che è estivo, riceve in media una quantità di precipitazioni inferiore a 30 millimetri".

Clima temperato mediterraneo ad estate tiepida, con siccità estiva (Csb, transizione verso Cfb nelle regioni più settentrionali): aree collinari e di bassa montagna di Lazio, Abruzzo, Molise, Campania e Basilicata, monti della Daunia, alto Gargano e bassa montagna di Calabria, Sardegna e Sicilia.

Clima temperato di transizione al mediterraneo (Cfsa): caratteristico dell'immediato entroterra della Liguria a bassa quota, con forti piogge autunnali, inverno abbastanza piovoso e moderata siccità estiva. Secondo il Köppen la "transizione" si estrinseca non tanto nel regime termico, quanto nella comparsa di una differenza notevole di precipitazioni tra l'estate e l'inverno (il mese più secco, estivo, riceve una quantità di precipitazioni inferiore ad un terzo di quella del più piovoso dei mesi invernali, ma sempre superiore a 30 mm): è per questo che tale categoria non comprende l'Emilia-Romagna ed il Piemonte meridionale (Langhe ed Alessandrino), che hanno un'estate moderatamente secca, ma non le abbondanti piogge invernali di tipo mediterraneo. Ad Alessandria, ad esempio, il mese più secco è luglio (32 mm di pioggia) ma in quello più umido invernale (dicembre) cadono 46 mm, mentre a Ferrara il minimo pluviometrico cade in gennaio (39 mm, contro i 44 di luglio).

Clima temperato ad estate calda (Cfa): tipico di Pianura veneto-friulana, delle coste adriatiche da Trieste ad Ancona, della Pianura padana e più in generale le aree di bassa quota del Nord Italia, Marche collinari ed i bassi versanti appenninici che si affacciano sulla Pianura padana. La quota massima oscilla grossomodo tra i

400 metri s.l.m. di alto Piemonte e Prealpi ed i 500 metri di Emilia-Romagna, Oltrepò Pavese, Alessandrino e Langhe. Qui si hanno due massimi pluviometrici, uno in primavera ed uno in autunno, e due minimi, uno in inverno (di solito in gennaio) ed uno in estate (luglio o agosto): l'estate tende ad essere più piovosa dell'inverno nelle zone a nord del Po, mentre nelle terre subappenniniche ed in provincia di Cuneo la differenza si annulla.

Clima temperato ad estate tiepida (Cfb): caratteristico delle colline e degli altopiani del Piemonte al di sopra di circa 400 metri s.l.m. a nord e 500 metri s.l.m. a sud, dell'Appennino Ligure ed Emiliano e dei bassi versanti alpini e prealpini (esclusi quelli più interni).

Clima temperato fresco (Cfc): tipico delle zone prealpine ed appenniniche a quote elevate. Qui le precipitazioni possono essere notevoli: sono frequenti soprattutto nelle stagioni intermedie ma abbondanti anche in estate.

Temperato-freddi

I climi indicati con la lettera iniziale D sono caratterizzati da una temperatura media del mese più freddo inferiore ai -3 °C e sono esclusivi dell'emisfero boreale (nell'emisfero australe, in gran parte oceanico, si passa direttamente dai climi temperati a quelli polari). Sotto la categoria dei "climi polari", indicati con la lettera E, rientrano invece tutti i climi caratterizzati da una temperatura media del mese più caldo sempre inferiore a +10 °C.

Clima temperato freddo d'altitudine (DfH): si trova sui monti dell'arco alpino al di sotto dei 2000-2200 metri s.l.m. (compresi i fondovalle più interni di media altitudine) ed in singole zone appenniniche a quote elevate che godono di una continentalità locale. Esso si distingue per l'inverno lungo, rigido (la temperatura media del mese più freddo è inferiore ai -3 °C) e leggermente secco. Sulle Alpi le precipitazioni sono soprattutto estive, mentre sugli Appennini il regime pluviometrico ricalca quello presente ad altitudini inferiori (con un moderato aumento estivo).

Clima freddo della tundra di altitudine (ETH): arco alpino a quote superiori ai 2000-2200 metri s.l.m. ed alcune cime dell'Appennino, caratterizzato da rigide temperature notturne ed invernali e da precipitazioni soprattutto estive. Il paesaggio varia gradualmente dalle praterie d'alta quota fino ai ghiacciai.

Clima nivale di altitudine (EFH): vette più elevate delle Alpi ricoperte da neve perenne, con quote generalmente superiori ai 3.500 metri s.l.m.

ELIOFANIA

In base alle carte sull'eliofania[5][6] e sulla radiazione solare globale[7] in Italia, le aree che presentano i valori maggiori sono le coste della Sardegna, la fascia costiera occidentale e meridionale della Sicilia, tutta la Puglia a sud di Bari e le fasce costiere dell'Arcipelago Toscanomeridionale: tutte queste zone presentano valori superiori alle 2600 ore di sole all'anno, con una media superiore alle 7 ore giornaliere.

Ricevono mediamente tra le 2400 e le 2600 ore di sole all'anno (tra le 6,5 e le 7 ore giornaliere) la fascia costiera settentrionale ed orientale della Sicilia, le zone più interne della Sardegna, l'intero litorale occidentale peninsulare a sud di Livorno, comprese le aree pianeggianti e collinari dell'entroterra, il litorale jonico tra Calabria e Basilicata, le zone interne della Lucania, le coste adriatiche di Molise e l'intera Puglia settentrionale.

Valori tra 2200 e 2400 ore di sole all'anno (tra le 6 e le 6,5 ore giornaliere) si registrano nelle aree più interne della Sicilia, in alcuni tratti del litorale jonico calabrese e nelle corrispondenti zone interne, lungo le coste adriatiche dell'Abruzzo, in Liguria, Versilia, zone interne della Toscana settentrionale ed orientale, in Umbria e nell'entroterra del Basso Lazio e della Campania.

Tutte le altre zone a nord della linea immaginaria trasversale obliqua, tracciata tra la zona immediatamente a Nord della città di Genova e il confine tra Marche e Abruzzo, fanno registrare valori medi annui che non raggiungono le 2200 ore, ovvero inferiori alle 6 ore giornaliere.

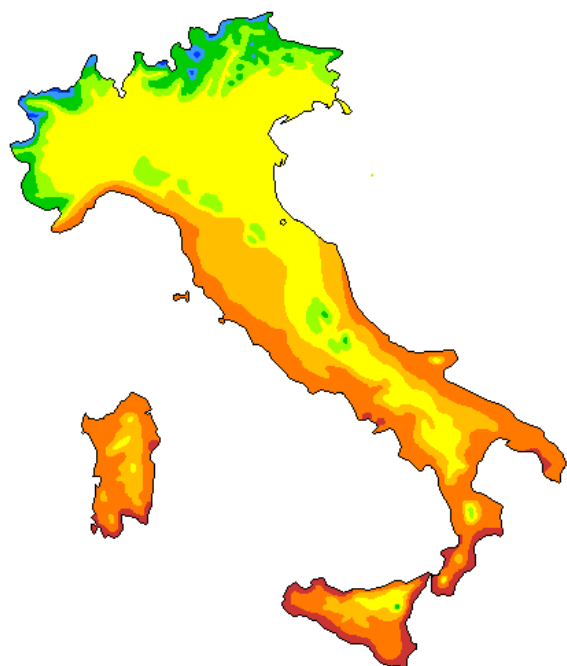
I valori medi annui più elevati nella rete di stazioni piranometriche relativi alla radiazione solare globale sono superiori ai 18 MJ/m² ed interessano la parte meridionale e l'estremità sud-orientale della Sicilia.

Valori medi annui compresi tra i 16 e i 18 MJ/m² si registrano su gran parte della Valle d'Aosta, sull'estremità occidentale alpina del Piemonte, sull'isola di Pianosa, sulle aree costiere e sublitoranee del medio e Basso Lazio, sulla Puglia centro-meridionale, sulla Calabria, sulla Sardegna e su gran parte della Sicilia (comprese le isole di Ustica, Pantelleria e Lampedusa).

Valori medi annui compresi tra i 14 e i 16 MJ/m² interessano la Liguria di ponente, gran parte della Toscana e del Lazio centro-settentrionale, gran parte delle Marche, dell'Abruzzo e del Molise, la Campania, la Basilicata, la Puglia settentrionale e la Sardegna nord-orientale.

Valori medi annui compresi tra i 12 e i 14 MJ/m² si verificano sul Piemonte centro-orientale, sulla Liguria di levante, sulla Lombardia, sul Trentino-Alto Adige, sul Veneto, sul Friuli-Venezia Giulia, su gran parte dell'Emilia-Romagna e sulla dorsale appenninica tra l'Emilia, la Toscana, l'Umbria, le Marche e il Lazio.

Valori medi annui inferiori ai 12 MJ/m² si registrano su un'area dell'Appennino Tosco-Emiliano che comprende le vette più alte.



Carta dei climi d'Italia secondo Mario Pinna
Climi temperati (ricadono nel tipo C di Köppen ma seguono una classificazione diversa)

- subtropicale
- temperato caldo
- sublitoraneo
- mediterraneo continentale
- temperato fresco
- Clima temperato-freddo (tipo D di Köppen)
- temperato freddo
- Climi freddi (tipo E di Köppen)
- freddo
- glaciale



Carta della nuvolosità media annua in Italia
(in Okta)

- < 2.750 okta
- 2.750 - 3.000 okta
- 3.000 - 3.250 okta
- 3.250 - 3.500 okta
- 3.500 - 3.750 okta
- 3.750 - 4.000 okta
- 4.000 - 4.250 okta
- 4.250 - 4.500 okta
- > 4.500 okta

Clima italiano per macroaree

Centro e Sud

Scendendo lungo la penisola, a parità di altitudine, il clima si va via più mite e progressivamente più secco avvicinandosi alla regione del Nord Africa e all'influsso dell'anticiclone subtropicale africano divenendo tipicamente mediterraneo lungo la fascia costiera, temperato nell'immediato entroterra e continentale nella fascia appenninica. Tuttavia

sussistono delle differenze tra il versante tirrenico e quello adriatico per effetto della catena appenninica che separa due mari, il Tirreno e l'Adriatico, di differente estensione. Per effetto dei venti, il clima di cui gode il versante tirrenico è infatti alquanto diverso dal clima che interessa quello adriatico.

Versante tirrenico e versante adriatico

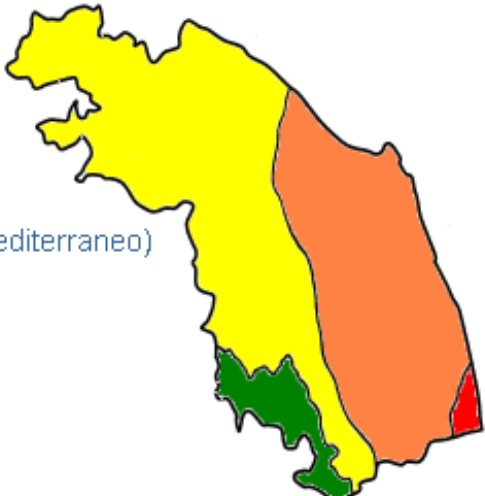
Di fatto la catena appenninica tende a bloccare/esuare le perturbazioni che vengono da ovest per effetto stau generando a sua volta fohn sul versante sottovento al punto che sul versante adriatico le piogge sono generalmente più scarse. Un fenomeno analogo, ma di segno contrario, accade anche per le temperature che, a parità di latitudine, sono più basse lungo l'Adriatico (mare chiuso e poco profondo) che lungo le coste occidentali. La differenza che si riscontra nei valori termici dei due versanti tende però a ridursi, procedendo da nord verso sud. A Genova la temperatura media di gennaio risulta di oltre 4 °C più alta che a Rimini (+8,0 °C contro +3,9 °C), a Bari e a Napoli le medie invernali sono invece molto simili. In autunno e inverno l'alto versante Adriatico (Romagna, Veneto e Friuli-Venezia Giulia) risente degli sbuffi freddo-umidi della Pianura Padana orientale e della Pianura veneto-friulana.

Va inoltre rilevato che la minore azione mitigatrice dell'Adriatico si fa ancor più evidente allontanandosi dalla costa. L'influsso mitigatore dell'Adriatico tende infatti a ridursi in modo significativo procedendo, anche di pochissimi chilometri, verso l'interno, mentre quello del Tirreno penetra più profondamente nell'entroterra: Roma, posta ad oltre 20 km in linea d'aria dal litorale, risente ancora in pieno degli effetti mitigatori, anche se rispetto alla fascia strettamente litoranea dell'Agro Romano la pianura attorno a Roma ha valori medi lievemente più bassi e registra un numero sensibilmente maggiore di gelate notturne.

Il divario tra i quantitativi annui di precipitazioni rimane invece piuttosto costante, con valori che tendono a mantenersi più alti ad ovest anche all'estremo sud della penisola italiana. L'unica eccezione interessa la fascia costiera della Maremma che registra valori pluviometrici minori rispetto alle corrispondenti aree litoranee delle Marche, grazie alle non lontane catene montuose della Corsica e dell'Isola d'Elba che deviano e/o attenuano le perturbazioni atlantiche in transito da WNW verso ESE e alla contemporanea relativa lontananza della dorsale appenninica, senza che vi siano frapposti sistemi montuosi particolarmente organizzati esposti ai venti umidi atlantici.

Nel periodo invernale la costa adriatica è molto più soggetta ai venti da nord-est (grecale e burian) provenienti dai Balcani o dalla Russia con tipico effetto da stau della catena appenninica arricchendosi di umidità dall'Adriatico, al punto che a basse quote la neve compare molto più facilmente sul versante adriatico che su quello tirrenico. Un volta scavalcata la catena appenninica ad ovest sul Tirreno tali venti risultano più

miti e secchi per effetto fohn. Lo stesso effetto può verificarsi in regime di venti occidentali sul versante adriatico. Particolarmente piovoso risulta essere il subappennino laziale e le coste della Campania soggetta a volte ad alluvioni.

- 
- Temperato caldo (mediterraneo)
 - Sublitoraneo
 - Subcontinentale
 - Temperato fresco

Estratta da:
"L'inquadrimento dei climi italiani nella classificazione del Köppen, secondo M. Pinna (dalla Pubbl. n. 21 del Servizio Idrografico – Roma 1969)"

Dati di inquadramento climatico dal Geoportale Nazionale

- Carta Fitoclimatica







Il quadro fitoclimatico dell'area di interesse è stato analizzato attraverso le cartografie disponibili presso il Geoportale Nazionale al seguente link: <http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>



In particolare l'area in esame ricade nel Clima Mediterraneo oceanico-semicontinentale del medio e basso Adriatico.




Figura 18 – Carta fitoclimatica da Geoportale Nazionale



CLASSE

-  Clima mediterraneo oceanico debolmente di transizione presente nelle pianure alluvionali del medio e alto Tirreno; presenze significative nelle aree interne delle isole maggiori (Mesomediterraneo subumido)
-  Clima mediterraneo oceanico delle pianure alluvionali del medio e basso Tirreno e dello Ionio; presente anche nella L- zona orientale della Sicilia (Termomediterraneo/Mesomediterraneo subumido)
-  Clima mediterraneo oceanico dell'Italia meridionale e delle isole maggiori, con locali presenze nelle altre regioni tirreniche (Termomediterraneo/Mesomediterraneo/Inframediterraneo secco/subumido)
-  Clima mediterraneo oceanico di transizione delle aree di bassa e media altitudine del Tirreno, dello Ionio e delle isole maggiori al contatto delle zone montuose (Mesomediterraneo/Termotemperato umido/subumido)
-  Clima mediterraneo oceanico-semicontinentale del medio e basso Adriatico dello Ionio e delle isole maggiori; discreta presenza anche nelle regioni del medio e alto Tirreno (Mesomediterraneo/termomediterraneo secco-subumido)
-  Clima semicontinentale-oceanico di transizione delle valli interne dell'Appennino centro-meridionale

-  Clima temperato dell'Italia settentrionale, presente nelle pianure alluvionali orientali e nelle pianure e valli moreniche della parte centrale (Mesotemperato/Supratemperato umido)
-  Clima temperato oceanico del settore alpino, centrale ed occidentale, localmente presente nelle alte montagne dell'appennino e della Sicilia (Criorotemperato ultraiperumido/iperumido)
-  Clima temperato oceanico di transizione ubicato prevalentemente nei rilievi pre-appenninici e nelle catene costiere ben rappresentato anche nei rilievi di Sicilia e Sardegna (Mesotemperato/Mesomediterraneo umido/iperumido)
-  Clima temperato oceanico localizzato lungo tutto l'arco Appenninico e localmente nelle Alpi liguri. Presente anche nelle aree più elevate delle isole (Supratemperato/Mesotemperato iperumido/umido)
-  Clima temperato oceanico ubicato in tutto il settore alpino (Orotemperato iperumido)
-  Clima temperato oceanico ubicato prevalentemente lungo l'appennino centro-meridionale, nella catena costiera calabrese e nelle alte montagne della Sicilia e Sardegna (Supratemperato iperumido)
-  Clima temperato oceanico ubicato prevalentemente lungo tutta la dorsale appenninica e localmente nelle alte montagne della Sicilia (Supratemperato ultraiperumido-iperumido)
-  Clima temperato oceanico/semicontinentale di transizione dell'entroterra marchigiano, abruzzese e toscano; presente nelle aree a contatto con i primi contrafforti in Liguria (Mesotemperato/Mesomediterraneo subumido)
-  Clima temperato oceanico-semicontinentale delle aree collinari interne dell'Italia centrale (Mesotemperato subumido/umido)
-  Clima temperato oceanico-semicontinentale di transizione delle aree costiere del medio Adriatico, delle pianure interne di tutto il pre-appennino e della Sicilia (Mesotemperato-Mesomediterraneo umido-subumido)
-  Clima temperato oceanico-semicontinentale localizzato nelle pianure alluvionali del medio Adriatico, sui primi rilievi di media altitudine del basso Adriatico, nelle vallate interne dell'Italia centro-settentr. ed in Sardegna (Mesotemp. umido/subumido)
-  Clima temperato oceanico-semicontinentale ubicato prevalentemente lungo l'appennino centro-settentrionale e localmente lungo le alpi liguri (Supratemperato iperumido/ultraiperumido)
-  Clima temperato oceanico-semicontinentale ubicato prevalentemente nel pre-appennino adriatico e nelle zone montuose interne tirreniche; localmente presente nelle aree montuose della Sardegna (Supratemperato/Mesotemperato umido/iperumido)
-  Clima temperato semicontinentale delle valli interne dell'Appennino centro-settentrionale e Alpi occidentali (Supratemperato umido-subumido)
-  Clima temperato semicontinentale localizzato principalmente nelle vallate alpine occidentali e centrali (Supratemperato umido/iperumido)
-  Clima temperato semicontinentale ubicato prevalentemente nel settore alpino occidentale ed orientale (Supratemperato/Orotemperato umido-subumido/iperumido)
-  Clima temperato semicontinentale-oceanico del settore prealpino ed alpino (Supratemperato /Orotemperato iperumido-ultraiperumido)
-  Clima temperato semicontinentale-oceanico localizzato prevalentemente nelle aree di media altitudine di tutto l'arco appenninico con esposizione adriatica (Supratemperato/Mesotemperato umido)
-  Clima temperato semicontinentale-subcontinentale localizzato esclusivamente nell'Italia settentrionale. Nella parte occidentale e centrale in aree di lieve altitudine, in pianura nella parte orientale (Supratemperato iperumido/umido)

-  Clima temperato subcontinentale dell'Italia settentrionale, presente nella media e alta Pianura Padana, nelle pianure moreniche occidentali e localmente orientali (Supratemperato/Mesotemperato umido-subumido)
-  Clima temperato subcontinentale della Pianura Padana e delle pianure alluvionali contigue (Supratemperato umido-subumido)
-  Clima temperato subcontinentale/semicontinentale delle pianure alluvionali dell'Italia settentrionale e delle aree collinari interne del medio-alto Adriatico (Supratemperato/Mesotemperato umido-subumido)

- Carta Ecopedologica

Dall'analisi della cartografia ecopedologica l'area in studio è caratterizzata da:

Rilievi collinari - Colline prevalentemente argillose e argilloso-limose - Calcaric Cambisol - Haplic Calcisol - Calcaric Regosol

Figura 19 – Carta ecopedologica da Geoportale Nazionale



Caratteristiche climatiche di dettaglio dell'area in studio

Per la caratterizzazione climatica della zona in esame sono stati analizzati i dati di monitoraggio della centralina a servizio della discarica della ditta Fermo ASITE S.u.r.l. sita in Loc. S. Biagio di Fermo, correlati ed integrati con i dati della stazione meteorologica urbana di Fermo. I dati reperiti dalla stazione meteorologica urbana di Fermo sono visionabili online al sito <http://www.meteofermo.com/>. Ulteriori approfondimenti sul clima su arco temporale 1961-2000 sono stati raccolti e consultati dal portale dell'ASSAM Regione Marche e dal portale dell'ENEA dei quali portali si riportano gli estratti regionali (ASSAM) e i dati climatici caratteristici

per la stazione urbana di Fermo (ENEA). Inoltre un quadro climatico generale è stato dedotto dai dati open source raccolti e sintetizzati dal portale <https://it.climate-data.org/info/sources/> di seguito riportati.

PRECIPITAZIONI

Dall'analisi delle precipitazioni sulla base dei dati 1961-2000 dell'Assam risulta che la precipitazione totale media trentennale (mm) risulta pari a:

Trentennio	Prec. totale (mm)	Anomalia (%)
1961-1990	845	-
1971-2000	820	-3,0
1981-2010	799	-2,5

Dai dati elaborati dalla stazione presente all'interno della ditta ASrTE è subito riscontrabile come negli ultimi anni vi siano state delle evidenti anomalie rispetto ai dati storici ed in particolare:

- nell'anno 2011 la precipitazione annua è stata di soli 677,8 mm con addirittura 223,2 mm concentrati nel mese di marzo (periodo noto perché collegati ad un'importante alluvione che ha interessato l'intera Regione Marche);
- l'anno 2013 è stato più piovoso rispetto alla norma, con un totale di precipitazione di ben 936 mm e quindi di circa 115 mm superiore alla media degli ultimi 50 anni.

TEMPERATURE

Dall'analisi dei dati ASSAM si evince che il 2013 è stato un anno caldo rispetto alla norma, con una temperatura media di 13,8°C ed una differenza di +0,6°C rispetto al periodo di riferimento 1961-2000 (l'ultimo anno più freddo, il 2005, -0,5°C rispetto al quarantennio). Anche il 2013 ricalca quindi la linea del progressivo riscaldamento che la nostra regione sta subendo da qualche decennio a questa parte così come dimostra l'andamento crescente delle temperature trentennali a partire dal 1961:

Trentennio	Temp. media (°C)	Anomalia (°C)
1961-1990	13,1	-
1971-2000	13,3	+0,2°C
1981-2010	13,6	+0,3°C

VENTO

I dati forniti dalla ditta ASITE riguardano il periodo temporale compreso tra il giorno 01/01/2012 e il giorno 22/09/2013; si sottolinea che la centralina di monitoraggio purtroppo non ha funzionato dal 06/09/2012 al 18/02/2013. Il numero totale delle osservazioni registrate nel periodo sopra indicato è di 465. I sensori sono posti a 10 metri dal suolo. I dati sono stati organizzati in base alle seguenti direzioni e classi di velocità del vento.

Direzioni

- Provenienza da Nord (Inferiore a 22,5° e Superiore a 337,5°)
- Provenienza da Nord-Est (Compresa tra 22,5° e 67,5°)
- Provenienza da Est (Compresa tra 67,5° e 112,5°)
- Provenienza da Sud-Est (Compresa tra 112,5° e 157,5°)
- Provenienza da Sud (Compresa tra 157,5° e 202,5°)
- Provenienza da Sud - Ovest (Compresa tra 202,5° e 247,5°)
- Provenienza da Ovest (Compresa tra 247,5° e 292,5°)
- Provenienza da Nord - Ovest (Compresa tra 292,5° e 337,5°)

Classi di vento

- Calma di vento, per velocità inferiori o uguali a 0,3 m/s;
- Bava di vento o brezza leggera, per velocità comprese tra 0,3 m/s e 3,3 m/s;
- Brezza, per velocità superiori o uguali a 3,3 m/s e inferiori a 5,4 m/s;
- Brezza vivace, per velocità superiori o uguali a 5,4 m/s e inferiori a 7,9 m/s;
- Brezza tesa, per velocità superiori o uguali a 7,9 m/s e inferiori a 10,7 m/s;
- Venti o oltre, per velocità uguali o superiori a 10,7 m/s.

Direzione	Percentuale	N.ro eventi
N	20.4	92.82
NE	8.4	38
E	7.3	33
SE	5.6	25
SE	6.2	28
SW	11.4	52
W	31	141
NW	9.7	44

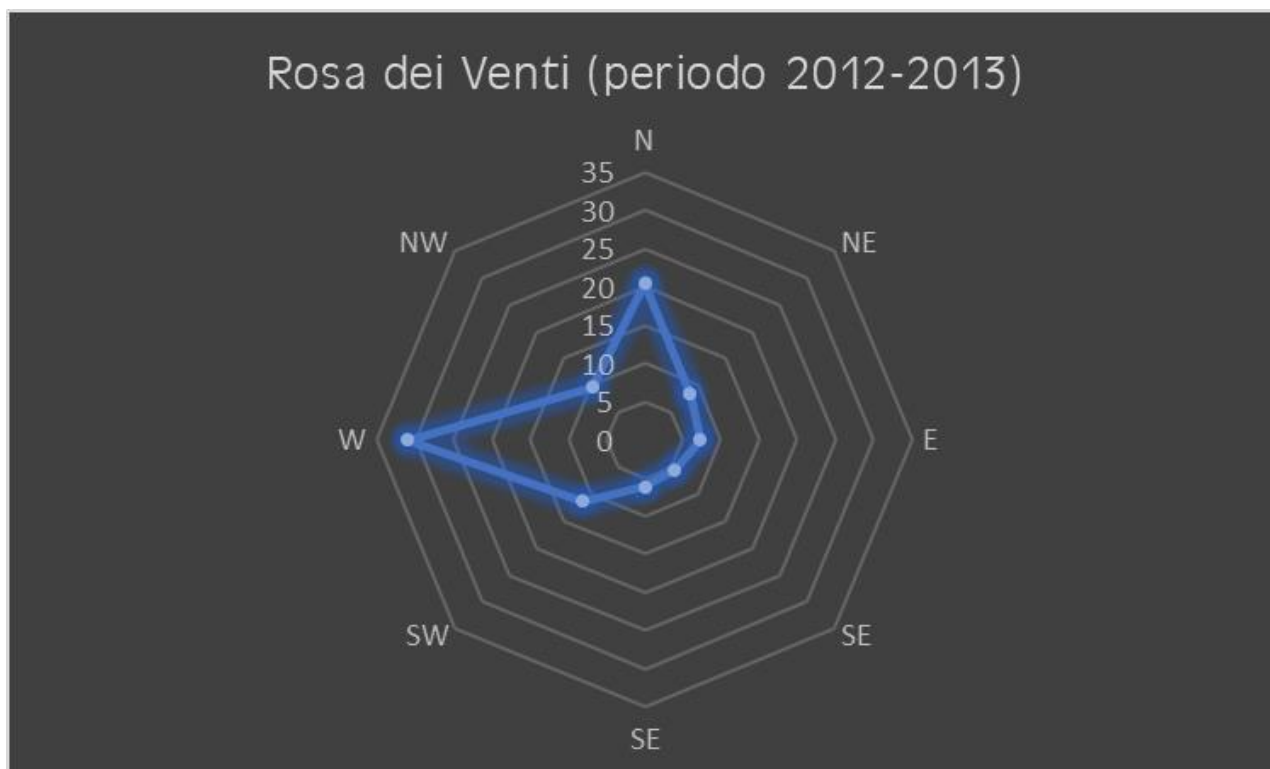


Figura : Rosa dei venti (Totale eventi = 465, Numero calme di vento riscontrate = 10)

Velocità del Vento:

L'elaborazione dei dati ha evidenziato una predominanza della provenienza da Nord e Ovest. La velocità media per il Nord è in regime di bava di vento, in quanto pari a 0,9 m/s, mentre da Ovest la velocità media osservata è pari a 2,7 m/s, quindi in regime di brezza leggera. Si sottolinea inoltre che oltre il 90% dei dati di velocità si colloca ad un livello inferiore a 3,3 m/s.

Se si confrontano i risultati riportati con la mappa del vento sulle Marche a 25 m di quota relativa, messa a disposizione dal CESI, si trova conferma di quanto detto: quasi tutto il territorio marchigiano mostra una

velocità media annua compresa fra 3 e 4 m/ s fatta eccezione per alcune aree montane in cui si riscontrano velocità di 5 ed anche 6 m/ s.

Comunque in relazione alla direzionalità del vento si nota una direzione principale del vento da ovest, con direzioni secondarie posizionate a nord-ovest e ad sud-est. Questo è coerente con la direzione del vento sinottica alla scala europea, caratterizzata dalla prevalenza della circolazione ovest-est con componente zonale.

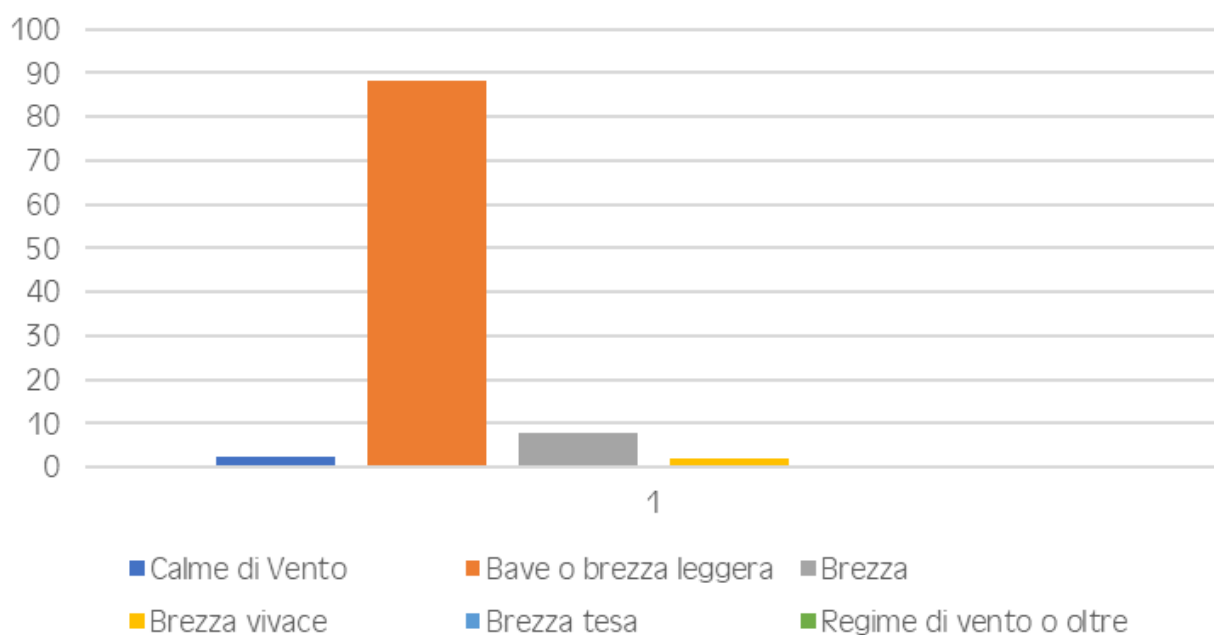
Nella Marche il fenomeno può considerarsi particolarmente accentuato, dal fatto che i venti da ovest umidi di libeccio che colpiscono la costa tirrenica, subiscono un effetto favonico attraversando la catena montuosa degli Appennini ed incanalandosi nelle vallate che degradano verso l'Adriatico ormai secchi: soffiano quindi particolarmente intensi Etro al litorale, determinando la componente principale del vento.

L'area in esame si trova poco distante dalla linea di costa del Mare Adriatico e risulta quindi essere anche influenzato dal regime ventoso connesso alle brezze marine e alle brezze di terra.

Il regime delle brezze necessita di situazioni di alta pressione e caldo estivo per instaurarsi in maniera ben definita. Il fenomeno consiste in un ciclo giornaliero dei venti caratterizzato da una direzione di provenienza dal mare nelle ore diurne e da una direzione contraria, quindi dalla terra, nelle ore notturne.

Classe	Percentuale
Calme di Vento	2.2
Bave o brezza leggera	88
Brezza	7.7
Brezza vivace	1.9
Brezza tesa	0.2
Regime di vento o oltre	0

Classi di Velocità del Vento in Percentuale



Analisi climatica fonte Enea territorio comunale di Fermo (FM)

FERMO (AP)				altitudine: 319 m s.l.m.	
zona climatica: D		gradi-giorni: 1955		coordinate: 43°10' 13°43'	
località: capoluogo				altitudine: 280 m s.l.m.	
area climatica: 3F				coordinate: 43°9' 13°43'	

Profilo climatico

M FRED FREDD COMFO CALDO MCALD

Mese

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

MFRED

FREDD

COMFO

CALDO

MCALD

5

2

3

2

0

RISC

7

3

RAFF

2

TEMPERATURE MENSILI

MESE	MIN		MAX		MED
	MED	ESTR	MED	ESTR	
1	2.8	-4.0	7.5	15.0	5.2
2	3.3	-4.0	8.4	15.6	5.9
3	5.4	-2.0	11.0	18.0	8.2
4	9.2	3.0	15.2	21.0	12.2
5	13.1	6.0	19.6	26.5	16.3
6	17.0	10.0	24.0	30.0	20.5
7	19.7	14.0	27.1	31.7	23.4
8	19.7	14.0	27.2	32.6	23.5
9	16.9	11.0	23.4	28.6	20.2
10	11.9	7.0	17.4	22.6	14.6
11	7.6	0.8	12.0	18.0	9.8
12	4.8	-1.0	9.3	15.0	7.1
Anno	11.0	-4.0	16.8	32.6	13.9

SOLE E NUVOLE

MESE	ELIOF	RADIAZ	NUVOL	GSR
1		6.2	7	10
2		9.3	6	11
3		13.7	6	12
4		17.7	5	15
5		21.5	4	17
6		23.4	3	20
7		23.4	2	26
8		20.0	2	24
9		15.4	3	20
10		10.6	5	14
11		6.6	7	8
12		5.1	7	9
Anno		5271	4.8	186

VENTO

MESE	DIREZ PREV	GVEN	V MED	V MAX
1		18	5.8	9.0
2		16	5.8	8.5
3		17	5.5	7.9
4		15	5.3	7.6
5		15	5.5	8.1
6		12	5.4	8.0
7		12	5.4	8.0
8		11	5.0	7.1
9		15	5.3	8.2
10		14	5.1	7.8
11		18	5.9	8.7
12		17	5.6	8.6
Anno		180	5.5	9.0

PRECIPITAZIONI

MESE	PRECIP	GPIOV
1	95	9
2	93	10
3	123	10
4	79	8
5	91	9
6	85	7
7	62	5
8	49	5
9	82	6
10	121	9
11	150	12
12	134	8
Anno	1164	98

UMIDITA'

MESE	UR MIN	UR MAX
1	80	87
2	77	86
3	77	85
4	73	83
5	66	77
6	66	75
7	60	71
8	63	73
9	69	79
10	75	85
11	82	90
12	82	90
Anno	60	90

Temperature

°C

GSR

numero di giorni sereni

Radiazione giornaliera

MJ/m²

GVEN

numero di giorni ventosi

Eliofania

ore e decimi di ora

GPIOV

numero di giorni piovosi

Nuvolosità

decimi di cielo coperto

Velocità

m/s

Precipitazioni

mm/mese

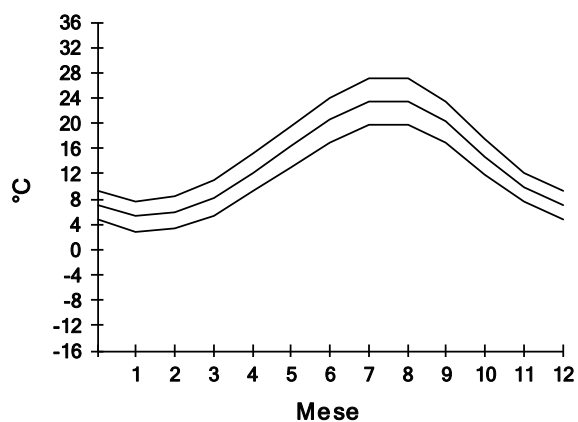
Umidità relativa

%

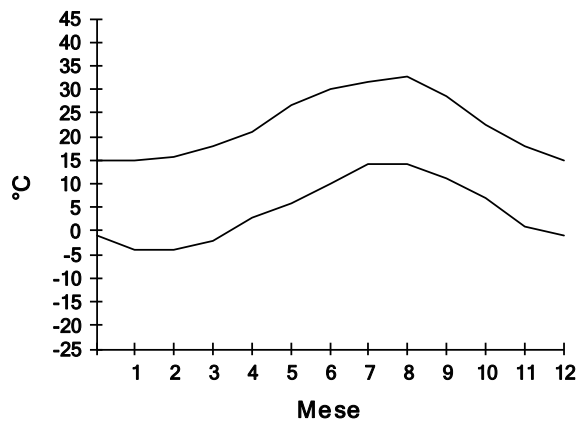
FERMO (AP)

capoluogo

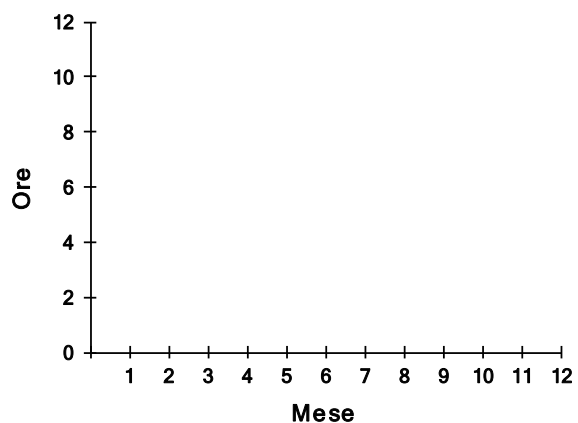
Temperature medie



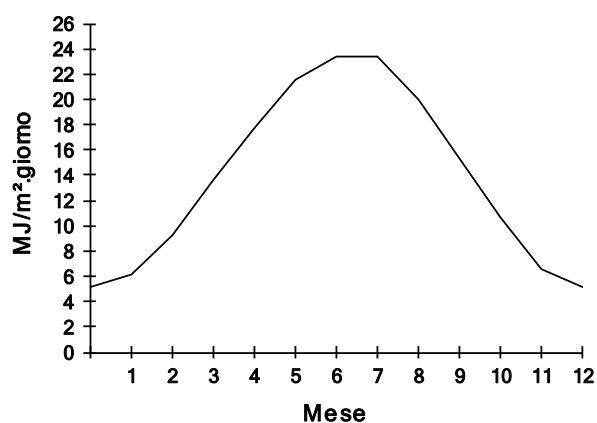
Temperature estreme



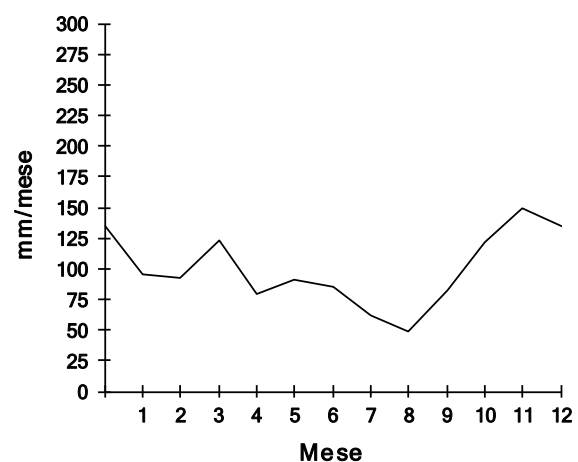
Eliofania



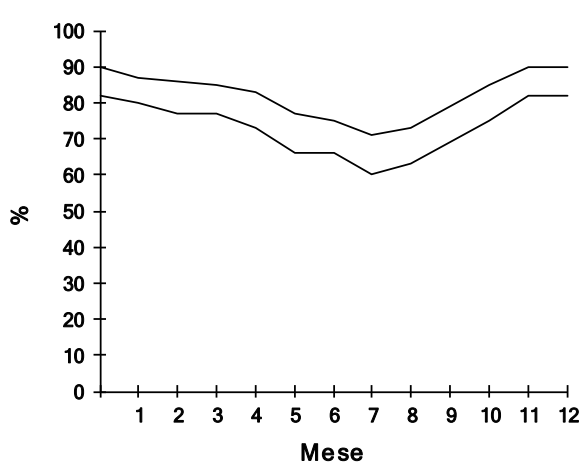
Radiazione



Precipitazioni



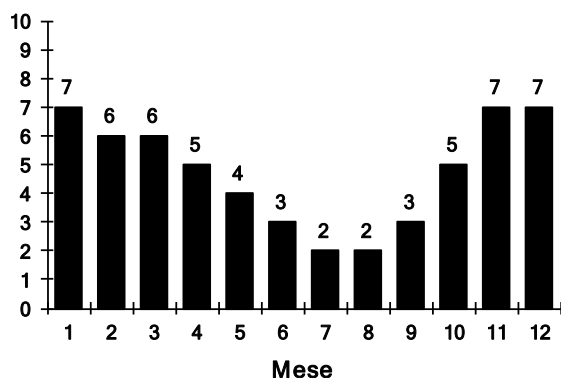
Umidità relativa



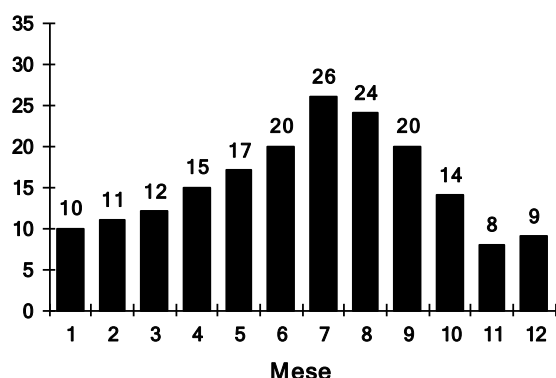
FERMO (AP)

capoluogo

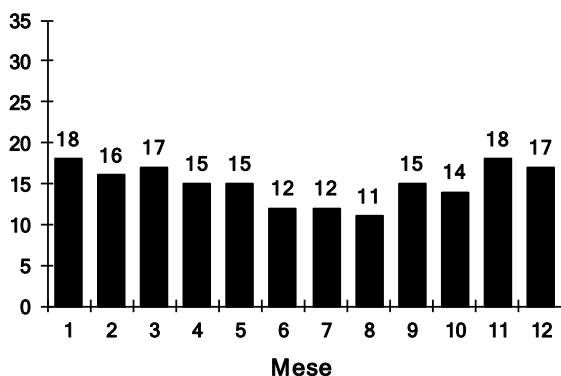
Nuvolosità (decimi)



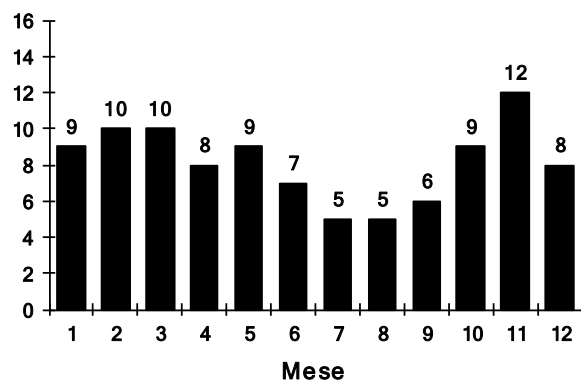
Giorni sereni



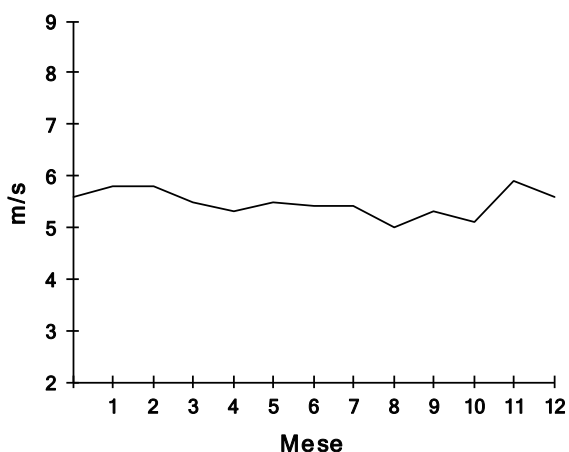
Giorni ventosi



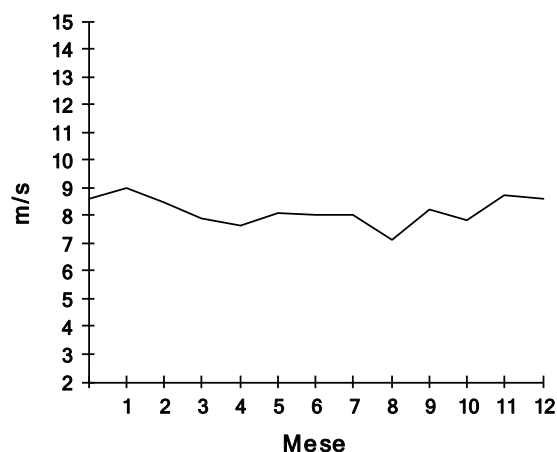
Giorni piovosi



Vento medio



Vento massimo

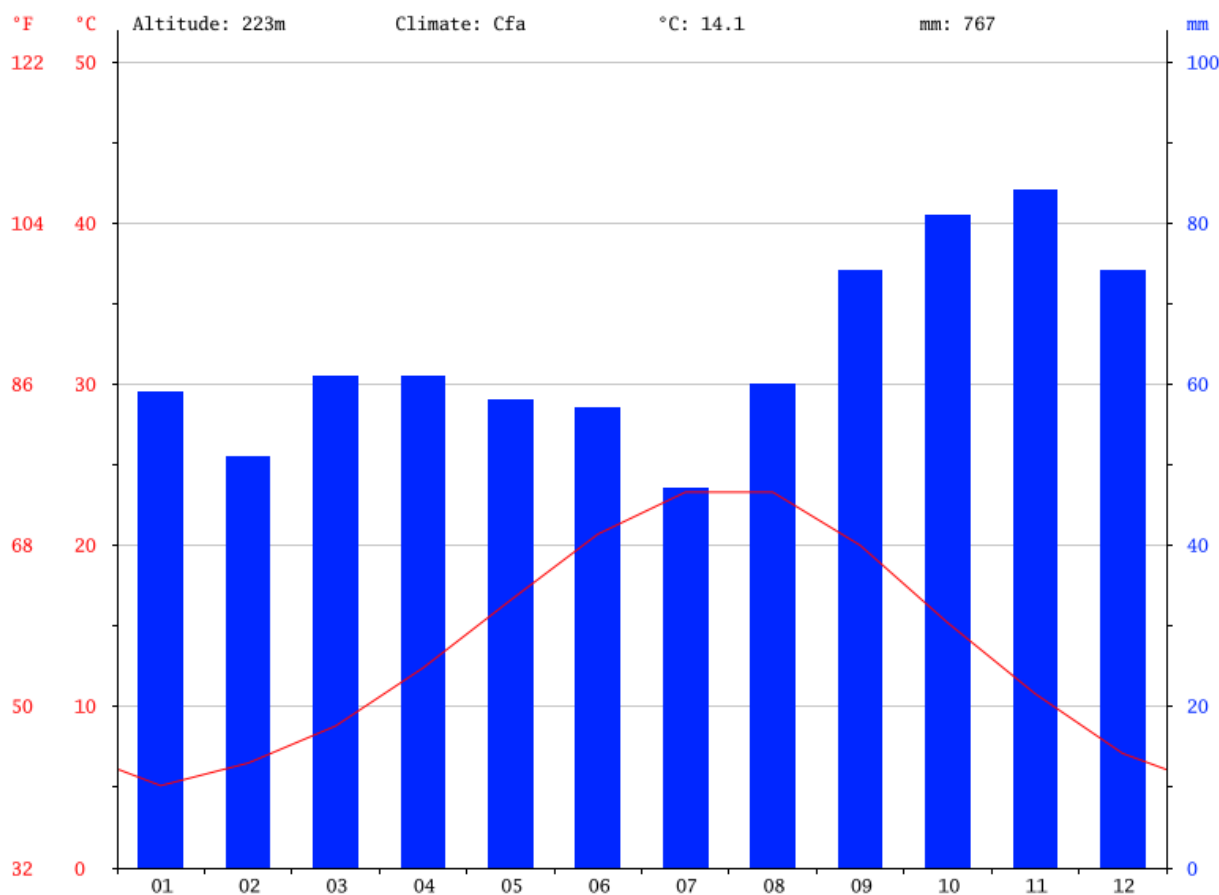


DATI CLIMA: FERMO**CLIMATE-MODEL BY CLIMATE-DATA.ORG**

Il Quadro climatico dell'area fermiana è stato analizzato anche attraverso il modello climatico derivante da più di 220 milioni di data points con risoluzione di 30 secondi di arco. Il modello fruibile dal portale <https://it.climate-data.org/info/sources/> utilizza i dati meteorologici provenienti da centinaia di stazioni meteorologiche nel periodo 1982 – 2012 aggiornate localmente in relazione all'area in analisi e la stazione di riferimento.

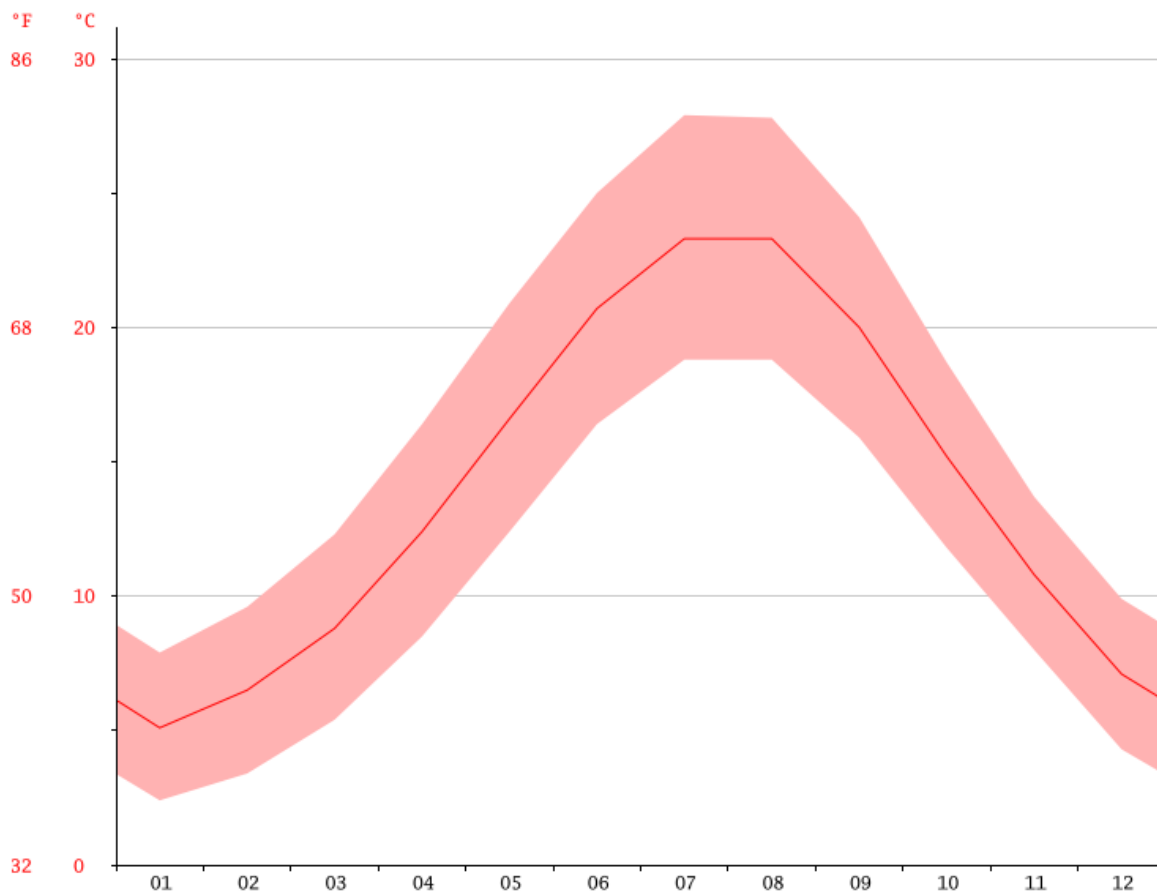
Di seguito si riporta la sintesi dell'analisi climatica dell'area Fermana di interesse sulla base dei dati disponibili.

Il clima è caldo e temperato in Fermo. Si riscontra una piovosità significativa durante l'anno in Fermo. Anche nel mese più secco viene riscontrata molta piovosità. La classificazione del clima è Cfa secondo Köppen e Geiger. In Fermo si registra una temperatura media di 14.1 °C. Si ha una piovosità media annuale di 767 mm.

GRAFICO CLIMA FERMO

37 mm è la differenza di Pioggia tra il mese più secco e quello più piovoso. Le temperature medie variano di 18.2 °C nel corso dell'anno.

GRAFICO TEMPERATURA FERMO



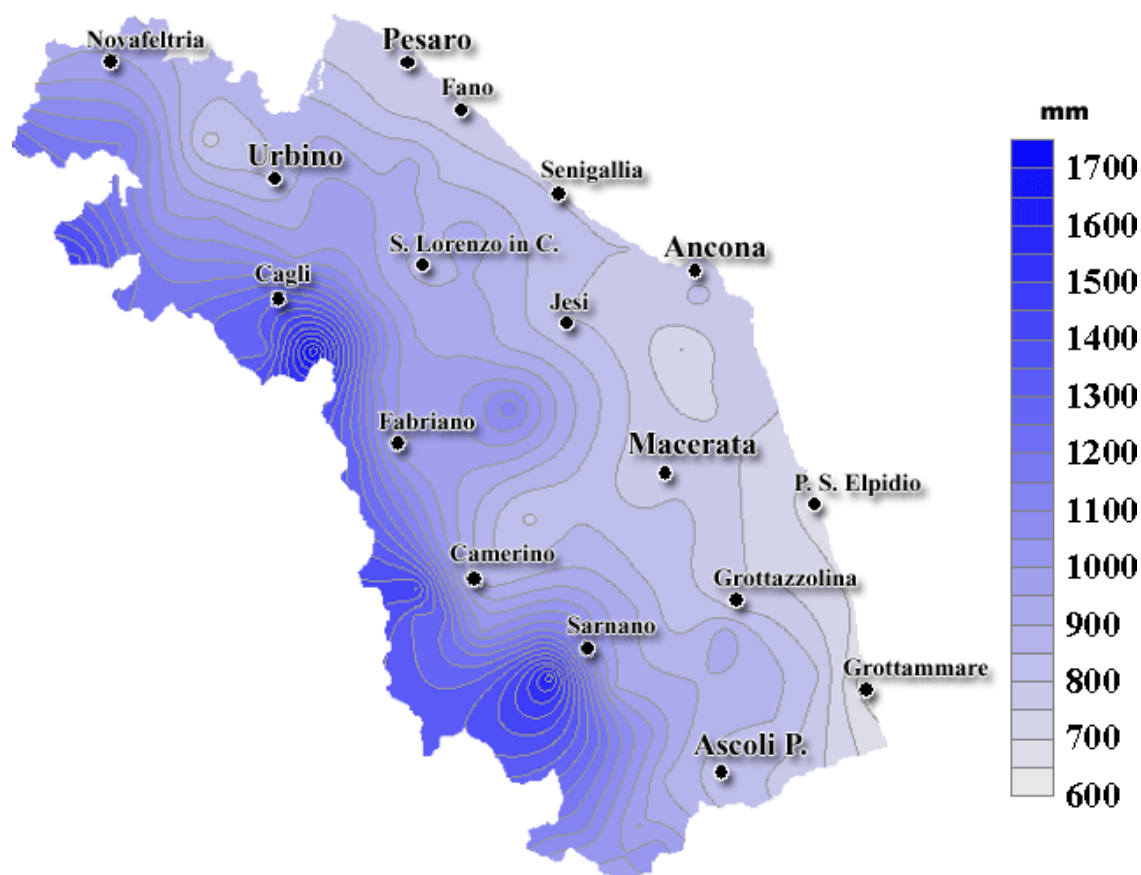
Luglio è il mese più caldo dell'anno con una temperatura media di 23.3 °C. Durante l'anno Gennaio ha una temperatura media di 5.1 °C. Si tratta della temperatura media più bassa di tutto l'anno.

TABELLA CLIMATICA FERMO

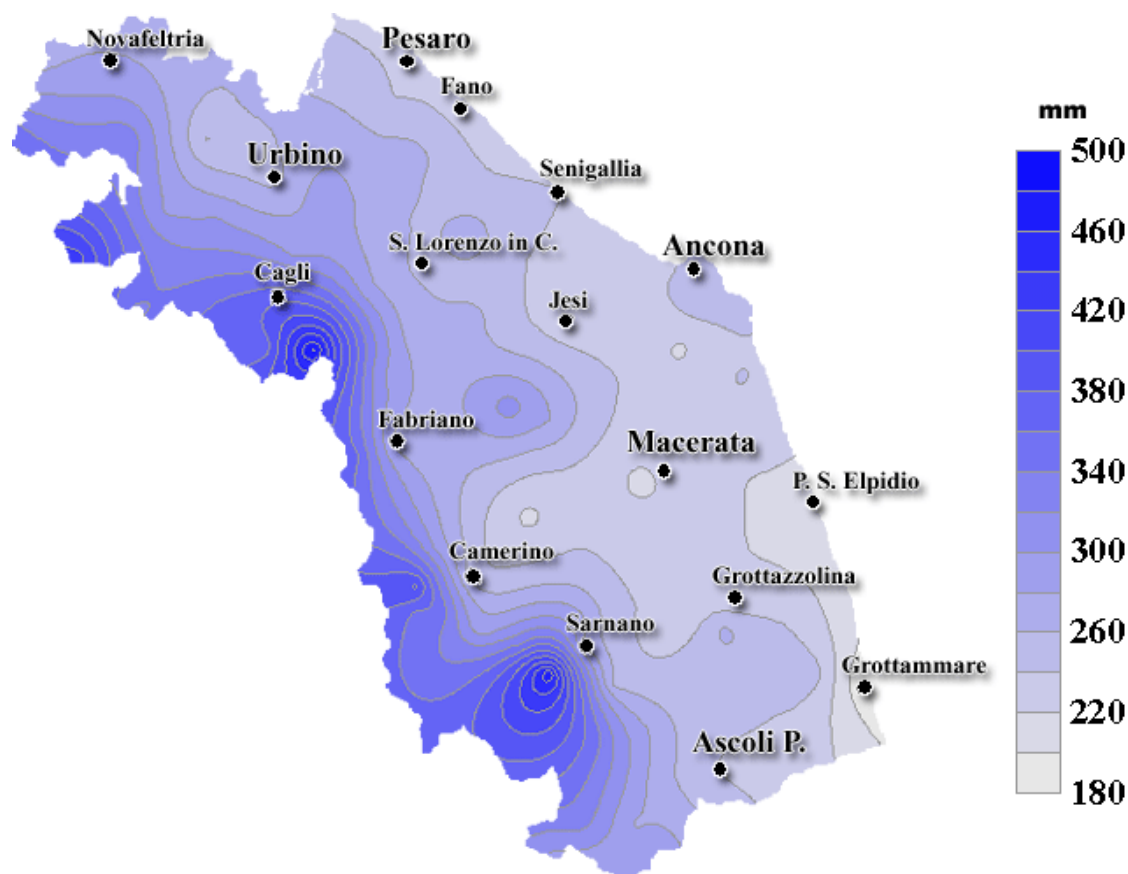
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	5.1	6.5	8.8	12.4	16.6	20.7	23.3	23.3	20	15.2	10.8	7.1
Temperatura minima (°C)	2.4	3.4	5.4	8.5	12.4	16.4	18.8	18.8	15.9	11.8	8	4.3
Temperatura massima (°C)	7.9	9.6	12.3	16.4	20.9	25	27.9	27.8	24.1	18.7	13.7	9.9
Medie Temperatura (°F)	41.2	43.7	47.8	54.3	61.9	69.3	73.9	73.9	68.0	59.4	51.4	44.8
Temperatura minima (°F)	36.3	38.1	41.7	47.3	54.3	61.5	65.8	65.8	60.6	53.2	46.4	39.7
Temperatura massima (°F)	46.2	49.3	54.1	61.5	69.6	77.0	82.2	82.0	75.4	65.7	56.7	49.8
Precipitazioni (mm)	59	51	61	61	58	57	47	60	74	81	84	74

Precipitazione Annua Storica – Periodo 1961-2000

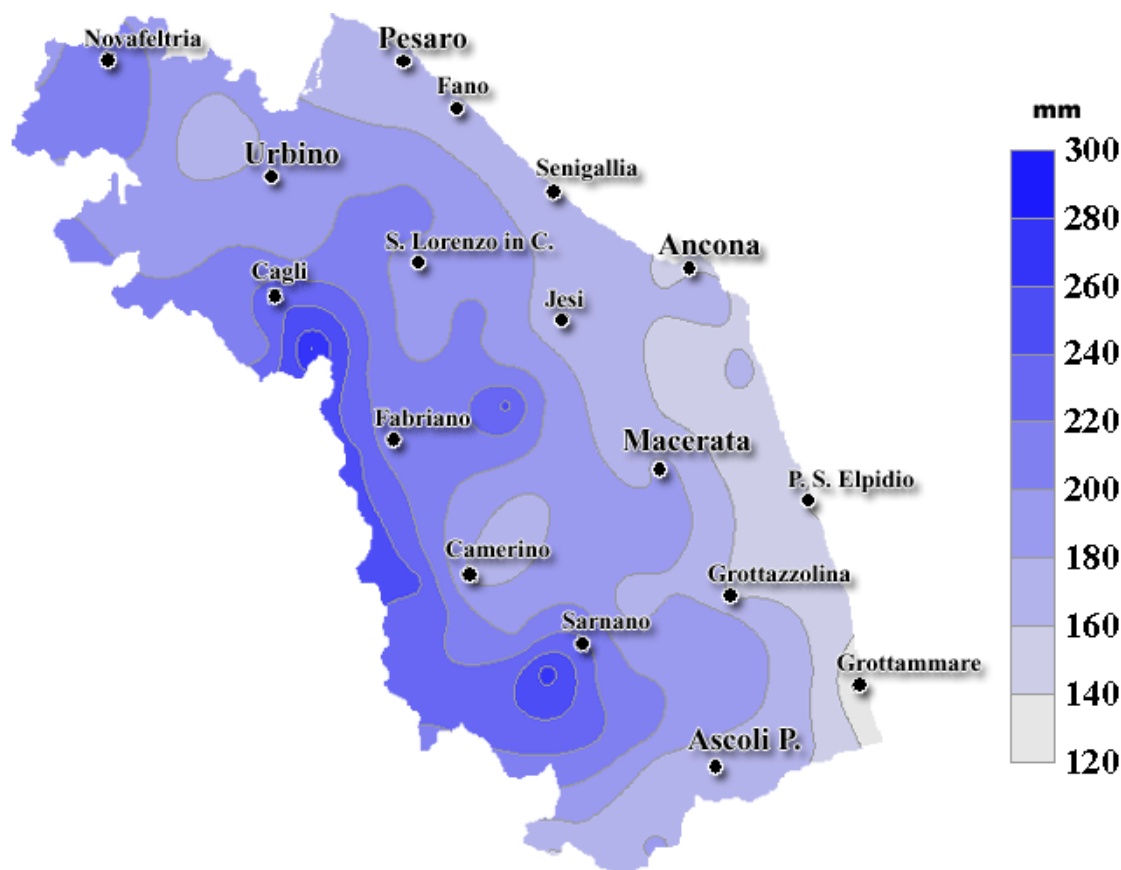
Fonte ASSAM Regione Marche



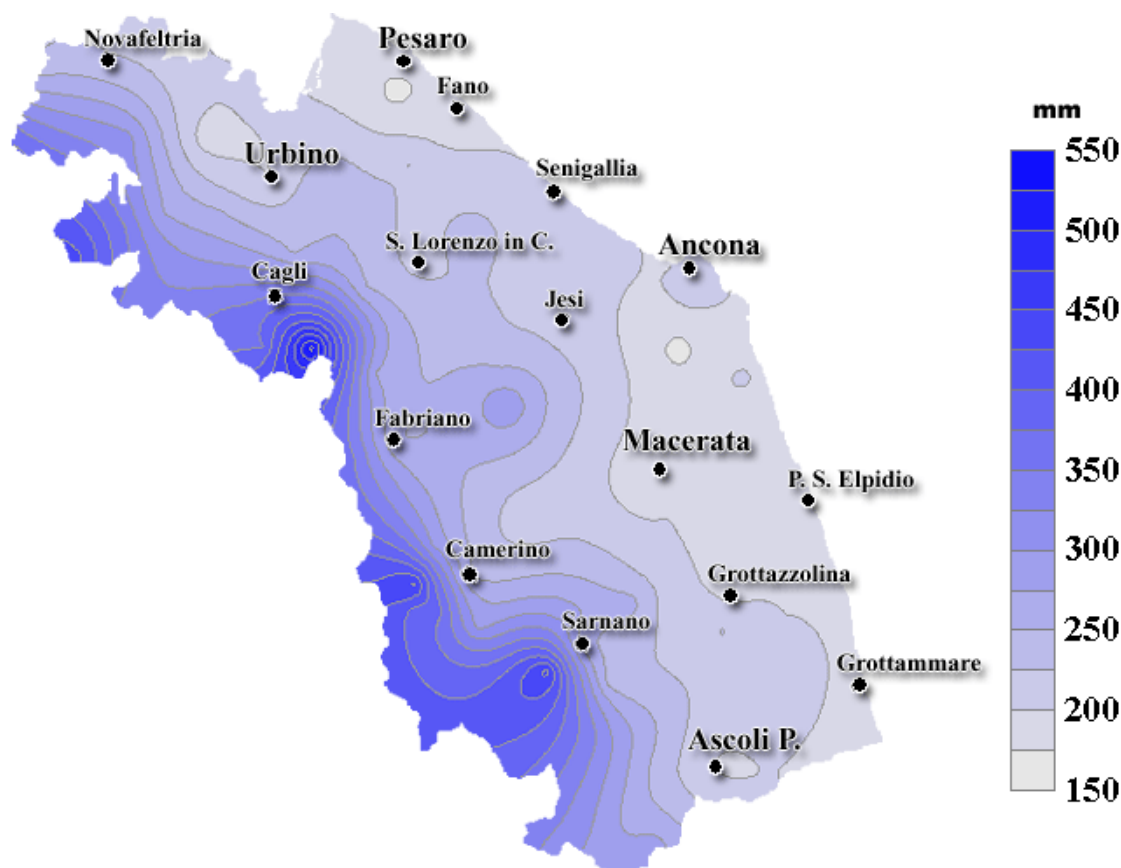
Precipitazione Autunno Storica – Periodo 1961-2000



Precipitazione Estate Storica – Periodo 1961-2000



Precipitazione Inverno Storica – Periodo 1961-2000



Precipitazione Primavera Storica – Periodo 1961-2000

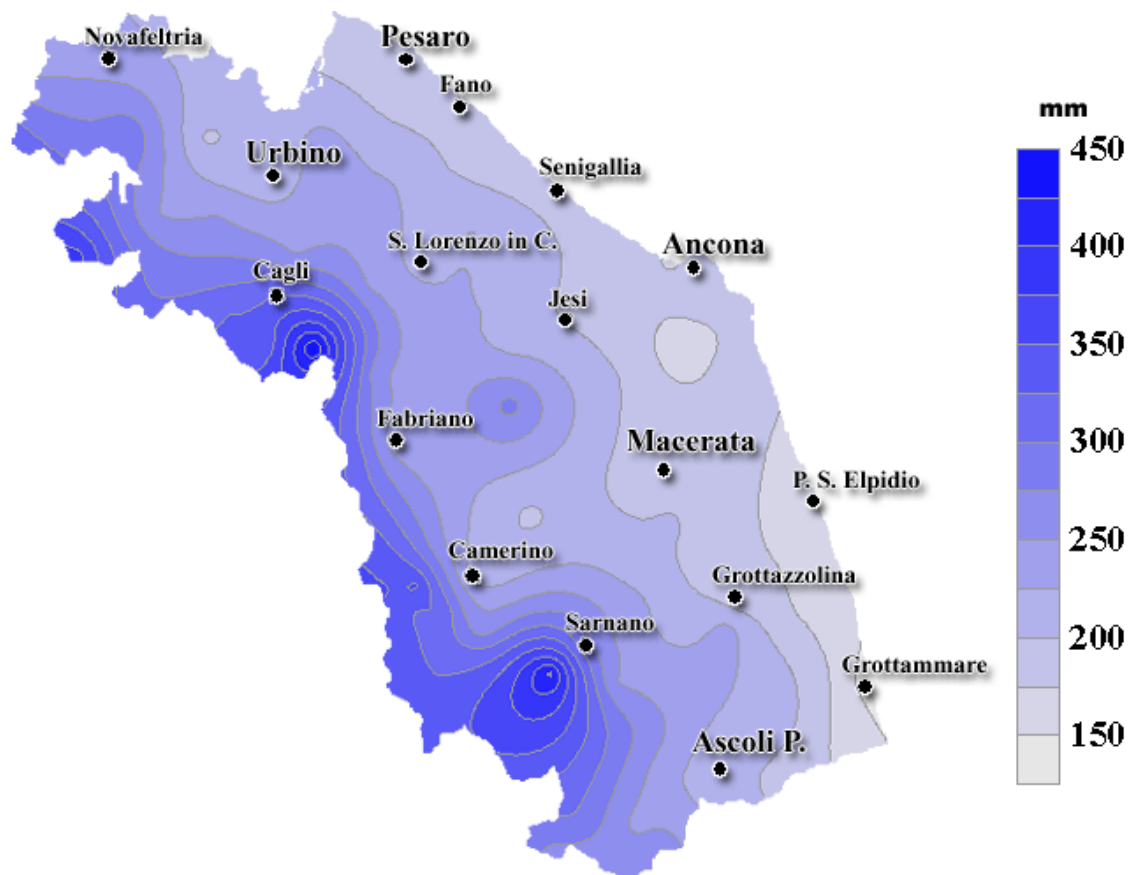
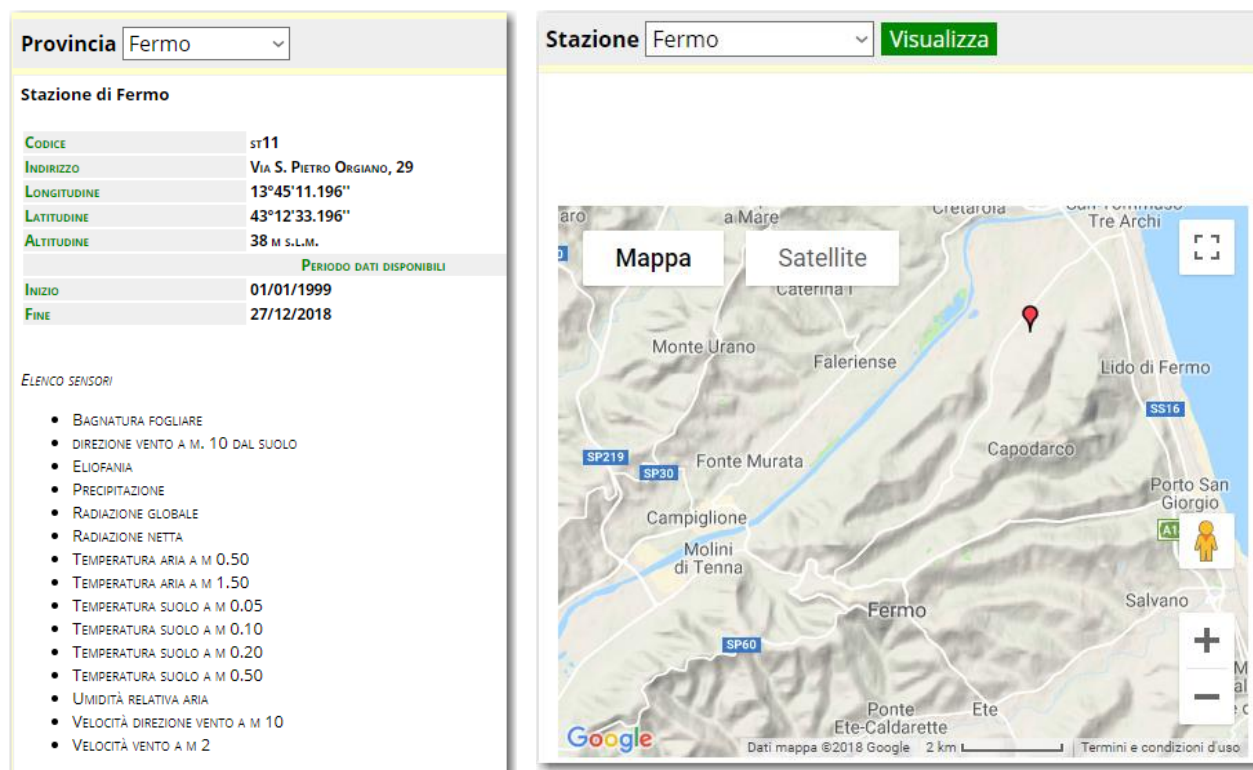


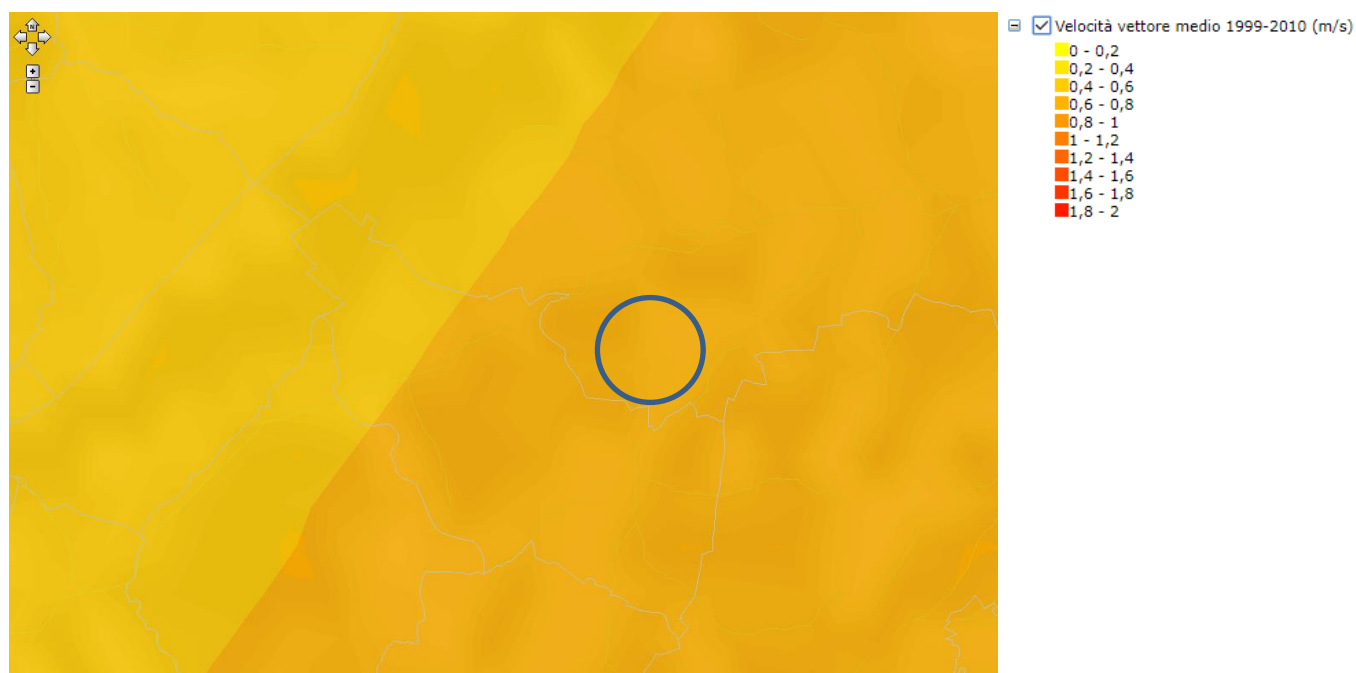
Figura 20 – Mappe di precipitazione stagionale storica fonte ASSAM Regione Marche

Fonte ASSAM – Stazione di Fermo http://www.meteo.marche.it/assam/stazioni_coa/

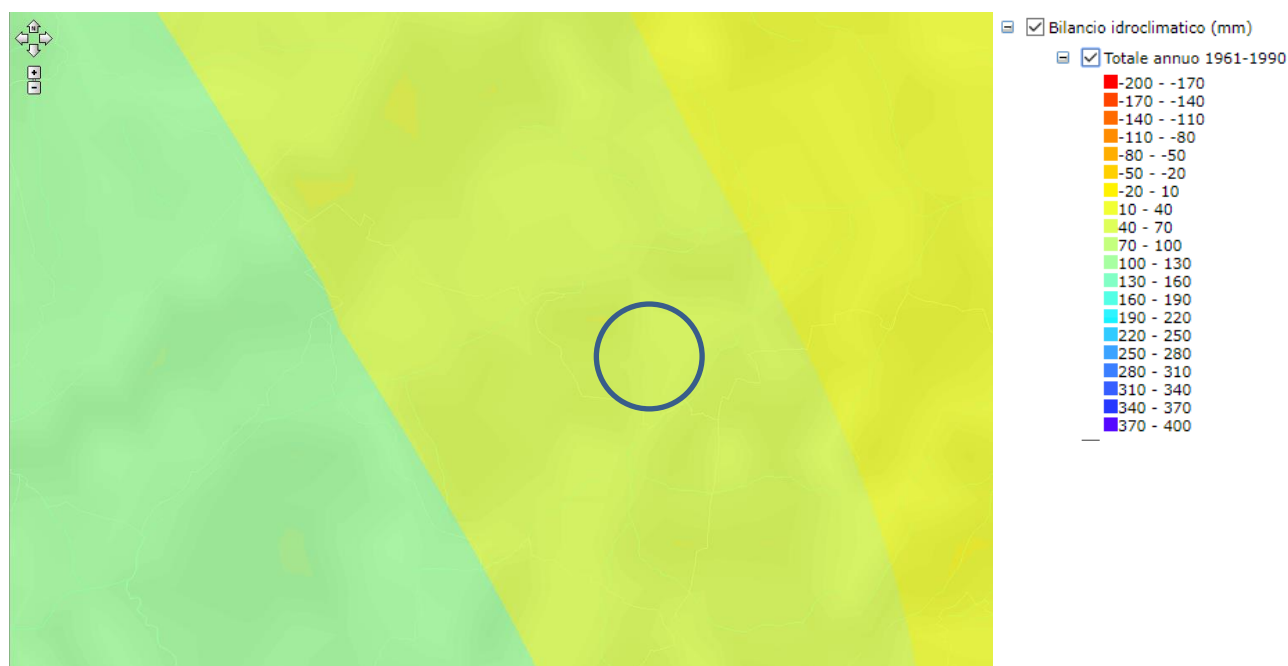


Fonte Atlante Climatico ASSAM : <http://meteo.marche.it/distribution/AtlanteClimatico/>

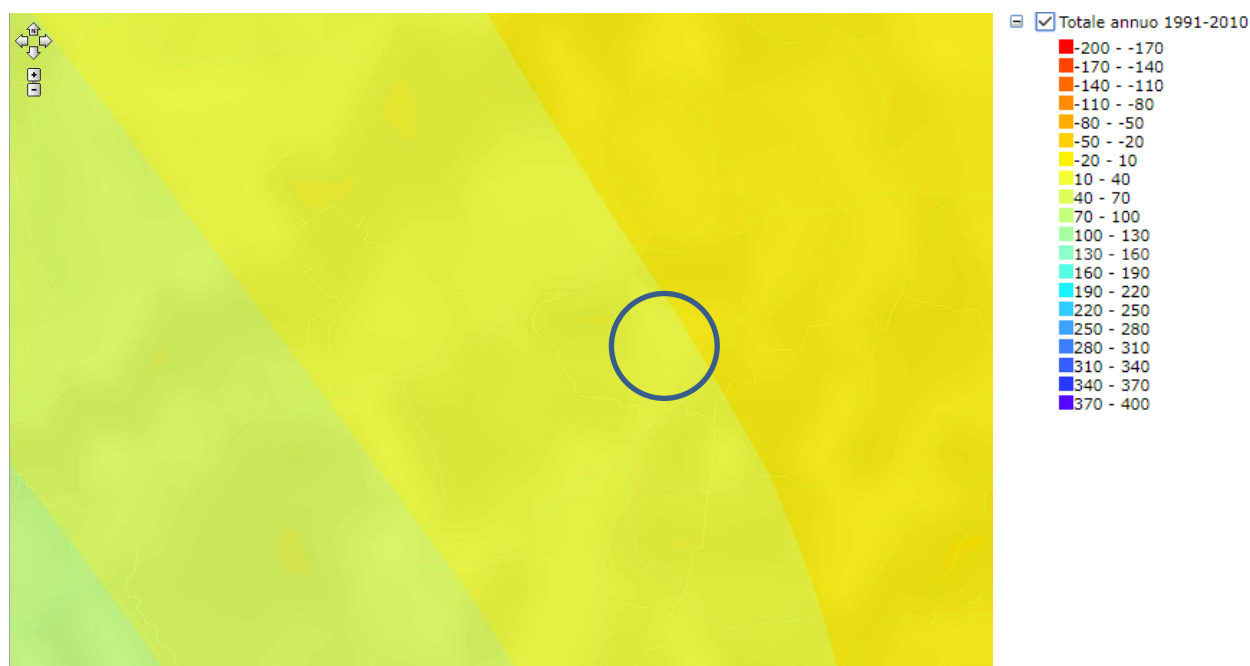
1. Vento Annuale



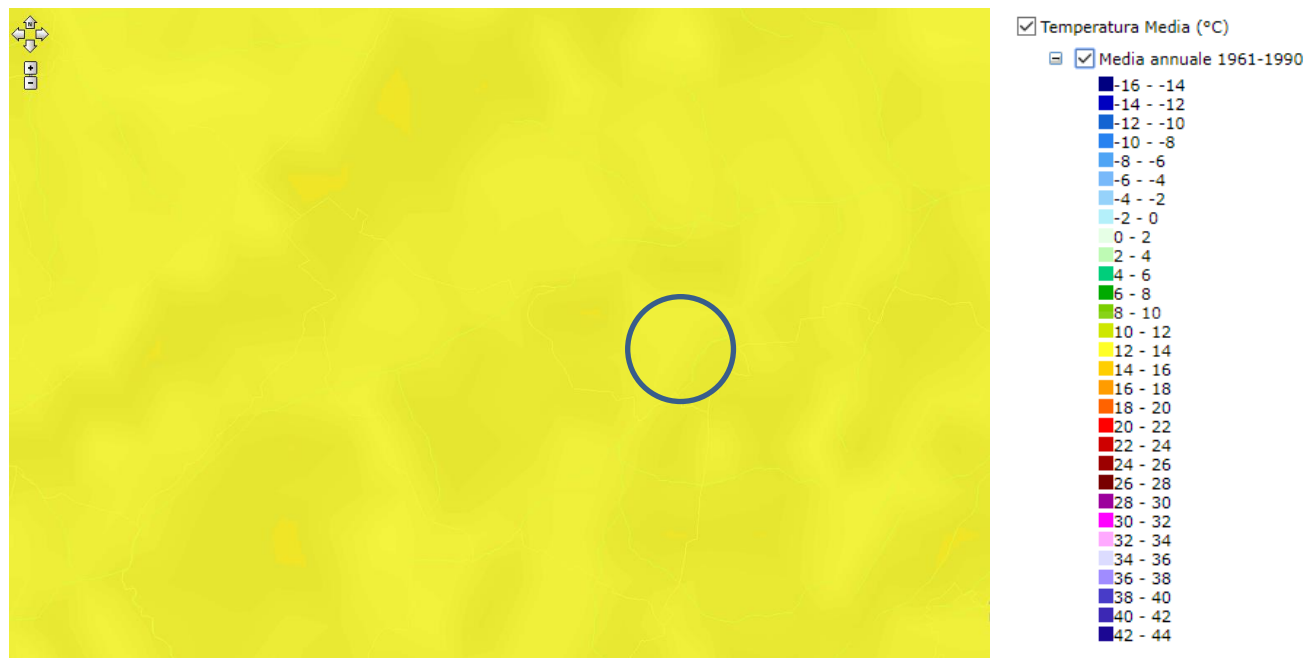
2. Bilancio Idroclimatico (mm/anno) – 1961_1990



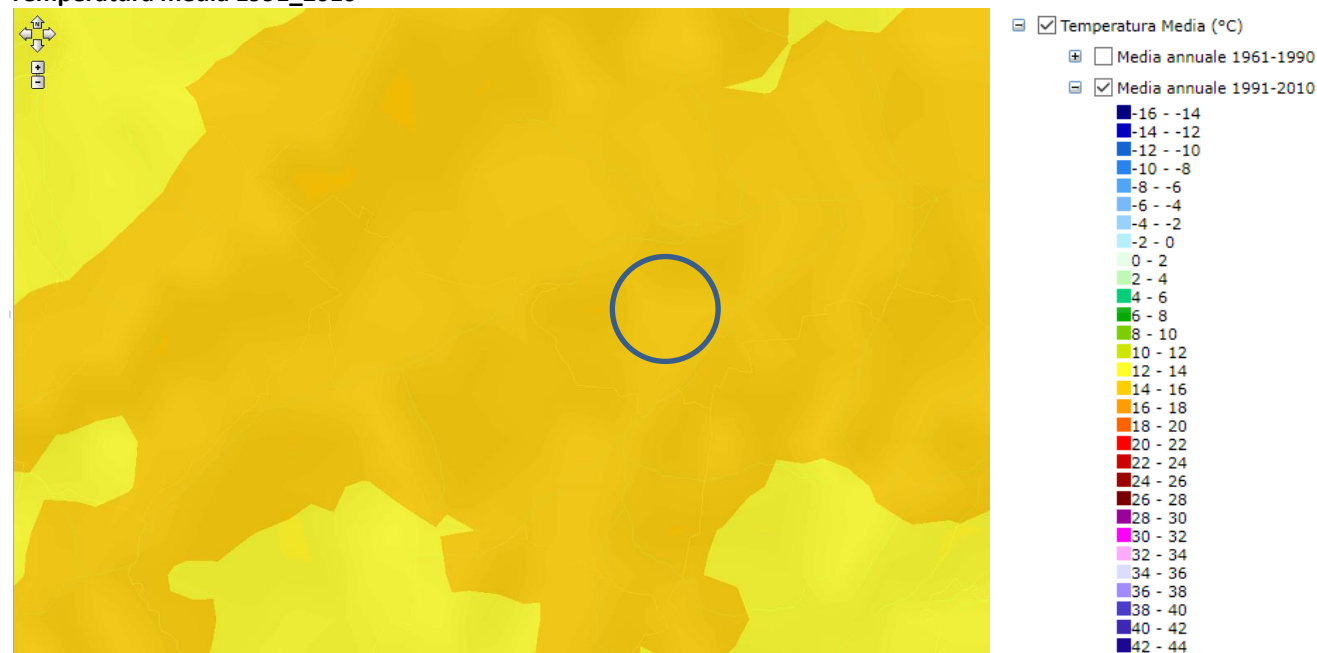
3. Bilancio Idroclimatico (mm/anno) – 1991_2010



Temperatura media 1961_1990



Temperatura media 1991_2010



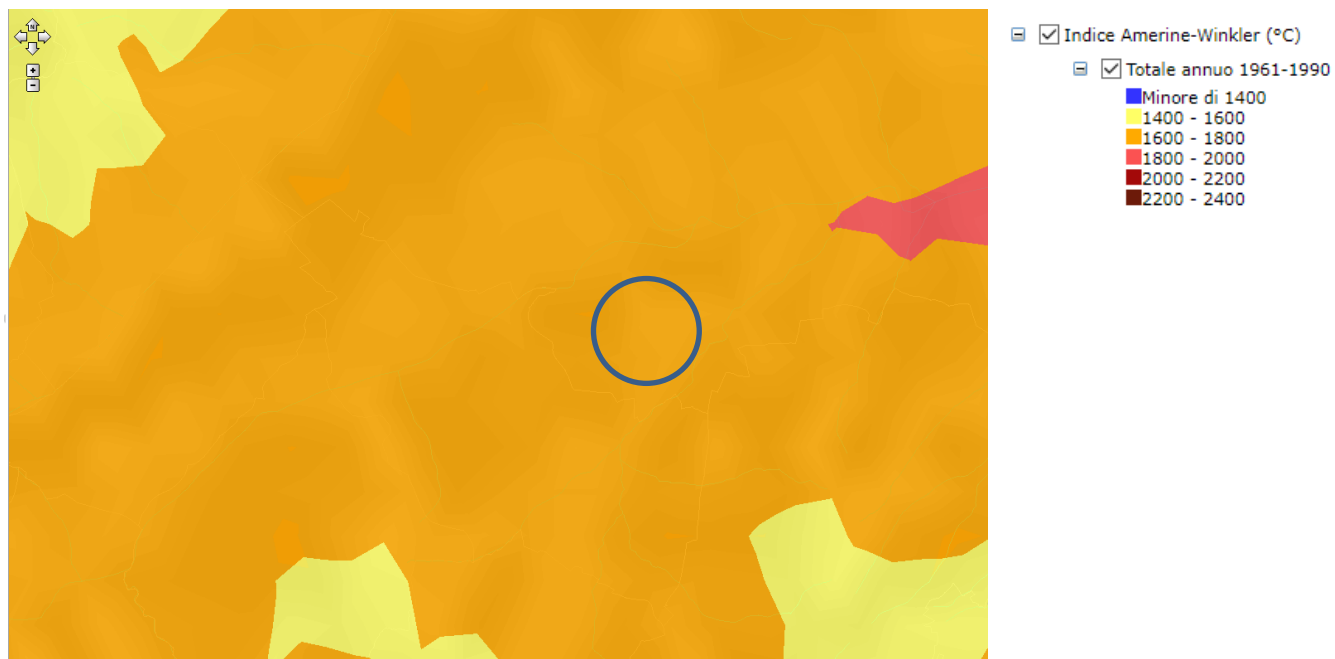
Indice Amerine-Winkler (°C) 1961_1990

L'indice di Winkler - WI (Amerine e Winkler, 1944) è la somma delle temperature medie giornaliere dell'aria al di sopra dei 50°F (10 °C), calcolata dal 1° di aprile al 31 ottobre nell'emisfero Nord. Tale indice è preso in considerazione in particolare in campo bioclimatico per la coltivazione della vite, ma fornisce importanti indicazioni sulle caratteristiche termiche di un'area e del andamento climatico.

$$\text{Indice di Winkler (WI)} = \sum_{1^{\circ} \text{ aprile}}^{31 \text{ ottobre}} \max[(T_{avg} - 10^{\circ}C); 0]$$

Sulla base della disponibilità termica in gradi Winkler è possibile classificare il territorio in 7 categorie che variano da:

- Troppo freddo [IW< 850 °C]
- Regione I [851–1389 °C],
- Regione II [1390–1667 °C],
- Regione III [1668–1944 °C],
- Regione IV [1945–2222 °C],
- Regione V [2223–2700 °C],
- Troppo caldo [IW>2701 °C]



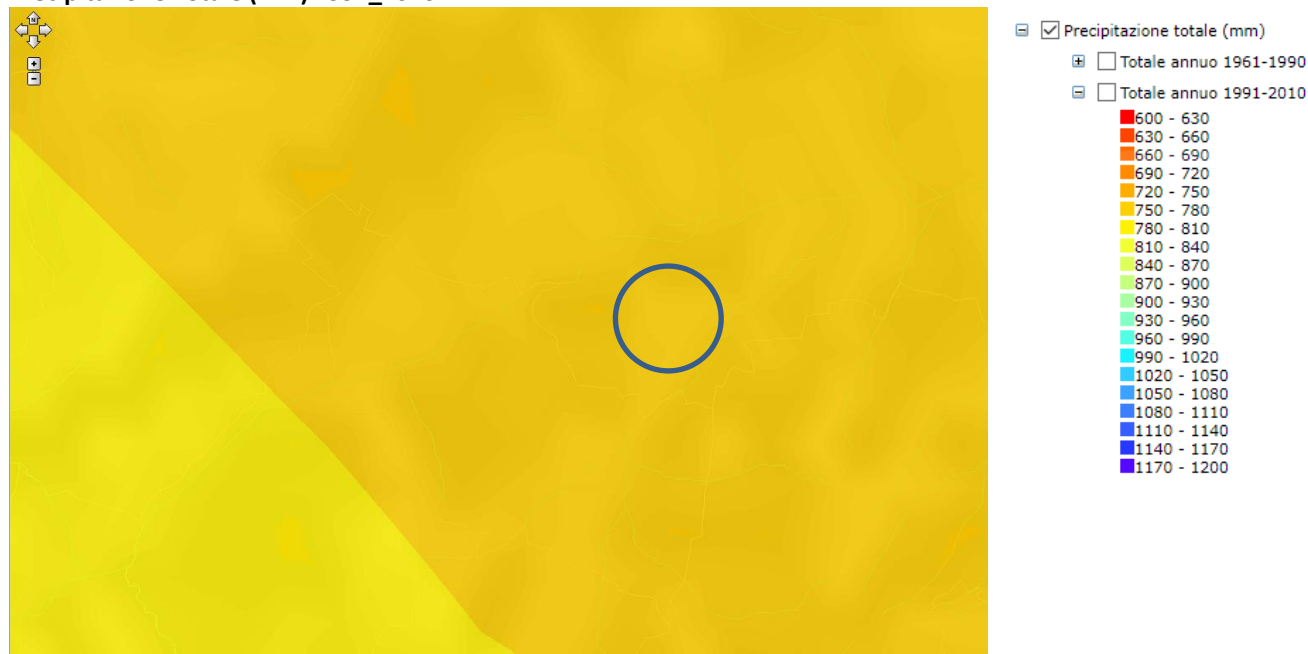
Indice Amerine-Winkler (°C) 1991_2010



Precipitazione Totale (mm) 1961_1991



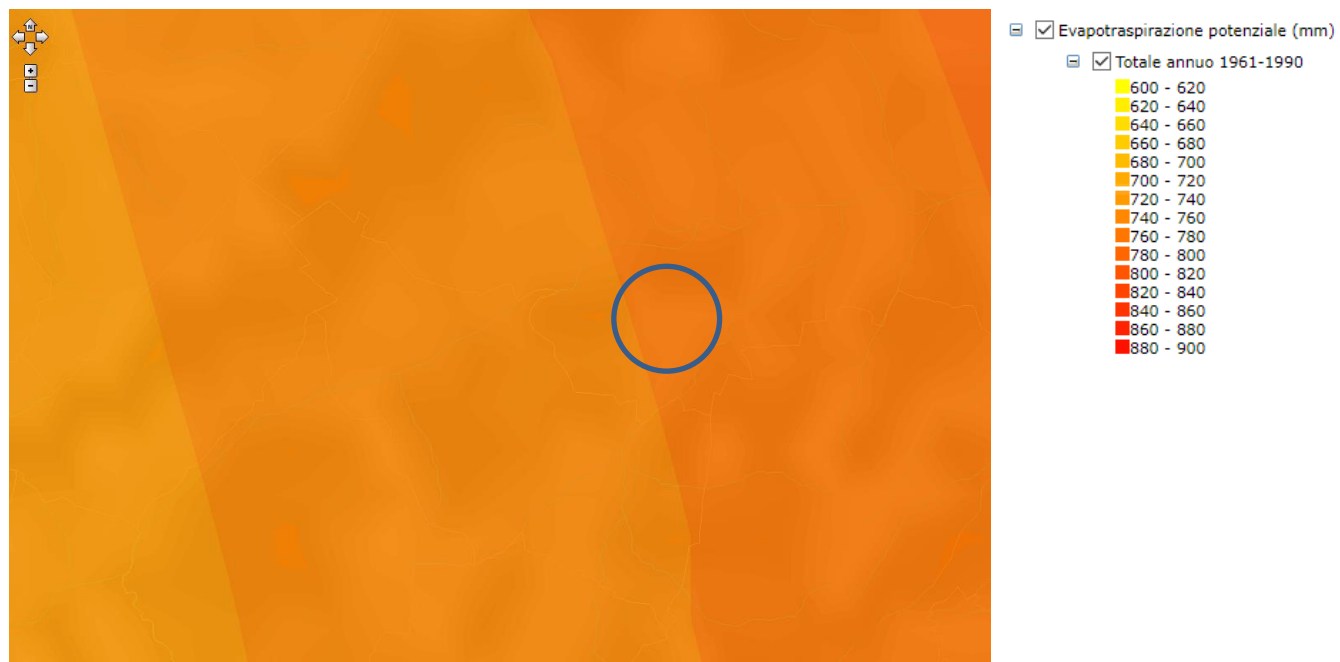
Precipitazione Totale (mm) 1991_2010



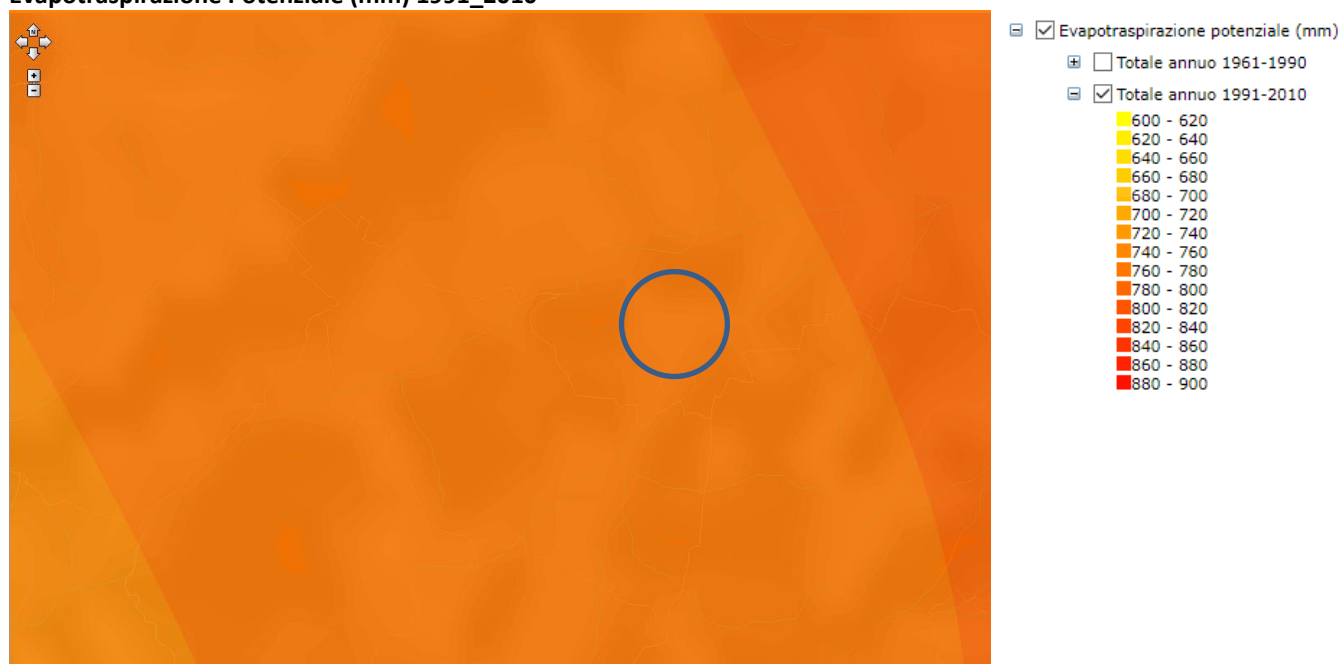
Evapotraspirazione Potenziale (mm/anno) 1961_1990

Evaporazione potenziale o Evapotraspirazione potenziale (ETP o ETp) è definita come l'evapotraspirazione che avviene quando il contenuto idrico del suolo non costituisce fattore limitante per essa. La disponibilità d'acqua nel suolo è almeno pari alla quantità d'acqua che il sistema suolo-vegetazione-atmosfera è in grado di fare evaporare. Se l'evapotraspirazione effettiva è considerata come il risultato netto della domanda di umidità atmosferica da parte di una superficie nonché la capacità della superficie di fornire umidità, l'ETP è la misura della domanda. La temperatura dell'aria e della superficie, l'irraggiamento, e il vento influiscono su questa misura. È considerata una zona arida quella zona dove l'evaporazione potenziale annua supera le precipitazioni annue. L'evapotraspirazione potenziale è un'astrazione, perfezionata nel 1955, che fa riferimento ad una condizione ambientale standard in cui non si considera l'incidenza dei fattori agronomici, biologici, pedologici e di una parte dei fattori climatici. La finalità di questa variabile è di rendere comparabili i valori di evapotraspirazione nello spazio e nel tempo. Per questo motivo l'evapotraspirazione potenziale si riferisce al quantitativo massimo che può essere perso nell'unità di tempo per evaporazione e traspirazione

da un prato di graminacea. Anche in questo caso tale valore fornisce un indice delle caratteristiche climatiche dell'area in studio.



Evapotraspirazione Potenziale (mm) 1991_2010



SPI 24 – Standardized Precipitation Index 1960_2010

Indice scelto a livello internazionale, attraverso la "Dichiarazione di Lincoln", per l'identificazione di siccità meteorologiche.

Basato sulla sola precipitazione cumulata mensile (McKee et al., 1993), quantifica un deficit o surplus di pioggia rispetto ai valori medi, a diverse scale temporali (usualmente 1, 3, 6, 12, 24 e 48 mesi), consentendo la determinazione delle diverse tipologie di siccità, dalla meteorologica, all'agricola all'idrologica.

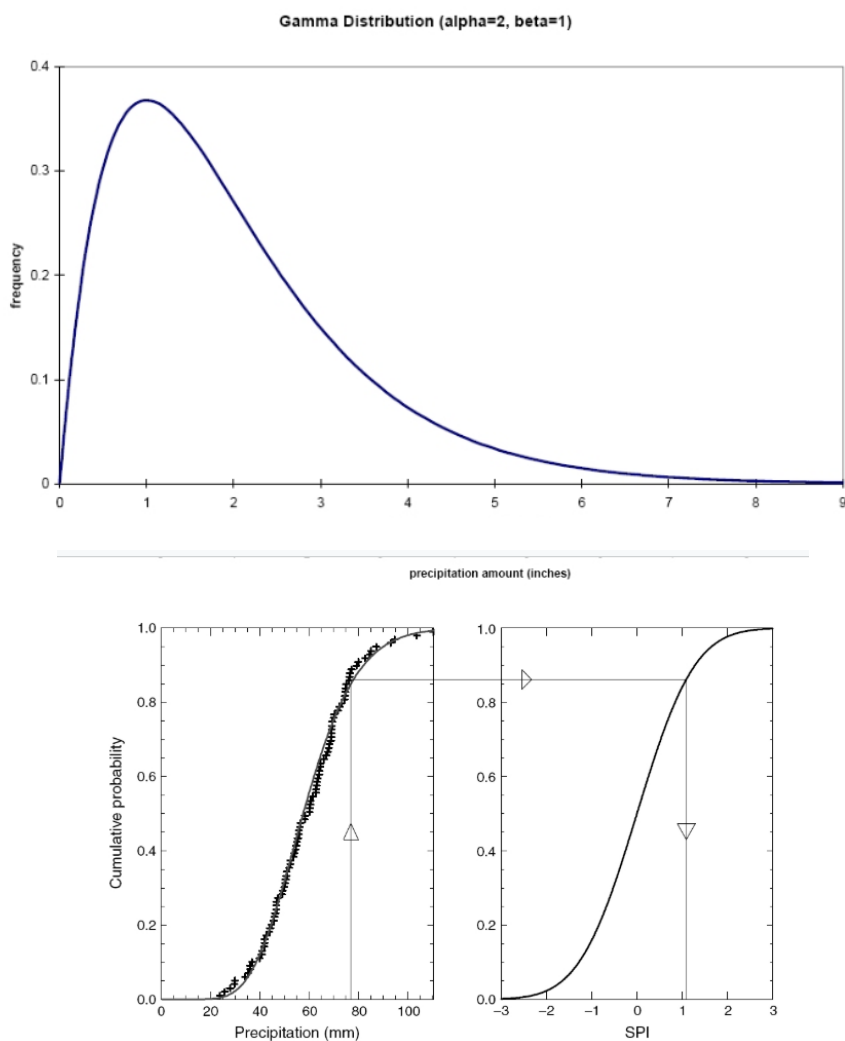
Le serie di pioggia (almeno 30 anni) vengono adattate in una distribuzione gamma, successivamente trasformata in una distribuzione normale, con media zero e deviazione standard pari a 1.

Tale standardizzazione permette il confronto fra diverse aree geografiche e climatiche. Le equazioni da cui deriva lo SPI sono di seguito rappresentate:

$$Z = \text{SPI} = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(H(x))^2} \right]} \quad \text{for } 0 < H(x) \leq 0.5$$

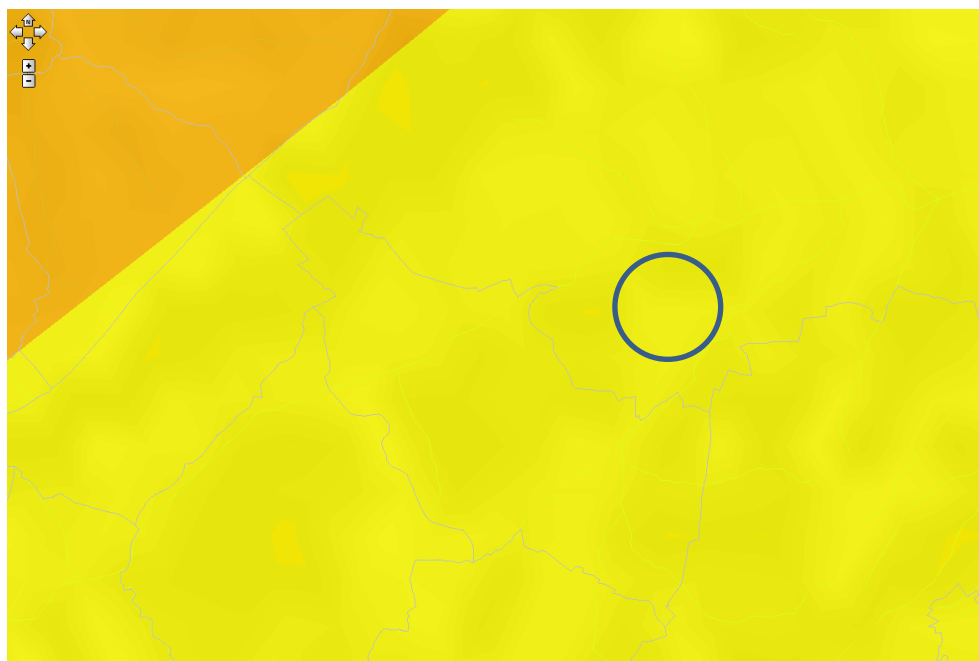
$$Z = \text{SPI} = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(1 - H(x))^2} \right]} \quad \text{for } 0.5 < H(x) < 1$$

dove $H(x)$ è la probabilità cumulativa della pioggia x ; c e d sono delle costanti.

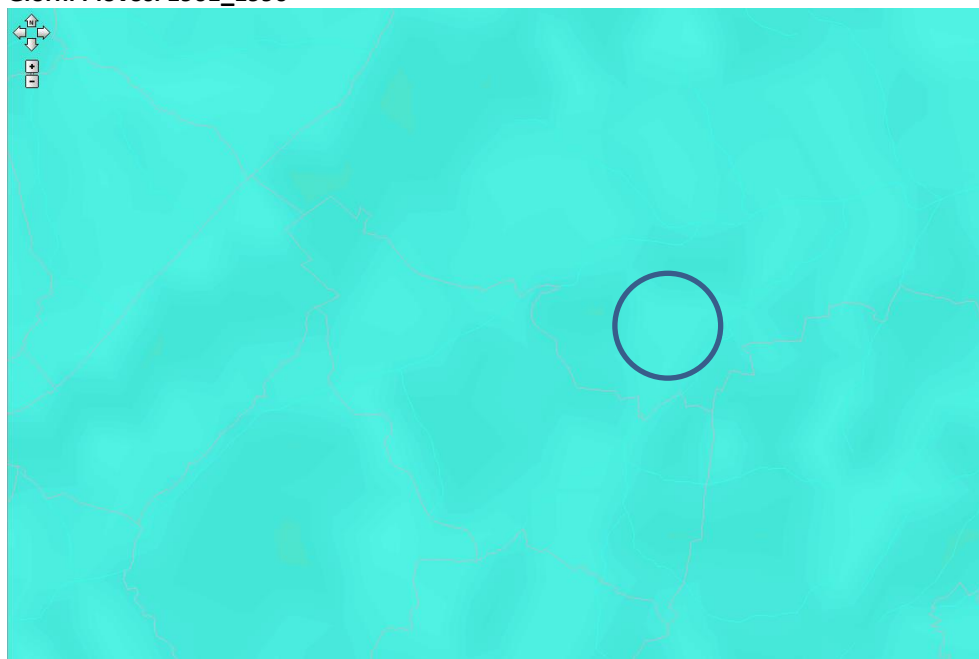


La tabella seguente indica le **classi di siccità o surplus** in base ai valori dell'indice:

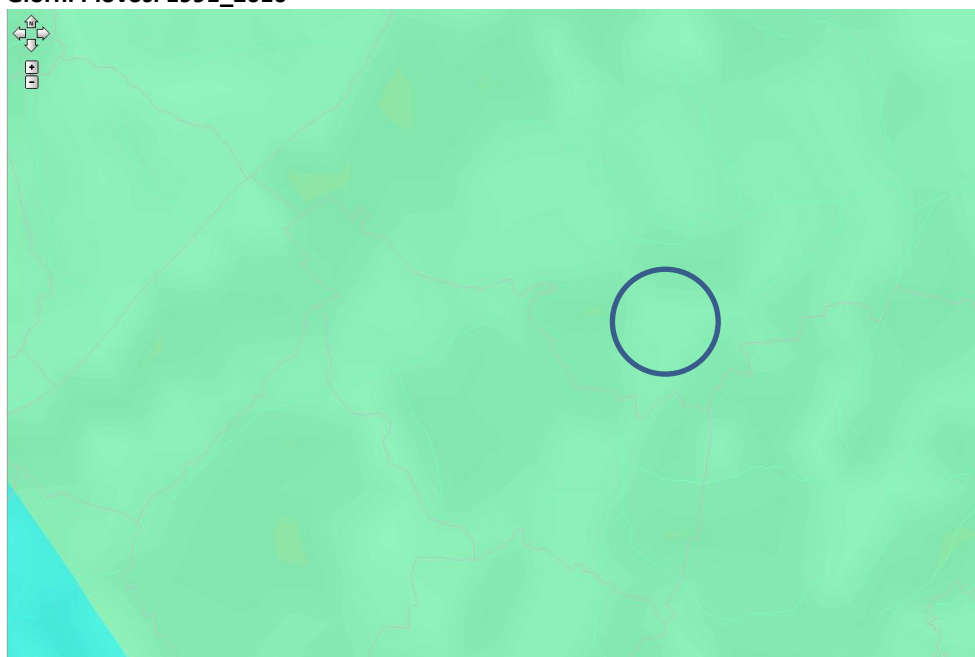
Valori SPI	Legenda
$\text{SPI} > 2$	Umidità estrema
$> 2 \text{ SPI} > 1.5$	Umidità severa
$> 1.5 \text{ SPI} > 1$	Umidità moderata
$> 1 \text{ SPI} > -1$	Nella norma
$> -1 \text{ SPI} > -1.5$	Siccità moderata
$> -1.5 \text{ SPI} > -2$	Siccità severa
$\text{SPI} < -2$	Siccità estrema



Giorni Piovosi 1961_1990



Giorni Piovosi 1991_2010



- ☒ Giorni piovosi (giorni)
- ☐ Numero annuo 1961-1990
- ☒ Numero annuo 1991-2010
- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90
- 90 - 100
- 100 - 110
- 110 - 120
- 120 - 130
- 130 - 140
- 140 - 150

11. VERIFICHE DI STABILITA' SEZIONI DI PROGETTO

Nel quadro dell'analisi geologica-geotecnica del progetto in esame, sulla scorta della caratterizzazione dei terreni indagati per mezzo dell'ampia indagine geognostica eseguita nel 2011 sotto l'aspetto geotecnico, in relazione alle necessità progettuali sono state eseguite verifiche di stabilità lungo la sezione 06 rappresentativa e maggiormente cautelativa per l'equilibrio idrogeologico globale, presentando il massimo scavo volumetrico dei vari lotti di lavorazione, nelle configurazioni progressive di scavo di progetto (Lotti I°, II°, III° e IV°) in TE, con il contributo del sisma (SLV) e presenza di rifiuto per mezzo del software Geostudio 2019 Versione 10.0.0.17401.



Le analisi sono state eseguite nelle seguenti combinazioni:

- A. Verifica Lungo Termine TE Lotto I° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°, assente il rifiuto;
- B. Verifica Lungo Termine TE + SLV Lotto I° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°, assente il rifiuto;
- C. Verifica Lungo Termine TE Lotto II° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°, assente il rifiuto;
- D. Verifica Lungo Termine TE + SLV Lotto II° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°, assente il rifiuto;
- E. Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto Lotto II° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°;
- F. Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto + falda Lotto II° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°;
- G. Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto Lotto III° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°;
- H. Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto Lotto IV° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°.

I parametri considerati nell'elaborazione sono stati dedotti dall'analisi statistica dei valori ottenuti dall'indagine geognostica, sintetizzati e rielaborati secondo i coefficienti di riduzione ai sensi delle NTC 2018 ottenendo i valori caratteristici ridotti dei relativi F_s (Unità D1, D2, D3). Per le unità a1 ed a2 essendo disponibili i valori ottenuti dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati attraverso le prove TD CD (taglio diretto, consolidato drenato), TD RS (taglio diretto, residuo), CLL (compressione laterale libera), Ed (prova edometrica) sono stati utilizzati tali valori, di seguito sintetizzati e determinati i relativi valori ridotti sulla base dei coefficienti 1.25 (c'), 1.40 C_u , 1.25 ($tg\phi'$) come dettagliato di seguito.

S3 C1 (10.0-10.3m) : unità a1

Prova CLL:	$q_u=3,37 \text{ kg/cm}^2$ $C_u=1,69 \text{ kg/cm}^2$ $\varepsilon=10,93 \%$
Prova TD CD	$\phi'=25,6^\circ$ da cui $\phi'_{rid}=19^\circ$ $c'=0,12 \text{ kg/cm}^2$ da cui $c'_{rid}=0,096 \text{ kg/cm}^2$
Prova TD RS	$\phi'=19^\circ$ $c'=0,03 \text{ kg/cm}^2$
Prova Ed	$k_v=1,53-1,74 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$

S3 C1 (15.3-15.8m) : unità a2

Prova CLL:	$q_u=3,53 \text{ kg/cm}^2$ $C_u=1,76 \text{ kg/cm}^2$
------------	--

$$\varepsilon=14,43 \%$$

Prova TD CD $\phi' = 26,8^\circ$ da cui $\phi'_{rid} = 20^\circ$
 $c' = 0,21 \text{ kg/cm}^2$ da cui $c'_{rid} = 0.168 \text{ kg/cm}^2$

Prova TD RS $\phi' = 20,5^\circ$
 $c' = 0,06 \text{ kg/cm}^2$

Prova Ed $k_v = 2,56 - 2,08 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$

I parametri sismici k_h e k_v considerati nelle verifiche di stabilità a lungo termine in TE nella condizione SLV, determinati in relazione alla configurazione geologico-topografica-sismica e destinazione d'uso, sono i seguenti :

$$k_h = 0,163$$

$$k_v = 0,063$$

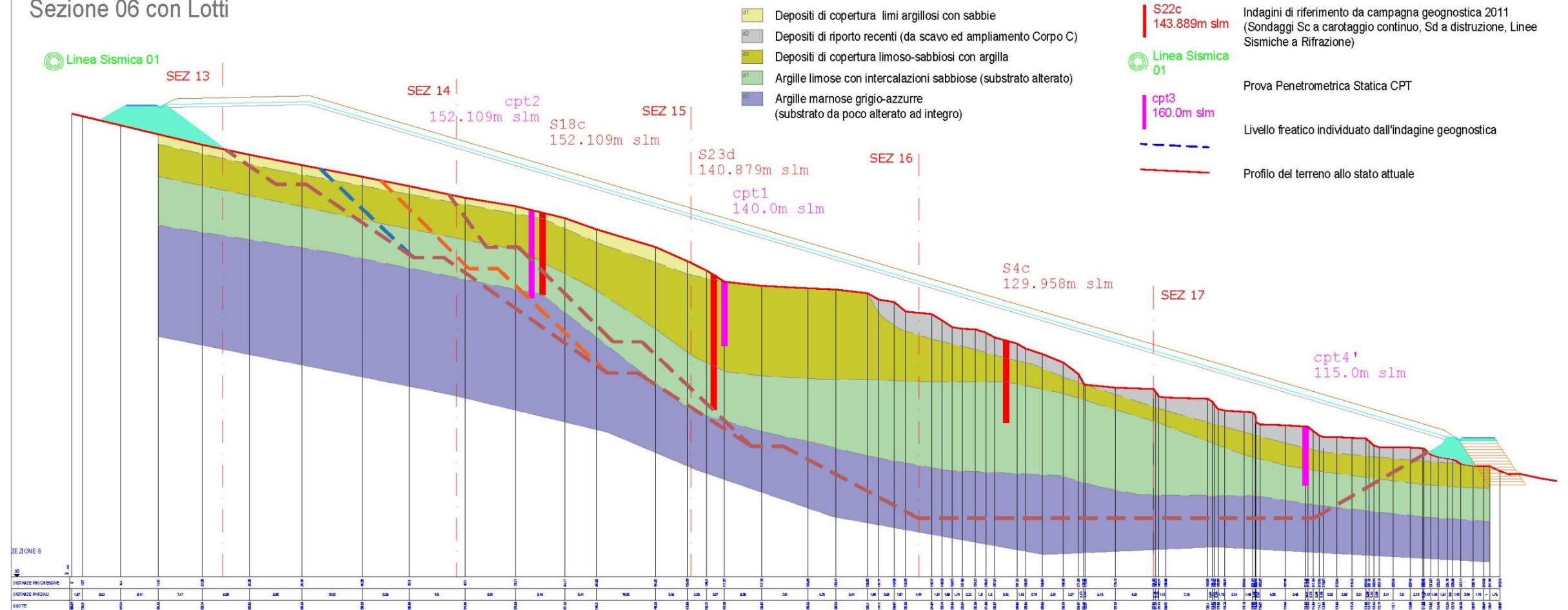
Di seguito si riportano i report delle analisi A, B, C, D, E, F, G, H eseguite con le relative mappe di instabilità e le superfici di potenziale scivolamento correlate ai rispettivi F_s . I valori ottenuti sono rispettivamente:

- A) $F_s \text{ min (Morgenstern Price) opt} = 1.409$
- B) $F_s \text{ min (Morgenstern Price) opt} = 1.122$
- C) $F_s \text{ min (Morgenstern Price) opt} = 1.497$
- D) $F_s \text{ min (Morgenstern Price) opt} = 1.178$
- E) $F_s \text{ min (Morgenstern Price) opt} = 1.196$
- F) $F_s \text{ min (Morgenstern Price) opt} = 1.192$
- G) $F_s \text{ min (Morgenstern Price) opt} = 1.265$
- H) $F_s \text{ min (Morgenstern Price) opt} = 1.325$

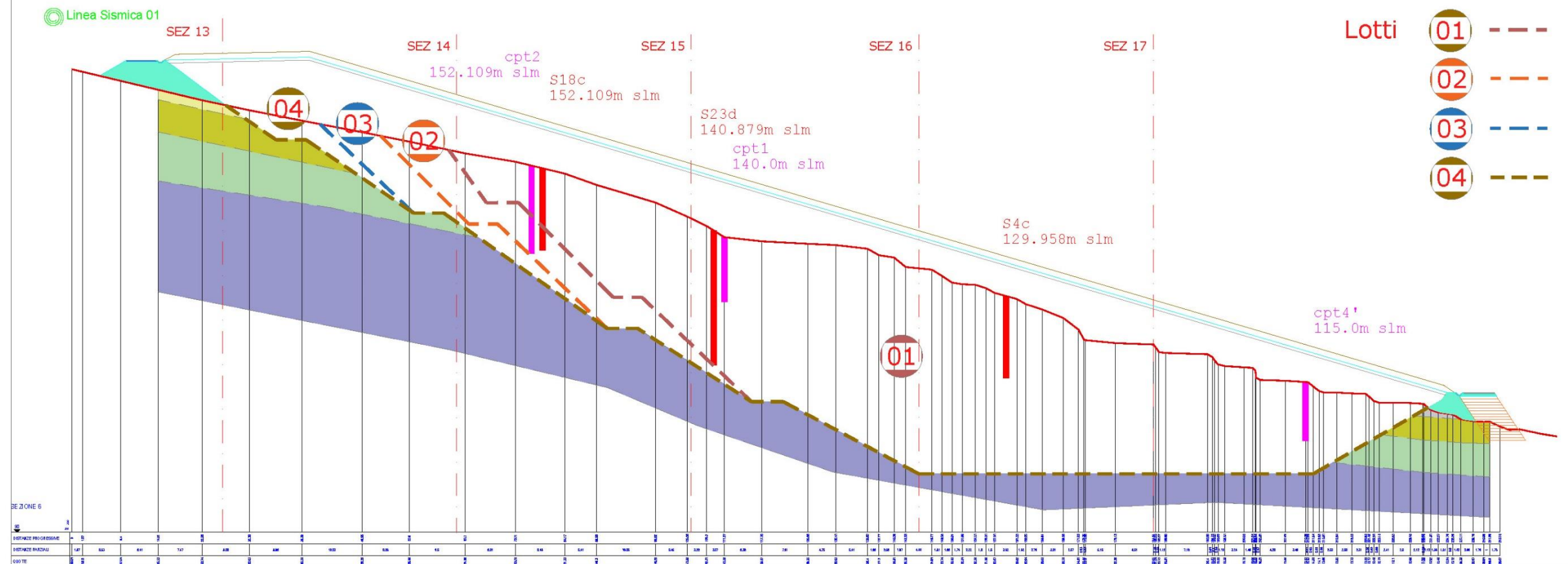
Tutte le verifiche effettuate rispettano la condizione di sicurezza minima secondo le NTC 2018 ed approccio di analisi con parametri geotecnici ridotti secondo la combinazione 2 che fissa in $F_s > 1.1$ la soglia di riferimento. Pertanto in tutti i casi, pur avendo considerato i coefficienti sismici (SLV) del sito, in combinazione con i parametri efficaci a lungo termine (TE) nelle verifiche, che dovrebbero essere considerati solo nelle verifiche in tensioni totali a breve termine (TT), è soddisfatta la condizione di equilibrio idrogeologico, con particolare attenzione ai tratti di scarpata dei vari lotti di esercizio, anche nella condizione di saturazione con falda dei litotipi D1, D2, D3 (verifica F).

Si allega di seguito il report grafico delle sezioni analizzate ed il relativo report numerico distinti da A) a H), nonché in testa la sezione n.06 di sintesi geologico-geotecnica con dettagliati i vari lotti di lavorazione del nuovo corpo D ed i relativi profili di scavo oggetto di verifica.

Sezione 06 con Lotti



Sezione 06 con Lotti



A) Sezione 06 Lotto I°: Verifica Lungo Termine TE | Fs min (Morgetern Price) opt = 1.409

GeoStudio 2019

Sezione I LOTTO

Linea Sismica 01

Factor of Safety	
1.409 - 1.509	Red
1.509 - 1.609	Orange
1.609 - 1.709	Yellow
1.709 - 1.809	Light Green
1.809 - 1.909	Green
1.909 - 2.009	Light Blue
2.009 - 2.109	Blue
2.109 - 2.209	Dark Blue
2.209 - 2.309	Very Dark Blue
2.309 - 2.409	Black
2.409 - 2.509	Dark Grey
2.509 - 2.609	Medium Grey
2.609 - 2.709	Light Grey
2.709 - 2.809	White
≥ 2.809	White

SEZIONE 6



B) Sezione 06 Lotto I°: Verifica Lungo Termine TE + SLV | Fs min (Morgerstern Price) opt = 1.122

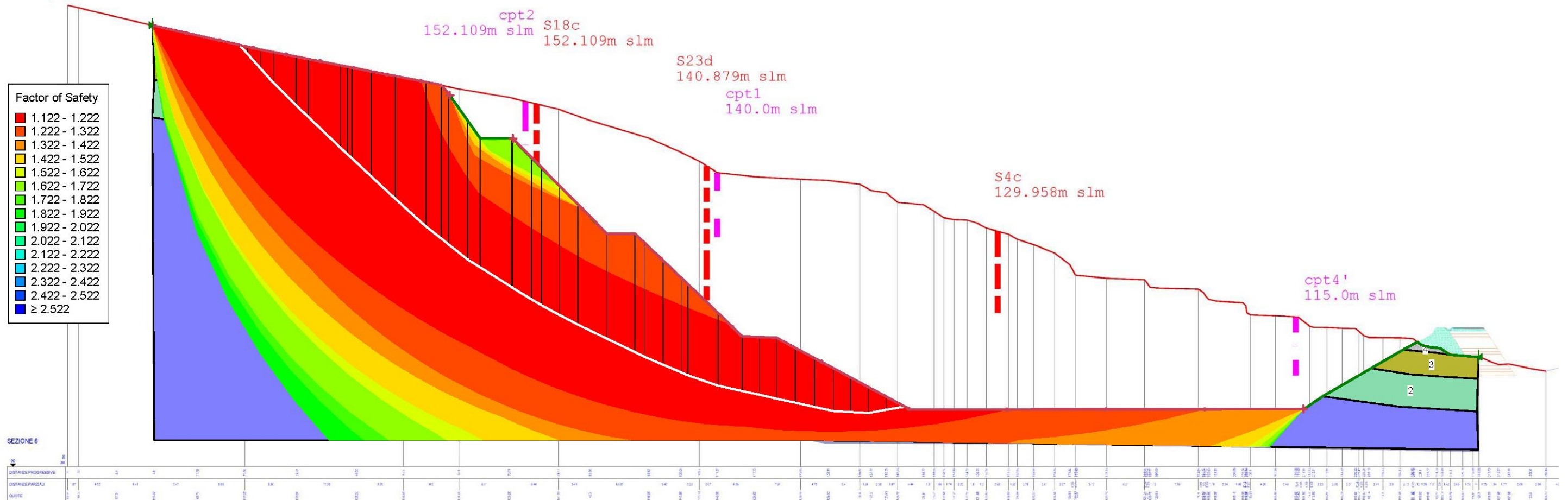
GeoStudio 2019

Sezione I LOTTO

1.122

Linea Sismica 01

Factor of Safety	
1.122 - 1.222	Red
1.222 - 1.322	Orange
1.322 - 1.422	Yellow
1.422 - 1.522	Light Green
1.522 - 1.622	Green
1.622 - 1.722	Light Blue
1.722 - 1.822	Blue
1.822 - 1.922	Dark Blue
1.922 - 2.022	Very Dark Blue
2.022 - 2.122	Black
2.122 - 2.222	White
2.222 - 2.322	Light Grey
2.322 - 2.422	Medium Grey
2.422 - 2.522	Dark Grey
≥ 2.522	Black

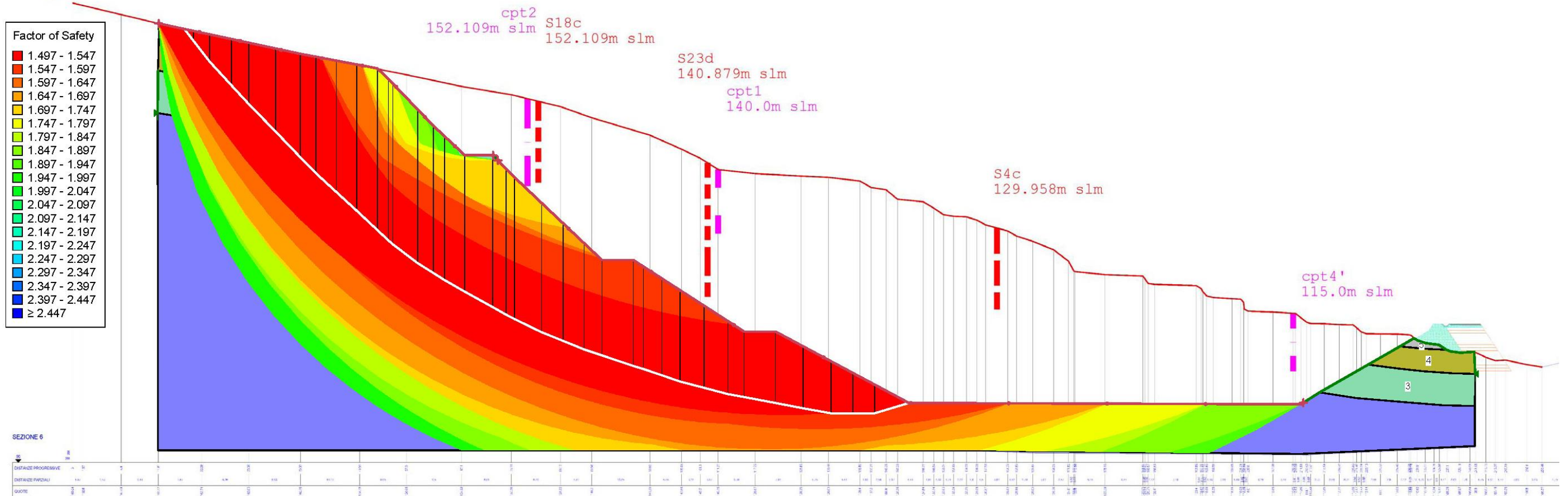


C) Sezione 06 Lotto II°: Verifica Lungo Termine TE | Fs min (Morgernstern Price) opt = 1.497

GeoStudio 2019

Sezione II LOTTO

Linea Sismica 01

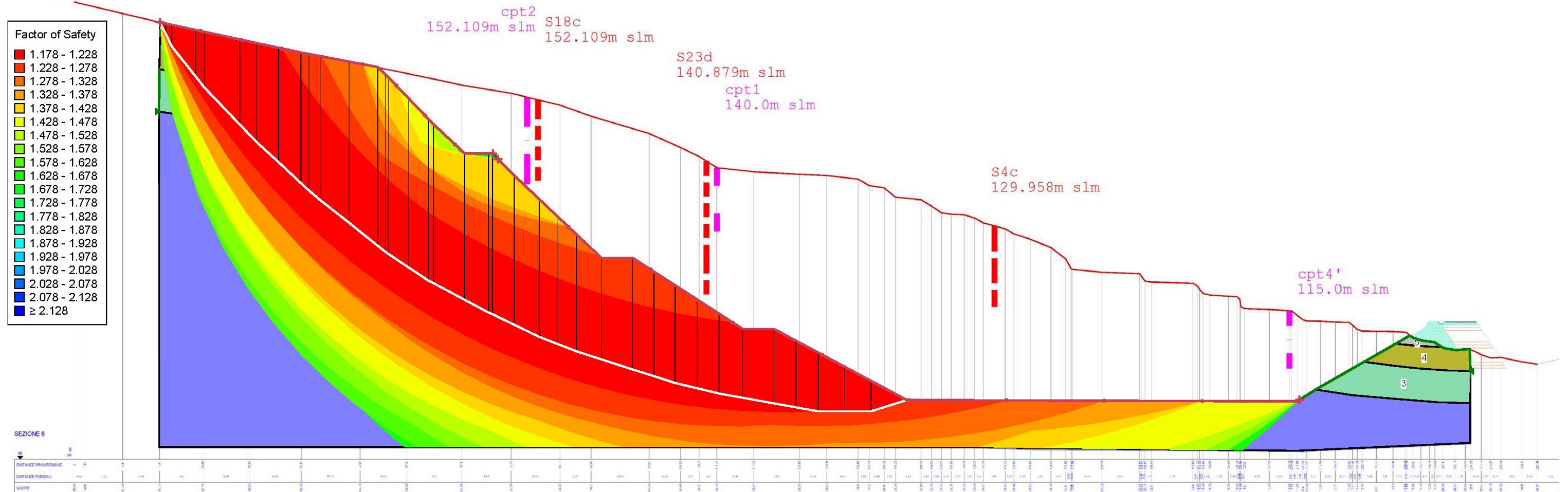


D) Sezione 06 Lotto II°: Verifica Lungo Termine TE + SLV | Fs min (Morgernstern Price) opt = 1.178

GeoStudio 2019

Sezione II LOTTO

Linea Sismica 01

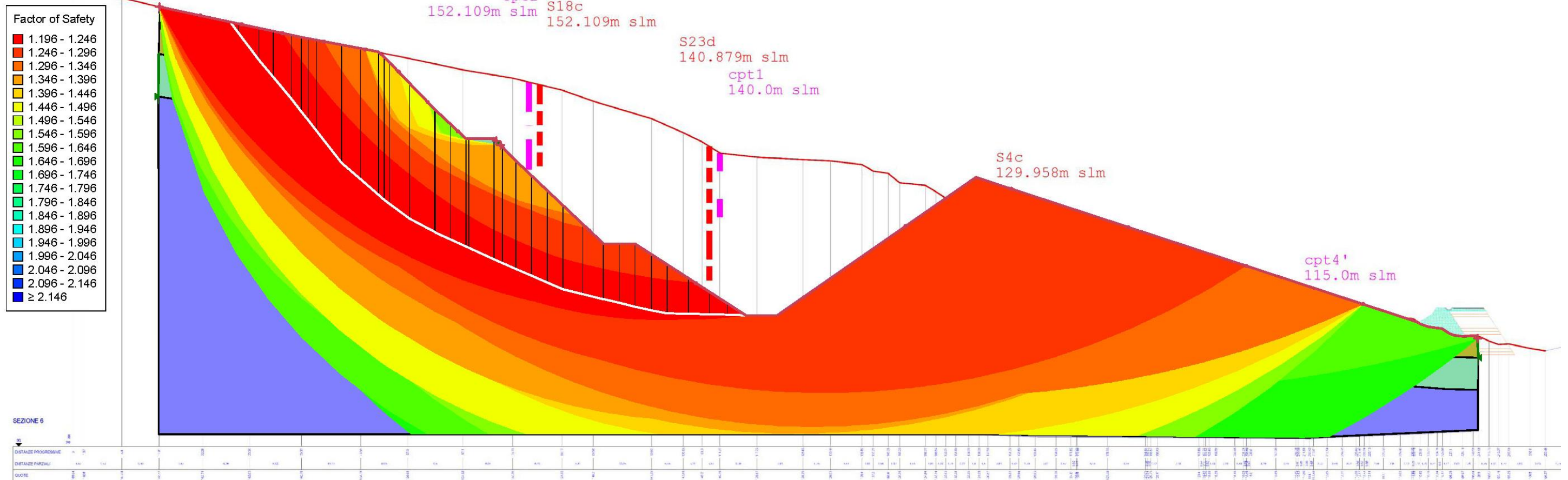


E) Sezione 06 Lotto II°: Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto | Fs min (Morgenstern Price) opt = 1.196

GeoStudio 2019

Sezione II LOTTO

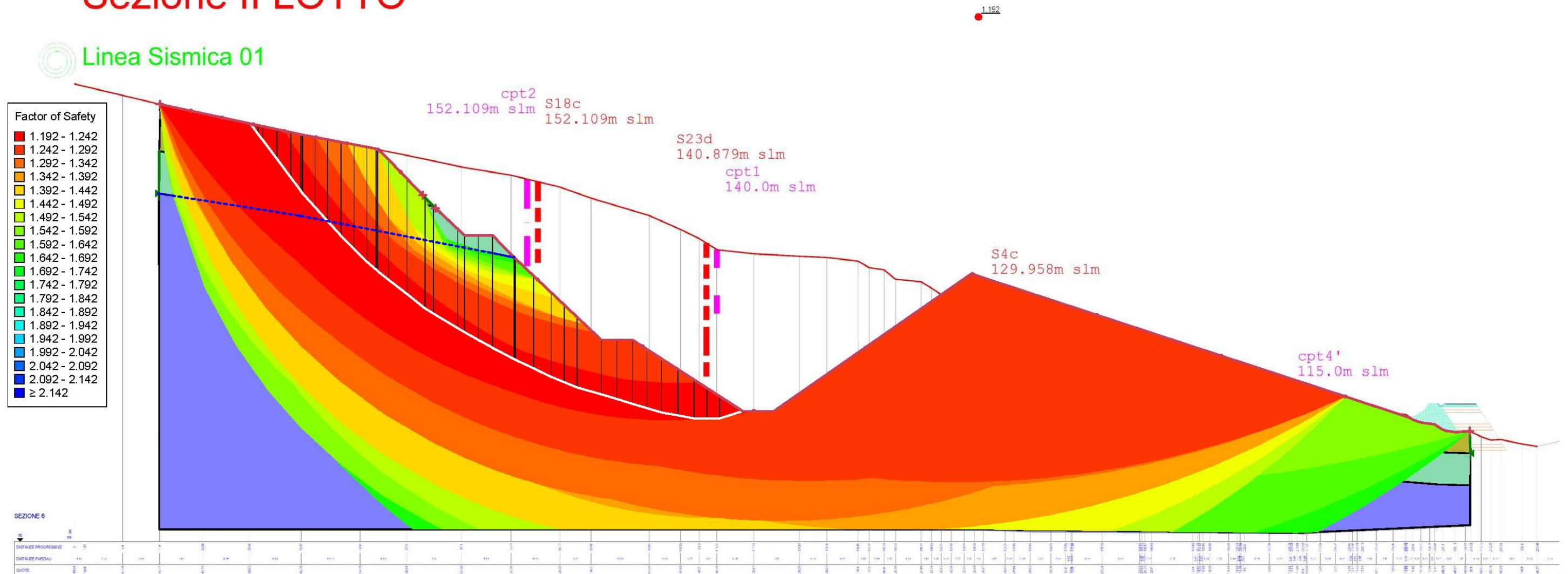
Linea Sismica 01



F) Sezione 06 Lotto II°: Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto + falda | F_s min (Morgernstern Price) opt = 1.192

GeoStudio 2019

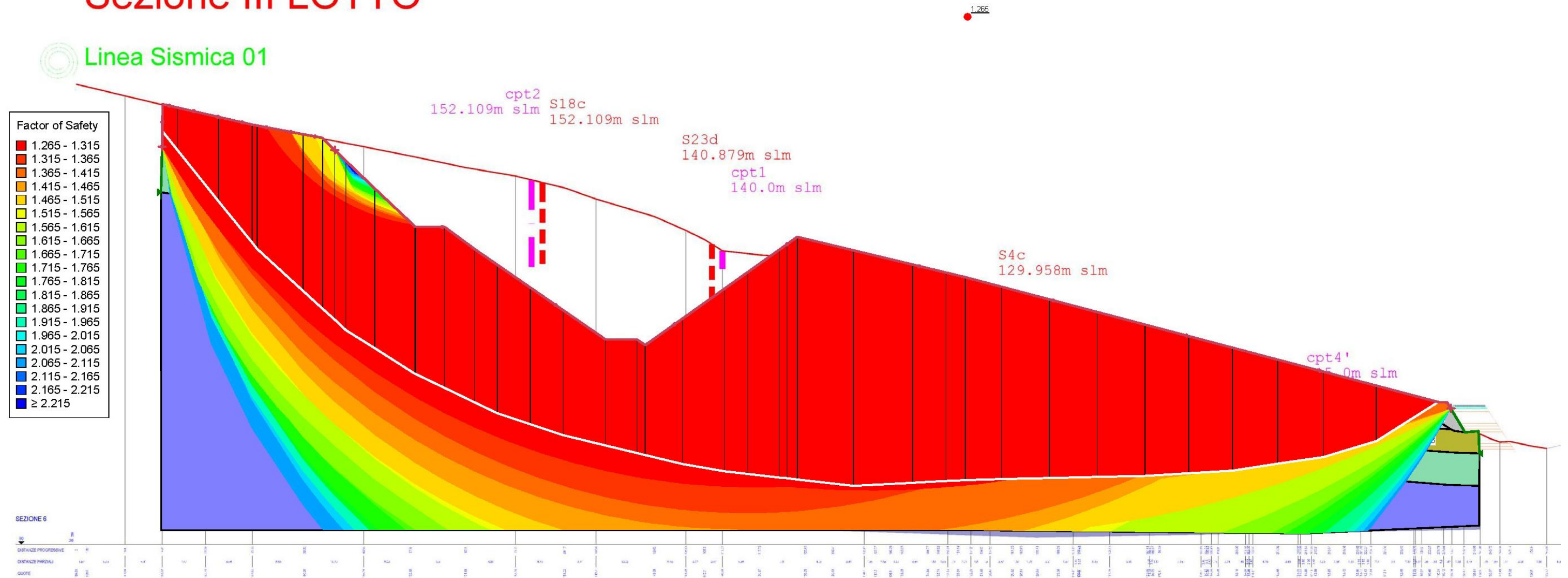
Sezione II LOTTO



G) Sezione 06 Lotto III°: Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto | Fs min (Morgernstern Price) opt = 1.265

GeoStudio 2019

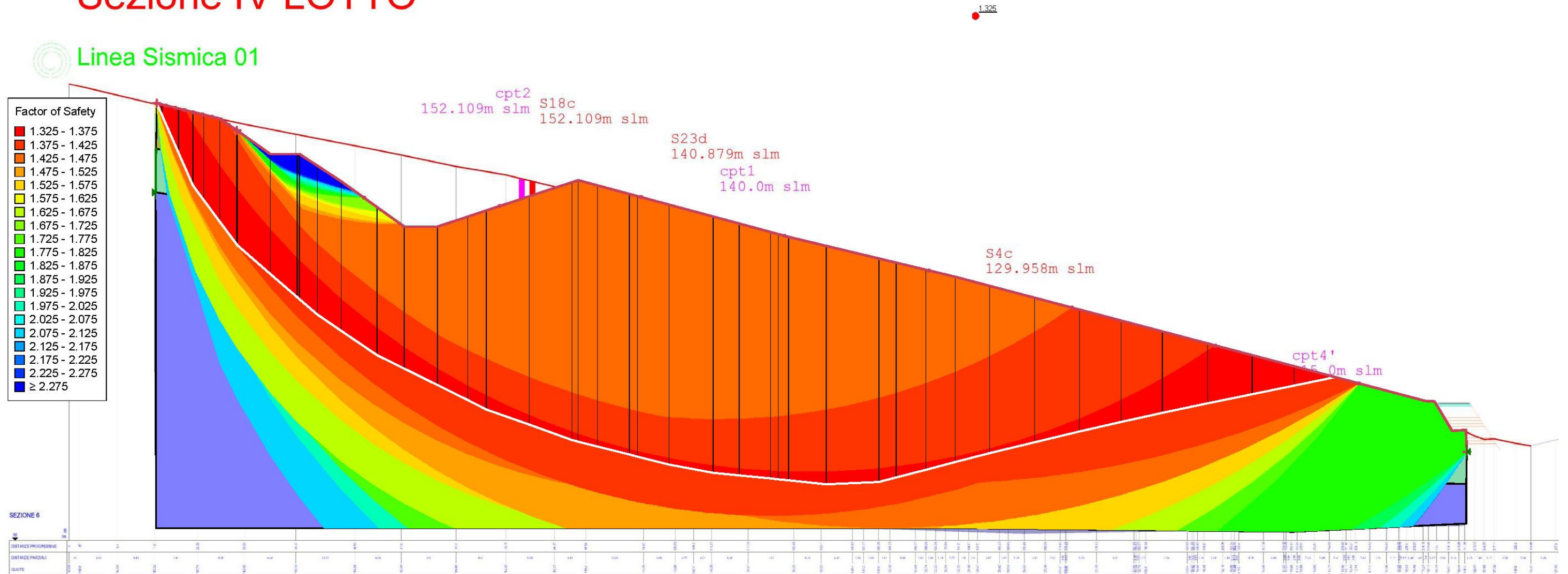
Sezione III LOTTO



H) Sezione 06 Lotto IV°: Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto | Fs min (Morgernstern Price) opt = 1.325

GeoStudio 2019

Sezione IV LOTTO



Report di calcolo A)**SLOPE/W**

Report generated using GeoStudio 2019. Copyright © 1991-2018 GEOSLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 10.00

Last Edited By: Alessandro Mascitti

Revision Number: 1

Date: 11-Jan-19

Time: 07:38:35 PM

Tool Version: 10.0.0.17401

File Name: sez06 Lotto I° - TE.gsz

Directory: F:\ARCHIVIO\Lavori Alessandro\2018\45.2018 Ampliamento Discarica San Biagio (FM)\verifiche
stabilità\Geostudio 2019\

Last Solved Date: 11-Jan-19

Last Solved Time: 07:38:39 PM

Project Settings

Unit System: International System of Units (SI)

Analysis Settings

Analysis Settings

SLOPE/W

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions from: (none)

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Optimizations Settings

Maximum Iterations: 2,000

Convergence Tolerance: 1e-07

Starting Points: 8

Ending Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Tension Crack Option: (none)

Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Geometry Settings

Minimum Slip Surface Depth: 0.2 m

Number of Slices: 30

Factor of Safety Convergence Settings

Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in F of S: 0.01

Solution Settings

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

unità D1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 4 kPa

Phi': 19 °

Phi-B: 0 °

unità D2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 5 kPa

Phi': 24 °

Phi-B: 0 °

unità D3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 7 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

unità a1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion': 9.6 kPa

Phi': 25.6 °

Phi-B: 19 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

unità a2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21.2 kN/m³

Cohesion': 16.8 kPa

Phi': 26.8 °

Phi-B: 20 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

Slip Surface Entry and Exit

Left Type: Range

Left-Zone Left Coordinate: (-34.39843, -12.324511) m

Left-Zone Right Coordinate: (-21.664771, -15.325307) m

Left-Zone Increment: 9

Right Type: Range

Right-Zone Left Coordinate: (-18.957736, -17.187254) m

Right-Zone Right Coordinate: (14.93515, -28.779091) m

Right-Zone Increment: 9

Radius Increments: 9

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-34.39843, -12.324511) m

Right Coordinate: (22.43512, -26.548287) m

Points

	X	Y
Point 1	-34.41445 m	-16.26239 m
Point 2	-26.04778 m	-17.61239 m
Point 3	-18.16445 m	-19.16239 m
Point 4	-11.71445 m	-24.16239 m
Point 5	-10.21445 m	-24.61239 m
Point 6	-9.13112 m	-25.66239 m
Point 7	-7.66445 m	-25.71239 m
Point 8	-1.91445 m	-28.81239 m
Point 9	14.95222 m	-28.779057 m
Point 10	15.75222 m	-28.229057 m
Point 11	19.03555 m	-28.679057 m
Point 12	22.36888 m	-28.879057 m
Point 13	22.41888 m	-30.529057 m
Point 14	-5.71445 m	-30.129057 m
Point 15	-17.13112 m	-30.129057 m
Point 16	-23.24778 m	-30.129057 m
Point 17	-28.96445 m	-30.129057 m
Point 18	-34.33112 m	-30.129057 m
Point 19	-34.39394 m	-12.736322 m
Point 20	-21.71872 m	-15.249142 m
Point 21	17.83683 m	-27.035467 m
Point 22	19.48641 m	-27.291877 m
Point 23	20.85393 m	-27.394441 m
Point 24	22.40948 m	-27.471364 m
Point 25	19.20435 m	-26.240595 m
Point 26	20.59752 m	-26.3688 m
Point 27	21.2129 m	-26.445723 m
Point 28	22.43512 m	-26.548287 m
Point 29	19.8204 m	-25.906329 m
Point 30	20.00676 m	-26.042693 m
Point 31	20.34313 m	-26.117693 m
Point 32	20.81358 m	-26.172238 m
Point 33	-34.39843 m	-12.324511 m
Point 34	-29.76856 m	-13.356979 m
Point 35	-25.85947 m	-14.136199 m
Point 36	-22.04129 m	-14.876459 m
Point 37	-13.7296 m	-21.263905 m

Point 38	-14.933264 m	-21.263905 m
Point 39	-18.983142 m	-17.161519 m
Point 40	-20.36414 m	-17.161519 m
Point 41	-34.335661 m	-14.657844 m

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 887 of 1001 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 1,001

Factor of Safety: 1.409

Volume: 101.97789 m³

Weight: 2,126.0501 kN

Resisting Moment: 46,014.762 kN·m

Activating Moment: 32,657.04 kN·m

Resisting Force: 1,257.6321 kN

Activating Force: 892.49494 kN

Slip Rank: 1 of 1,001 slip surfaces

Exit: (-1.9539139, -28.791114) m

Entry: (-29.100995, -13.490048) m

Radius: 19.342565 m

Center: (-1.8128261, 2.5685841) m

Slip Slices

	X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material
Slice 1	-28.972443 m	-13.663325 m	0 kPa	-0.76645228 kPa	-0.26391069 kPa	4 kPa	0 kPa	unità D1
Slice 2	-28.648309 m	-14.100225 m	0 kPa	2.24507 kPa	1.0468934 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 3	-28.110264 m	-14.76227 m	0 kPa	10.327297 kPa	4.8156976 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 4	-27.425337 m	-15.559111 m	0 kPa	18.421261 kPa	8.5899749 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 5	-26.909641 m	-16.159071 m	0 kPa	23.011195 kPa	11.025118 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 6	-26.297939 m	-16.828417 m	0 kPa	31.137477 kPa	14.918579 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 7	-25.656556 m	-17.512717 m	0 kPa	37.856684 kPa	18.137884 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 8	-25.317499 m	-17.874461 m	0 kPa	38.355743 kPa	19.37488 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 9	-24.798834 m	-18.428573 m	0 kPa	43.712303 kPa	22.080673 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 10	-24.033792 m	-19.246288 m	0 kPa	51.380467 kPa	25.954141 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 11	-23.248776 m	-20.041141 m	0 kPa	62.235657 kPa	31.437492 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 12	-22.443785 m	-20.813134 m	0 kPa	69.202703 kPa	34.956801 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 13	-21.880005 m	-21.353804 m	0 kPa	72.262727 kPa	36.50253 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 14	-21.702426 m	-21.524104 m	0 kPa	71.795131 kPa	36.26633 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 15	-21.025136 m	-22.051202 m	0 kPa	75.369819 kPa	38.072035 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 16	-20.296573 m	-22.614955 m	0 kPa	71.035263 kPa	35.882493 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 17	-19.606074 m	-23.100028 m	0 kPa	82.371245 kPa	41.60871 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 18	-18.573796 m	-23.817217 m	0 kPa	87.065864 kPa	43.980133 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 19	-17.997022 m	-24.217938 m	0 kPa	84.700698 kPa	42.785402 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 20	-17.448026 m	-24.548341 m	0 kPa	91.096444 kPa	46.016125 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 21	-16.684887 m	-24.976503 m	0 kPa	86.472729 kPa	43.680518 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 22	-15.921748 m	-25.404666 m	0 kPa	81.942301 kPa	41.392035 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 23	-15.236721 m	-25.757748 m	0 kPa	84.880651 kPa	42.876302 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 24	-14.408342 m	-26.137192 m	0 kPa	87.206808 kPa	44.051328 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 25	-13.80651 m	-26.413448 m	0 kPa	92.069381 kPa	46.507591 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 26	-13.372785 m	-26.615408 m	0 kPa	90.261481 kPa	45.594355 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 27	-12.659155 m	-26.947703 m	0 kPa	85.19206 kPa	43.033606 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 28	-12.008395 m	-27.231627 m	0 kPa	85.004144 kPa	42.938683 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 29	-11.224451 m	-27.545734 m	0 kPa	77.841318 kPa	39.320479 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 30	-10.474451 m	-27.823739 m	0 kPa	76.327197 kPa	38.555641 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 31	-10.069743 m	-27.950869 m	0 kPa	71.282433 kPa	36.007348 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 32	-9.5280785 m	-28.089067 m	0 kPa	68.751046 kPa	34.728652 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 33	-8.7644525 m	-28.267473 m	0 kPa	63.489822 kPa	32.071017 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 34	-8.0311175 m	-28.438802 m	0 kPa	65.558141 kPa	33.1158 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 35	-7.153437 m	-28.643854 m	0 kPa	62.448756 kPa	31.545137 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 36	-6.131411 m	-28.88263 m	0 kPa	54.214606 kPa	27.385768 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 37	-5.2298952 m	-29.021652 m	0 kPa	52.67779 kPa	26.609467 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 38	-4.4488895 m	-29.060919 m	0 kPa	41.342496 kPa	20.883597 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 39	-3.6678838 m	-29.100186 m	0 kPa	30.442919 kPa	15.377825 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 40	-2.6156474 m	-28.955467 m	0 kPa	17.799167 kPa	8.9910064 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Report di calcolo B)

SLOPE/W

Report generated using GeoStudio 2019. Copyright © 1991-2018 GEOSLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 10.00
Last Edited By: Alessandro Mascitti
Revision Number: 1
Date: 11-Jan-19
Time: 07:24:18 PM
Tool Version: 10.0.0.17401
File Name: sez06 Lotto I° - TE+SLV.gsz
Directory: F:\ARCHIVIO\Lavori Alessandro\2018\45.2018 Ampliamento Discarica San Biagio (FM)\verifiche
stabilità\Geostudio 2019\
Last Solved Date: 11-Jan-19
Last Solved Time: 07:24:28 PM

Project Settings

Unit System: International System of Units (SI)

Analysis Settings

SLOPE/W

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions from: (none)
Staged Pseudo Static Analysis Option: Effective Stress Strengths
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
Slip Surface
Direction of movement: Left to Right
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Optimize Critical Slip Surface Location: Yes
Optimizations Settings
Maximum Iterations: 2,000
Convergence Tolerance: 1e-07
Starting Points: 8
Ending Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Tension Crack Option: (none)
Distribution
F of S Calculation Option: Constant
Advanced
Geometry Settings
Minimum Slip Surface Depth: 0.2 m
Number of Slices: 30
Factor of Safety Convergence Settings
Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in F of S: 0.01

Solution Settings

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

unità D1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 4 kPa

Phi': 19 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 5 kPa

Phi': 24 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 7 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità a1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion': 9.6 kPa

Phi': 25.6 °

Phi-B: 19 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

unità a2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21.2 kN/m³

Cohesion': 16.8 kPa

Phi': 26.8 °

Phi-B: 20 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

Slip Surface Entry and Exit

Left Type: Range

Left-Zone Left Coordinate: (-34.39843, -12.324511) m

Left-Zone Right Coordinate: (-21.664771, -15.325307) m

Left-Zone Increment: 9

Right Type: Range

Right-Zone Left Coordinate: (-18.957736, -17.187254) m

Right-Zone Right Coordinate: (14.93515, -28.779091) m

Right-Zone Increment: 9

Radius Increments: 9

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-34.39843, -12.324511) m

Right Coordinate: (22.43512, -26.548287) m

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.126

Vert Seismic Coef.: 0.063

Points

	X	Y
Point 1	-34.41445 m	-16.26239 m
Point 2	-26.04778 m	-17.61239 m
Point 3	-18.16445 m	-19.16239 m
Point 4	-11.71445 m	-24.16239 m
Point 5	-10.21445 m	-24.61239 m
Point 6	-9.13112 m	-25.66239 m
Point 7	-7.66445 m	-25.71239 m
Point 8	-1.91445 m	-28.81239 m
Point 9	14.95222 m	-28.779057 m
Point 10	15.75222 m	-28.229057 m
Point 11	19.03555 m	-28.679057 m
Point 12	22.36888 m	-28.879057 m
Point 13	22.41888 m	-30.529057 m
Point 14	-5.71445 m	-30.129057 m
Point 15	-17.13112 m	-30.129057 m
Point 16	-23.24778 m	-30.129057 m
Point 17	-28.96445 m	-30.129057 m
Point 18	-34.33112 m	-30.129057 m
Point 19	-34.39394 m	-12.736322 m
Point 20	-21.71872 m	-15.249142 m
Point 21	17.83683 m	-27.035467 m
Point 22	19.48641 m	-27.291877 m
Point 23	20.85393 m	-27.394441 m
Point 24	22.40948 m	-27.471364 m
Point 25	19.20435 m	-26.240595 m
Point 26	20.59752 m	-26.3688 m
Point 27	21.2129 m	-26.445723 m

Point 28	22.43512 m	-26.548287 m
Point 29	19.8204 m	-25.906329 m
Point 30	20.00676 m	-26.042693 m
Point 31	20.34313 m	-26.117693 m
Point 32	20.81358 m	-26.172238 m
Point 33	-34.39843 m	-12.324511 m
Point 34	-29.76856 m	-13.356979 m
Point 35	-25.85947 m	-14.136199 m
Point 36	-22.04129 m	-14.876459 m
Point 37	-13.7296 m	-21.263905 m
Point 38	-14.933264 m	-21.263905 m
Point 39	-18.983142 m	-17.161519 m
Point 40	-20.36414 m	-17.161519 m
Point 41	-34.335661 m	-14.657844 m

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 889 of 1001 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 1,001

Factor of Safety: 1.122

Volume: 106.30835 m³

Weight: 2,210.9611 kN

Resisting Moment: 47,774.393 kN·m

Activating Moment: 42,542.914 kN·m

Resisting Force: 1,322.3314 kN

Activating Force: 1,180.2756 kN

Slip Rank: 1 of 1,001 slip surfaces

Exit: (-2.1618794, -28.678993) m

Entry: (-30.689399, -13.15163) m

Radius: 19.638373 m

Center: (-1.8128261, 2.5685841) m

Slip Slices

	X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material
Slice 1	-30.516483 m	-13.345463 m	0 kPa	-0.60891433 kPa	-0.20966602 kPa	4 kPa	0 kPa	unità D1
Slice 2	-30.056064 m	-13.861576 m	0 kPa	3.1938922 kPa	1.4893364 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 3	-29.493608 m	-14.492067 m	0 kPa	9.9074176 kPa	4.6199047 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 4	-28.735251 m	-15.274166 m	0 kPa	18.920909 kPa	8.8229649 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 5	-27.99122 m	-16.003549 m	0 kPa	24.656264 kPa	11.813302 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 6	-27.041812 m	-16.91109 m	0 kPa	33.927933 kPa	16.255542 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 7	-26.200404 m	-17.707621 m	0 kPa	38.489526 kPa	19.442458 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 8	-25.953625 m	-17.941238 m	0 kPa	40.661192 kPa	20.539446 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 9	-25.452265 m	-18.415858 m	0 kPa	44.944341 kPa	22.70302 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 10	-24.518888 m	-19.284482 m	0 kPa	53.492805 kPa	27.02116 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 11	-23.346254 m	-20.35362 m	0 kPa	62.839772 kPa	31.742653 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 12	-22.370542 m	-21.200463 m	0 kPa	76.054032 kPa	38.417656 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 13	-21.880005 m	-21.58908 m	0 kPa	77.573273 kPa	39.18508 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 14	-21.306663 m	-22.043298 m	0 kPa	73.915156 kPa	37.337232 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 15	-20.629372 m	-22.537179 m	0 kPa	79.525189 kPa	40.171064 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 16	-19.694754 m	-23.127189 m	0 kPa	83.468722 kPa	42.163085 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 17	-19.004255 m	-23.562582 m	0 kPa	92.255118 kPa	46.601414 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 18	-18.573796 m	-23.823949 m	0 kPa	90.400733 kPa	45.664696 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 19	-17.950678 m	-24.202294 m	0 kPa	87.362714 kPa	44.130082 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 20	-17.34552 m	-24.53985 m	0 kPa	91.087085 kPa	46.011397 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 21	-16.562751 m	-24.955363 m	0 kPa	86.422266 kPa	43.655028 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 22	-15.552315 m	-25.46063 m	0 kPa	84.632061 kPa	42.75073 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 23	-14.331432 m	-26.047375 m	0 kPa	86.042963 kPa	43.463428 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 24	-13.527487 m	-26.433743 m	0 kPa	90.568597 kPa	45.74949 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 25	-12.922642 m	-26.702963 m	0 kPa	91.77107 kPa	46.356903 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 26	-12.117181 m	-27.047136 m	0 kPa	85.465658 kPa	43.17181 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 27	-11.587085 m	-27.273645 m	0 kPa	81.21818 kPa	41.026255 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 28	-10.837085 m	-27.542662 m	0 kPa	81.244681 kPa	41.039641 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 29	-10.176756 m	-27.770247 m	0 kPa	73.688957 kPa	37.222971 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 30	-9.635091 m	-27.894448 m	0 kPa	76.173528 kPa	38.478018 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 31	-8.7644525 m	-28.086569 m	0 kPa	67.833141 kPa	34.264985 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 32	-8.0311175 m	-28.248392 m	0 kPa	69.080451 kPa	34.895047 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 33	-7.256805 m	-28.419258 m	0 kPa	65.703909 kPa	33.189433 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 34	-6.441515 m	-28.599165 m	0 kPa	57.826663 kPa	29.210349 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 35	-5.626225 m	-28.779073 m	0 kPa	49.889504 kPa	25.201002 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 36	-4.8444762 m	-28.888519 m	0 kPa	48.421406 kPa	24.459412 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 37	-4.0962688 m	-28.927502 m	0 kPa	36.253332 kPa	18.312876 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 38	-3.3320936 m	-28.879994 m	0 kPa	29.287843 kPa	14.794354 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 39	-2.5519508 m	-28.745993 m	0 kPa	11.121322 kPa	5.617784 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Report di calcolo C)**SLOPE/W**

Report generated using GeoStudio 2019. Copyright © 1991-2018 GEOSLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 10.00
Last Edited By: Alessandro Mascitti
Revision Number: 1
Date: 11-Jan-19
Time: 07:45:53 PM
Tool Version: 10.0.0.17401
File Name: sez06 Lotto II° - TE.gsz
Directory: F:\ARCHIVIO\Lavori Alessandro\2018\45.2018 Ampliamento Discarica San Biagio (FM)\verifiche
stabilità\Geostudio 2019\
Last Solved Date: 11-Jan-19
Last Solved Time: 07:45:57 PM

Project Settings

Unit System: International System of Units (SI)

Analysis Settings**SLOPE/W**

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions from: (none)
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
Slip Surface
Direction of movement: Left to Right
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Optimize Critical Slip Surface Location: Yes
Optimizations Settings
Maximum Iterations: 2,000
Convergence Tolerance: 1e-07
Starting Points: 8
Ending Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Tension Crack Option: (none)
Distribution
F of S Calculation Option: Constant
Advanced
Geometry Settings
Minimum Slip Surface Depth: 0.2 m
Number of Slices: 30
Factor of Safety Convergence Settings
Maximum Number of Iterations: 100
Tolerable difference in F of S: 0.01

Solution Settings

Search Method: [Root Finder](#)

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

unità D1

Model: [Mohr-Coulomb](#)Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 4 kPa

Phi': 19 °

Phi-B: 0 °

unità D2

Model: [Mohr-Coulomb](#)Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 5 kPa

Phi': 24 °

Phi-B: 0 °

unità D3

Model: [Mohr-Coulomb](#)Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 7 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

unità a1

Model: [Mohr-Coulomb](#)Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion': 9.6 kPa

Phi': 25.6 °

Phi-B: 19 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

unità a2

Model: [Mohr-Coulomb](#)Unit Weight: 21.2 kN/m³

Cohesion': 16.8 kPa

Phi': 26.8 °

Phi-B: 20 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

Slip Surface Entry and Exit

Left Type: [Range](#)

Left-Zone Left Coordinate: (-34.53203, -12.357797) m

Left-Zone Right Coordinate: (-20.117131, -18.049504) m

Left-Zone Increment: 9

Right Type: [Range](#)

Right-Zone Left Coordinate: (-19.900633, -18.267015) m

Right-Zone Right Coordinate: (14.838143, -28.708985) m

Right-Zone Increment: 9

Radius Increments: 9

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-34.57376, -16.220615) m

Right Coordinate: (22.25541, -27.465227) m

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0

Vert Seismic Coef.: 0

Points

	X	Y
Point 1	-34.57376 m	-16.220615 m
Point 2	-28.44389 m	-17.194641 m
Point 3	-19.18415 m	-18.986849 m
Point 4	-15.41791 m	-22.571264 m
Point 5	-14.05428 m	-22.571264 m
Point 6	-9.28804 m	-25.649186 m
Point 7	-7.92441 m	-25.649186 m
Point 8	-2.17116 m	-28.727109 m
Point 9	14.72495 m	-28.779057 m
Point 10	15.54313 m	-28.272563 m
Point 11	17.12754 m	-28.506329 m
Point 12	18.94572 m	-28.662173 m
Point 13	20.89378 m	-28.818018 m
Point 14	22.23144 m	-28.856979 m
Point 15	22.23144 m	-30.571264 m
Point 16	14.72495 m	-30.921914 m
Point 17	0.54313 m	-30.76607 m
Point 18	-6.37895 m	-30.76607 m
Point 19	-11.01531 m	-30.76607 m
Point 20	-15.4309 m	-30.76607 m
Point 21	-18.15817 m	-30.76607 m
Point 22	-27.15817 m	-30.76607 m
Point 23	-34.56077 m	-30.76607 m
Point 24	-34.52181 m	-12.805031 m
Point 25	-24.6257 m	-14.753083 m
Point 26	-34.53203 m	-12.357797 m
Point 27	-28.41786 m	-13.680631 m
Point 28	-25.1029 m	-14.306616 m
Point 29	17.62775 m	-27.066291 m
Point 30	18.95754 m	-27.241823 m
Point 31	20.03201 m	-27.353525 m
Point 32	21.25541 m	-27.433312 m
Point 33	22.25541 m	-27.465227 m
Point 34	18.99477 m	-26.284376 m
Point 35	20.11179 m	-26.38012 m
Point 36	21.00541 m	-26.427993 m
Point 37	21.17562 m	-26.491823 m

Point 38	21.62775 m	-26.555652 m
Point 39	22.21286 m	-26.50778 m
Point 40	19.60739 m	-25.926392 m
Point 41	19.76883 m	-26.02984 m
Point 42	19.94438 m	-26.086267 m
Point 43	20.1215 m	-26.147395 m
Point 44	20.44595 m	-26.189715 m
Point 45	20.67792 m	-26.213226 m
Point 46	-20.13152 m	-18.035048 m
Point 47	-21.339993 m	-18.035048 m
Point 48	-22.684628 m	-16.775516 m
Point 49	-34.565075 m	-14.392619 m

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 813 of 1001 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 1,001

Factor of Safety: 1.497

Volume: 126.58697 m³

Weight: 2,641.9004 kN

Resisting Moment: 61,137.887 kN·m

Activating Moment: 40,835.464 kN·m

Resisting Force: 1,567.9505 kN

Activating Force: 1,047.3479 kN

Slip Rank: 1 of 1,001 slip surfaces

Exit: (-2.1794233, -28.722688) m

Entry: (-33.418284, -12.598762) m

Radius: 20.917598 m

Center: (-3.8835386, 5.2745721) m

Slip Slices

	X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material
Slice 1	-33.227819 m	-12.848004 m	0 kPa	0.31471752 kPa	0.10836593 kPa	4 kPa	0 kPa	unità D1
Slice 2	-32.68974 m	-13.552136 m	0 kPa	6.2282445 kPa	2.9042781 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 3	-31.871915 m	-14.517066 m	0 kPa	17.775507 kPa	8.2888551 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 4	-31.024823 m	-15.435911 m	0 kPa	25.98659 kPa	12.450688 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 5	-30.072212 m	-16.436051 m	0 kPa	37.119211 kPa	17.784546 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 6	-28.957171 m	-17.581314 m	0 kPa	45.470618 kPa	22.968862 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 7	-28.088493 m	-18.473536 m	0 kPa	54.157944 kPa	27.357146 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 8	-27.316422 m	-19.220821 m	0 kPa	64.678655 kPa	32.67154 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 9	-26.431013 m	-20.038802 m	0 kPa	72.450757 kPa	36.597511 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 10	-25.545604 m	-20.856783 m	0 kPa	80.084643 kPa	40.453664 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 11	-24.8643 m	-21.486204 m	0 kPa	83.817426 kPa	42.339228 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 12	-24.530502 m	-21.794582 m	0 kPa	83.618354 kPa	42.23867 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 13	-23.902289 m	-22.286662 m	0 kPa	90.300147 kPa	45.613886 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 14	-23.026951 m	-22.908354 m	0 kPa	94.37227 kPa	47.670864 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 15	-22.447487 m	-23.276624 m	0 kPa	91.685847 kPa	46.313854 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 16	-21.775169 m	-23.670998 m	0 kPa	93.467631 kPa	47.213898 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 17	-20.735757 m	-24.252982 m	0 kPa	97.058054 kPa	49.027551 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 18	-19.837048 m	-24.756184 m	0 kPa	101.17465 kPa	51.106991 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 19	-19.363363 m	-25.009728 m	0 kPa	103.30389 kPa	52.18255 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 20	-18.599904 m	-25.38744 m	0 kPa	98.180681 kPa	49.594631 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 21	-17.556297 m	-25.860458 m	0 kPa	98.267728 kPa	49.638601 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 22	-16.637577 m	-26.228395 m	0 kPa	90.284397 kPa	45.605931 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 23	-15.798063 m	-26.538904 m	0 kPa	87.648863 kPa	44.274626 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 24	-14.736095 m	-26.892397 m	0 kPa	88.509638 kPa	44.709435 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 25	-13.845418 m	-27.188873 m	0 kPa	92.290578 kPa	46.619325 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 26	-13.238088 m	-27.391832 m	0 kPa	88.885731 kPa	44.899414 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 27	-12.441154 m	-27.658703 m	0 kPa	84.533369 kPa	42.700877 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 28	-11.528891 m	-27.927334 m	0 kPa	83.651333 kPa	42.255329 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 29	-10.501302 m	-28.197725 m	0 kPa	75.415137 kPa	38.094927 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 30	-9.6377735 m	-28.398499 m	0 kPa	72.294074 kPa	36.518364 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 31	-8.606225 m	-28.591925 m	0 kPa	70.229851 kPa	35.47565 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 32	-7.3275685 m	-28.831686 m	0 kPa	66.516319 kPa	33.59981 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 33	-6.1338855 m	-29.055514 m	0 kPa	55.811397 kPa	28.192365 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 34	-5.066149 m	-29.167691 m	0 kPa	50.834235 kPa	25.67822 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 35	-4.124359 m	-29.168216 m	0 kPa	36.834574 kPa	18.606482 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 36	-2.9164437 m	-28.945584 m	0 kPa	20.672043 kPa	10.4422 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Report di calcolo D)**SLOPE/W**

Report generated using GeoStudio 2019. Copyright © 1991-2018 GEOSLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 10.00

Last Edited By: Alessandro Mascitti

Revision Number: 1

Date: 11-Jan-19

Time: 07:52:23 PM

Tool Version: 10.0.0.17401

File Name: sez06 Lotto II° - TE+SLV.gsz

Directory: F:\ARCHIVIO\Lavori Alessandro\2018\45.2018 Ampliamento Discarica San Biagio (FM)\verifiche
stabilità\Geostudio 2019\

Last Solved Date: 11-Jan-19

Last Solved Time: 07:52:33 PM

Project Settings

Unit System: International System of Units (SI)

Analysis Settings

SLOPE/W

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions from: (none)

Staged Pseudo Static Analysis Option: Effective Stress Strengths

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Optimizations Settings

Maximum Iterations: 2,000

Convergence Tolerance: 1e-07

Starting Points: 8

Ending Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Tension Crack Option: (none)

Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Geometry Settings

Minimum Slip Surface Depth: 0.2 m

Number of Slices: 30

Factor of Safety Convergence Settings

Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in F of S: 0.01

Solution Settings

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

unità D1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 4 kPa

Phi': 19 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 5 kPa

Phi': 24 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 7 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità a1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion': 9.6 kPa

Phi': 25.6 °

Phi-B: 19 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

unità a2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21.2 kN/m³

Cohesion': 16.8 kPa

Phi': 26.8 °

Phi-B: 20 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

Slip Surface Entry and Exit

Left Type: [Range](#)

Left-Zone Left Coordinate: (-34.53203, -12.357797) m

Left-Zone Right Coordinate: (-20.116898, -18.049738) m

Left-Zone Increment: 9

Right Type: [Range](#)

Right-Zone Left Coordinate: (-19.883955, -18.28377) m

Right-Zone Right Coordinate: (14.838143, -28.708985) m

Right-Zone Increment: 9

Radius Increments: 9

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-34.57376, -16.220615) m

Right Coordinate: (22.25541, -27.465227) m

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.126

Vert Seismic Coef.: 0.063

Points

	X	Y
Point 1	-34.57376 m	-16.220615 m
Point 2	-28.44389 m	-17.194641 m
Point 3	-19.18415 m	-18.986849 m
Point 4	-15.41791 m	-22.571264 m
Point 5	-14.05428 m	-22.571264 m
Point 6	-9.28804 m	-25.649186 m
Point 7	-7.92441 m	-25.649186 m
Point 8	-2.17116 m	-28.727109 m
Point 9	14.72495 m	-28.779057 m
Point 10	15.54313 m	-28.272563 m
Point 11	17.12754 m	-28.506329 m
Point 12	18.94572 m	-28.662173 m
Point 13	20.89378 m	-28.818018 m
Point 14	22.23144 m	-28.856979 m
Point 15	22.23144 m	-30.571264 m
Point 16	14.72495 m	-30.921914 m
Point 17	0.54313 m	-30.76607 m
Point 18	-6.37895 m	-30.76607 m
Point 19	-11.01531 m	-30.76607 m
Point 20	-15.4309 m	-30.76607 m
Point 21	-18.15817 m	-30.76607 m
Point 22	-27.15817 m	-30.76607 m
Point 23	-34.56077 m	-30.76607 m
Point 24	-34.52181 m	-12.805031 m
Point 25	-24.6257 m	-14.753083 m
Point 26	-34.53203 m	-12.357797 m

Point 27	-28.41786 m	-13.680631 m
Point 28	-25.1029 m	-14.306616 m
Point 29	17.62775 m	-27.066291 m
Point 30	18.95754 m	-27.241823 m
Point 31	20.03201 m	-27.353525 m
Point 32	21.25541 m	-27.433312 m
Point 33	22.25541 m	-27.465227 m
Point 34	18.99477 m	-26.284376 m
Point 35	20.11179 m	-26.38012 m
Point 36	21.00541 m	-26.427993 m
Point 37	21.17562 m	-26.491823 m
Point 38	21.62775 m	-26.555652 m
Point 39	22.21286 m	-26.50778 m
Point 40	19.60739 m	-25.926392 m
Point 41	19.76883 m	-26.02984 m
Point 42	19.94438 m	-26.086267 m
Point 43	20.1215 m	-26.147395 m
Point 44	20.44595 m	-26.189715 m
Point 45	20.67792 m	-26.213226 m
Point 46	-20.13152 m	-18.035048 m
Point 47	-21.339993 m	-18.035048 m
Point 48	-22.684628 m	-16.775516 m
Point 49	-34.565075 m	-14.392619 m

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 820 of 1001 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 1,001

Factor of Safety: 1.178

Volume: 144.16174 m³

Weight: 3,007.4659 kN

Resisting Moment: 70,983.56 kN·m

Activating Moment: 60,428.393 kN·m

Resisting Force: 1,784.3356 kN

Activating Force: 1,511.5699 kN

Slip Rank: 1 of 1,001 slip surfaces

Exit: (-2.1768706, -28.724054) m

Entry: (-34.53203, -12.357797) m

Radius: 21.392341 m

Center: (-4.6711042, 6.4906413) m

Slip Slices

	X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material
Slice 1	-34.412827 m	-12.603873 m	0 kPa	-1.6174955 kPa	-0.55694835 kPa	4 kPa	0 kPa	unità D1
Slice 2	-34.16031 m	-13.125155 m	0 kPa	0.83892768 kPa	0.3911984 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3

Slice 3	-33.507834 m	-14.054582 m	0 kPa	14.013551 kPa	6.5346262 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 4	-32.79901 m	-14.947804 m	0 kPa	20.93605 kPa	10.030874 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 5	-31.846532 m	-15.980991 m	0 kPa	33.925115 kPa	16.254192 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 6	-30.714679 m	-17.15939 m	0 kPa	41.009807 kPa	20.715544 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 7	-29.870205 m	-17.983765 m	0 kPa	51.788761 kPa	26.160386 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 8	-28.906313 m	-18.876142 m	0 kPa	59.187909 kPa	29.897964 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 9	-28.248112 m	-19.485508 m	0 kPa	64.073781 kPa	32.365996 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 10	-27.83687 m	-19.848968 m	0 kPa	70.457706 kPa	35.590748 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 11	-26.972258 m	-20.55049 m	0 kPa	79.509849 kPa	40.163315 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 12	-25.726019 m	-21.540925 m	0 kPa	87.7949 kPa	44.348395 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 13	-24.938981 m	-22.166415 m	0 kPa	91.656094 kPa	46.298824 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 14	-24.700381 m	-22.346746 m	0 kPa	100.6865 kPa	50.86041 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 15	-24.195501 m	-22.68516 m	0 kPa	98.455994 kPa	49.733701 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 16	-23.335102 m	-23.261873 m	0 kPa	94.750512 kPa	47.861928 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 17	-22.794766 m	-23.608436 m	0 kPa	105.11532 kPa	53.097567 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 18	-22.012311 m	-24.021962 m	0 kPa	100.8353 kPa	50.935574 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 19	-20.82114 m	-24.651492 m	0 kPa	102.34691 kPa	51.699145 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 20	-20.216904 m	-24.966898 m	0 kPa	113.32018 kPa	57.242141 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 21	-19.657835 m	-25.236622 m	0 kPa	110.95698 kPa	56.048402 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 22	-18.644149 m	-25.725679 m	0 kPa	104.69283 kPa	52.884155 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 23	-17.698905 m	-26.142595 m	0 kPa	109.67671 kPa	55.401695 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 24	-16.888422 m	-26.455374 m	0 kPa	103.14024 kPa	52.099885 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 25	-15.950545 m	-26.783115 m	0 kPa	102.20021 kPa	51.625039 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 26	-14.736095 m	-27.173813 m	0 kPa	102.00713 kPa	51.527511 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 27	-13.595239 m	-27.540834 m	0 kPa	104.91634 kPa	52.997055 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 28	-12.677158 m	-27.836187 m	0 kPa	100.06141 kPa	50.544657 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 29	-11.740284 m	-28.098847 m	0 kPa	102.80899 kPa	51.932557 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 30	-10.784618 m	-28.328814 m	0 kPa	94.261368 kPa	47.614843 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 31	-9.7974125 m	-28.534447 m	0 kPa	90.22788 kPa	45.577382 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 32	-8.606225 m	-28.746436 m	0 kPa	85.205711 kPa	43.040502 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 33	-7.4486552 m	-28.952441 m	0 kPa	81.261364 kPa	41.048068 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 34	-6.4971457 m	-29.121776 m	0 kPa	71.214537 kPa	35.973051 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 35	-5.448031 m	-29.206119 m	0 kPa	67.798294 kPa	34.247382 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 36	-4.301311 m	-29.205471 m	0 kPa	47.211329 kPa	23.848158 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 37	-2.9524108 m	-28.9646 m	0 kPa	27.263503 kPa	13.771787 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Report di calcolo E)

SLOPE/W

Report generated using GeoStudio 2019. Copyright © 1991-2018 GEOSLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 10.00
Last Edited By: Alessandro Mascitti
Revision Number: 3
Date: 11-Jan-19
Time: 08:15:45 PM
Tool Version: 10.0.0.17401
File Name: sez06 Lotto II° - TE+SLV+rifiuto.gsz
Directory: F:\ARCHIVIO\Lavori Alessandro\2018\45.2018 Ampliamento Discarica San Biagio (FM)\verifiche
stabilità\Geostudio 2019\
Last Solved Date: 11-Jan-19
Last Solved Time: 08:15:53 PM

Project Settings

Unit System: International System of Units (SI)

Analysis Settings

SLOPE/W

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions from: (none)
Staged Pseudo Static Analysis Option: Effective Stress Strengths
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
Slip Surface
Direction of movement: Left to Right
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Optimize Critical Slip Surface Location: Yes
Optimizations Settings
Maximum Iterations: 2,000
Convergence Tolerance: 1e-07
Starting Points: 8
Ending Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Tension Crack Option: (none)
Distribution
F of S Calculation Option: Constant
Advanced
Geometry Settings
Minimum Slip Surface Depth: 0.2 m
Number of Slices: 30
Factor of Safety Convergence Settings
Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in F of S: 0.01

Solution Settings

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

unità D1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 4 kPa

Phi': 19 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 5 kPa

Phi': 24 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 7 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità a1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion': 9.6 kPa

Phi': 25.6 °

Phi-B: 19 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

unità a2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21.2 kN/m³

Cohesion': 16.8 kPa

Phi': 26.8 °

Phi-B: 20 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

rifiuto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 0.9 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 30 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Slip Surface Entry and Exit

Left Type: Range

Left-Zone Left Coordinate: (-34.53203, -12.357797) m

Left-Zone Right Coordinate: (-20.033355, -18.133672) m

Left-Zone Increment: 9

Right Type: Range

Right-Zone Left Coordinate: (-19.850445, -18.317438) m

Right-Zone Right Coordinate: (22.218614, -26.637264) m

Right-Zone Increment: 9

Radius Increments: 9

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-34.57376, -16.220615) m

Right Coordinate: (22.25541, -27.465227) m

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.126

Vert Seismic Coef.: 0.063

Points

	X	Y
Point 1	-34.57376 m	-16.220615 m
Point 2	-28.44389 m	-17.194641 m
Point 3	-19.18415 m	-18.986849 m
Point 4	-15.41791 m	-22.571264 m
Point 5	-14.05428 m	-22.571264 m
Point 6	-9.28804 m	-25.649186 m
Point 7	-7.92441 m	-25.649186 m
Point 8	-2.17116 m	-28.727109 m
Point 9	14.72495 m	-28.779057 m
Point 10	15.54313 m	-28.272563 m
Point 11	17.12754 m	-28.506329 m
Point 12	18.94572 m	-28.662173 m
Point 13	20.89378 m	-28.818018 m
Point 14	22.23144 m	-28.856979 m
Point 15	22.23144 m	-30.571264 m
Point 16	14.72495 m	-30.921914 m
Point 17	0.54313 m	-30.76607 m
Point 18	-6.37895 m	-30.76607 m
Point 19	-11.01531 m	-30.76607 m
Point 20	-15.4309 m	-30.76607 m

Point 21	-18.15817 m	-30.76607 m
Point 22	-27.15817 m	-30.76607 m
Point 23	-34.56077 m	-30.76607 m
Point 24	-34.52181 m	-12.805031 m
Point 25	-24.6257 m	-14.753083 m
Point 26	-34.53203 m	-12.357797 m
Point 27	-28.41786 m	-13.680631 m
Point 28	-25.1029 m	-14.306616 m
Point 29	17.62775 m	-27.066291 m
Point 30	18.95754 m	-27.241823 m
Point 31	20.03201 m	-27.353525 m
Point 32	21.25541 m	-27.433312 m
Point 33	22.25541 m	-27.465227 m
Point 34	18.99477 m	-26.284376 m
Point 35	20.11179 m	-26.38012 m
Point 36	21.00541 m	-26.427993 m
Point 37	21.17562 m	-26.491823 m
Point 38	21.62775 m	-26.555652 m
Point 39	22.21286 m	-26.50778 m
Point 40	19.60739 m	-25.926392 m
Point 41	19.76883 m	-26.02984 m
Point 42	19.94438 m	-26.086267 m
Point 43	20.1215 m	-26.147395 m
Point 44	20.44595 m	-26.189715 m
Point 45	20.67792 m	-26.213226 m
Point 46	-20.13152 m	-18.035048 m
Point 47	-21.339993 m	-18.035048 m
Point 48	-22.684628 m	-16.775516 m
Point 49	-34.565075 m	-14.392619 m
Point 50	0.614326 m	-19.700337 m

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 728 of 1001 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 1,001

Factor of Safety: 1.196

Volume: 76.283165 m³

Weight: 1,584.6095 kN

Resisting Moment: 24,748.346 kN·m

Activating Moment: 20,608.118 kN·m

Resisting Force: 985.91089 kN

Activating Force: 827.72569 kN

Slip Rank: 1 of 1,001 slip surfaces

Exit: (-9.3069848, -25.636952) m

Entry: (-31.49069, -13.015807) m

Radius: 15.951141 m

Center: (-11.392272, -3.5122784) m

Slip Slices

	X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material
Slice 1	-31.317324 m	-13.242885 m	0 kPa	-0.36637336 kPa	-0.12615247 kPa	4 kPa	0 kPa	unità D1
Slice 2	-30.692237 m	-14.061633 m	0 kPa	6.4157276 kPa	2.9917029 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 3	-29.938207 m	-15.017291 m	0 kPa	16.47958 kPa	7.6845543 kPa	7 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 4	-29.244285 m	-15.85279 m	0 kPa	22.661693 kPa	10.857664 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 5	-28.635266 m	-16.601529 m	0 kPa	28.191111 kPa	13.506917 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 6	-28.269505 m	-17.067931 m	0 kPa	32.003609 kPa	15.33356 kPa	9.6 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 7	-27.944657 m	-17.482164 m	0 kPa	32.014298 kPa	16.171586 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 8	-27.225908 m	-18.398681 m	0 kPa	39.417872 kPa	19.9114 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 9	-26.288465 m	-19.432043 m	0 kPa	61.058008 kPa	30.842619 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 10	-25.498088 m	-20.115848 m	0 kPa	66.532014 kPa	33.607738 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 11	-24.983241 m	-20.561275 m	0 kPa	69.106237 kPa	34.908072 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 12	-24.744642 m	-20.753439 m	0 kPa	75.304148 kPa	38.038862 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 13	-24.191775 m	-21.16546 m	0 kPa	73.466105 kPa	37.1104 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 14	-23.221238 m	-21.773525 m	0 kPa	84.160671 kPa	42.512614 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 15	-22.669307 m	-22.066338 m	0 kPa	81.104066 kPa	40.968612 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 16	-22.325488 m	-22.224963 m	0 kPa	85.287738 kPa	43.081936 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 17	-21.668491 m	-22.525958 m	0 kPa	81.340201 kPa	41.087892 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 18	-21.278246 m	-22.704743 m	0 kPa	79.999088 kPa	40.410447 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 19	-20.67401 m	-22.981566 m	0 kPa	85.904256 kPa	43.393362 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 20	-19.955265 m	-23.310848 m	0 kPa	90.009489 kPa	45.467065 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 21	-19.48158 m	-23.520312 m	0 kPa	89.066866 kPa	44.990911 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 22	-18.848389 m	-23.794329 m	0 kPa	84.526483 kPa	42.697399 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 23	-18.176866 m	-24.084934 m	0 kPa	79.873858 kPa	40.347189 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 24	-17.505343 m	-24.375539 m	0 kPa	75.090752 kPa	37.931068 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 25	-16.738873 m	-24.625401 m	0 kPa	84.379484 kPa	42.623145 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 26	-15.877456 m	-24.83452 m	0 kPa	71.206135 kPa	35.968807 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 27	-15.432329 m	-24.942486 m	0 kPa	64.707119 kPa	32.685918 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 28	-15.077003 m	-25.026434 m	0 kPa	65.719024 kPa	33.197068 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 29	-14.395188 m	-25.187517 m	0 kPa	67.95368 kPa	34.325874 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 30	-13.699441 m	-25.35189 m	0 kPa	65.070353 kPa	32.869401 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 31	-13.011325 m	-25.4948 m	0 kPa	60.457729 kPa	30.539397 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 32	-12.221505 m	-25.564794 m	0 kPa	55.858416 kPa	28.216116 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 33	-11.308418 m	-25.586629 m	0 kPa	36.722119 kPa	18.549677 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 34	-10.465652 m	-25.607397 m	0 kPa	20.23206 kPa	10.219949 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 35	-9.6932071 m	-25.6271 m	0 kPa	6.2825081 kPa	3.1735232 kPa	16.8 kPa	0 kPa	unità a2

Report di calcolo F)**SLOPE/W**

Report generated using GeoStudio 2019. Copyright © 1991-2018 GEOSLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 10.00

Last Edited By: Alessandro Mascitti

Revision Number: 34

Date: 20-Jan-19

Time: 11:12:08 AM

Tool Version: 10.0.0.17401

File Name: sez06 Lotto II° - TE+SLV+rifiuto+falda_REV1.gsz

Directory: F:\ARCHIVIO\Lavori Alessandro\2018\45.2018 Ampliamento Discarica San Biagio (FM)\verifiche
stabilità\Geostudio 2019\

Last Solved Date: 20-Jan-19

Last Solved Time: 11:12:15 AM

Project Settings

Unit System: International System of Units (SI)

Analysis Settings

SLOPE/W

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions from: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Staged Pseudo Static Analysis Option: Effective Stress Strengths

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Optimizations Settings

Maximum Iterations: 2,000

Convergence Tolerance: 1e-07

Starting Points: 8

Ending Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Tension Crack Option: (none)

Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Geometry Settings

Minimum Slip Surface Depth: 0.2 m

Number of Slices: 30

Factor of Safety Convergence Settings

Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in F of S: 0.01

Solution Settings

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

unità D1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 4 kPa

Phi': 19 °

Vol. WC. Function: New Function

Residual Water Content (% of Sat WC): 50 %

Cohesion R: 5 kPa

Phi R: 20 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

unità D2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 5 kPa

Phi': 24 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 7 kPa

Phi': 25 °

Vol. WC. Function: New Function

Residual Water Content (% of Sat WC): 40 %

Cohesion R: 20 kPa

Phi R: 20 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

unità a1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion': 9.6 kPa

Phi': 25.6 °

Phi-B: 19 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

unità a2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21.2 kN/m³

Cohesion': 16.8 kPa

Phi': 26.8 °

Phi-B: 20 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

rifiuto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 0.9 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 30 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Type: Range

Left-Zone Left Coordinate: (-34.53203, -12.357797) m

Left-Zone Right Coordinate: (-23.149649, -16.291004) m

Left-Zone Increment: 9

Right Type: Range

Right-Zone Left Coordinate: (-22.595461, -16.85904) m

Right-Zone Right Coordinate: (22.21286, -26.50778) m

Right-Zone Increment: 9

Radius Increments: 9

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-34.57376, -16.220615) m

Right Coordinate: (22.25541, -27.465227) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X	Y
Coordinate 1	-34.57376 m	-16.220615 m
Coordinate 2	-28.44389 m	-17.194641 m
Coordinate 3	-19.18415 m	-18.986849 m

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.126

Vert Seismic Coef.: 0.063

Vol. Water Content Functions

New Function

Model: Vol WC Data Point Function

Function: Volumetric Water Content vs. Water Pressure

Compressibility: 0 /kPa

Saturated Water Content: 0.74999751

Residual Water Content: 0.074999751

Curve Fit to Data: 90 %

Segment Curvature: 90 %

Porosity: 0.74999751

Data Points: Matric Suction (kPa), Volumetric Water Content

Data Point: (0.01, 0.74999751)

Data Point: (0.018329807, 0.74999372)

Data Point: (0.033598183, 0.7499839)

Data Point: (0.061584821, 0.74995824)

Data Point: (0.11288379, 0.74989078)

Data Point: (0.20691381, 0.74971265)

Data Point: (0.37926902, 0.74924116)

Data Point: (0.6951928, 0.74799276)

Data Point: (1.274275, 0.74469839)

Data Point: (2.3357215, 0.73610801)

Data Point: (4.2813324, 0.71443016)

Data Point: (7.8475997, 0.66402457)

Data Point: (14.384499, 0.56613122)

Data Point: (26.366509, 0.42754033)

Data Point: (48.329302, 0.29500209)

Data Point: (88.586679, 0.20185204)

Data Point: (162.37767, 0.14427832)

Data Point: (297.63514, 0.10851698)

Data Point: (545.55948, 0.084945076)

Data Point: (1,000, 0.068246352)

Estimation Properties

Vol. WC Estimation Method: Sample functions

Saturated Water Content: 0.75

Sample Material: Silt

Liquid Limit: 0 %

Diameter at 10% passing: 0

Diameter at 60% passing: 0

Maximum Suction: 1,000 kPa

Minimum Suction: 0.01 kPa

Num. Points: 20

Points

	X	Y
Point 1	-34.57376 m	-16.220615 m
Point 2	-28.44389 m	-17.194641 m
Point 3	-19.18415 m	-18.986849 m
Point 4	-15.41791 m	-22.571264 m
Point 5	-14.05428 m	-22.571264 m
Point 6	-9.28804 m	-25.649186 m
Point 7	-7.92441 m	-25.649186 m
Point 8	-2.17116 m	-28.727109 m
Point 9	14.72495 m	-28.779057 m
Point 10	15.54313 m	-28.272563 m
Point 11	17.12754 m	-28.506329 m
Point 12	18.94572 m	-28.662173 m

Point 13	20.89378 m	-28.818018 m
Point 14	22.23144 m	-28.856979 m
Point 15	22.23144 m	-30.571264 m
Point 16	14.72495 m	-30.921914 m
Point 17	0.54313 m	-30.76607 m
Point 18	-6.37895 m	-30.76607 m
Point 19	-11.01531 m	-30.76607 m
Point 20	-15.4309 m	-30.76607 m
Point 21	-18.15817 m	-30.76607 m
Point 22	-27.15817 m	-30.76607 m
Point 23	-34.56077 m	-30.76607 m
Point 24	-34.52181 m	-12.805031 m
Point 25	-24.6257 m	-14.753083 m
Point 26	-34.53203 m	-12.357797 m
Point 27	-28.41786 m	-13.680631 m
Point 28	-25.1029 m	-14.306616 m
Point 29	17.62775 m	-27.066291 m
Point 30	18.95754 m	-27.241823 m
Point 31	20.03201 m	-27.353525 m
Point 32	21.25541 m	-27.433312 m
Point 33	22.25541 m	-27.465227 m
Point 34	18.99477 m	-26.284376 m
Point 35	20.11179 m	-26.38012 m
Point 36	21.00541 m	-26.427993 m
Point 37	21.17562 m	-26.491823 m
Point 38	21.62775 m	-26.555652 m
Point 39	22.21286 m	-26.50778 m
Point 40	19.60739 m	-25.926392 m
Point 41	19.76883 m	-26.02984 m
Point 42	19.94438 m	-26.086267 m
Point 43	20.1215 m	-26.147395 m
Point 44	20.44595 m	-26.189715 m
Point 45	20.67792 m	-26.213226 m
Point 46	-20.13152 m	-18.035048 m
Point 47	-21.339993 m	-18.035048 m
Point 48	-22.684628 m	-16.775516 m
Point 49	-34.565075 m	-14.392619 m
Point 50	0.614326 m	-19.700337 m

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 657 of 1001 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 1,001

Factor of Safety: 1.192

Volume: 68.065635 m³

Weight: 1,414.4855 kN

Resisting Moment: 26,779.74 kN·m
Activating Moment: 22,426.055 kN·m
Resisting Force: 889.9795 kN
Activating Force: 748.481 kN
Slip Rank: 1 of 1,001 slip surfaces
Exit: (-9.2890213, -25.648552) m
Entry: (-30.619817, -13.204226) m
Radius: 15.605731 m
Center: (-8.5547349, -0.071813611) m

Slip Slices

	X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material
Slice 1	-30.451528 m	-13.42181 m	-33.871617 kPa	-0.62127305 kPa	0 kPa	4.0010442 kPa	0 kPa	unità D1
Slice 2	-30.176136 m	13.777871 m	-30.808878 kPa	-0.84036738 kPa	0 kPa	10.167157 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 3	-29.76797 m	14.321246 m	-26.116047 kPa	4.4563484 kPa	0 kPa	13.295226 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 4	-29.165843 m	15.131045 m	-19.112655 kPa	12.096787 kPa	0 kPa	17.521473 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 5	-28.654335 m	15.818971 m	-13.163253 kPa	16.549112 kPa	0 kPa	23.226474 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 6	-28.430875 m	16.119502 m	-10.568591 kPa	19.804952 kPa	0 kPa	23.963444 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 7	-28.385706 m	-16.18025 m	-10.05857 kPa	20.440287 kPa	0 kPa	24.110247 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 8	-28.080699 m	16.523463 m	-7.2716279 kPa	27.912024 kPa	0 kPa	26.588237 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 9	-27.534996 m	17.123398 m	-2.423876 kPa	33.536814 kPa	0 kPa	27.897479 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 10	-26.974183 m	17.739945 m	0 kPa	36.008687 kPa	0 kPa	36.815545 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 11	-26.407383 m	18.335469 m	0 kPa	43.771511 kPa	0 kPa	40.85021 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 12	-25.849704 m	18.893361 m	0 kPa	48.238816 kPa	0 kPa	43.368256 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 13	-25.374378 m	19.347747 m	0 kPa	55.968509 kPa	0 kPa	47.306095 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 14	- 25.140396 m	- 19.552694 m	0 kPa	62.556348 kPa	0 kPa	50.455828 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 15	-24.8643 m	- 19.769958 m	0 kPa	62.277378 kPa	0 kPa	50.371092 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 16	- 24.232874 m	- 20.266837 m	0 kPa	60.514337 kPa	0 kPa	49.537463 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 17	- 23.447221 m	-20.88508 m	0 kPa	58.27383 kPa	0 kPa	48.428428 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 18	- 22.869511 m	- 21.306448 m	0 kPa	66.809103 kPa	0 kPa	51.982079 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 19	- 22.163442 m	- 21.735118 m	0 kPa	63.873927 kPa	0 kPa	50.421334 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 20	- 21.491125 m	- 22.136319 m	0 kPa	64.270091 kPa	0 kPa	50.249216 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 21	- 21.037875 m	- 22.390573 m	0 kPa	66.54971 kPa	0 kPa	51.425165 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 22	- 20.433638 m	- 22.729523 m	0 kPa	72.473214 kPa	0 kPa	54.515516 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 23	- 20.128453 m	- 22.900719 m	0 kPa	75.450283 kPa	0 kPa	56.060359 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 24	- 19.654768 m	- 23.149333 m	0 kPa	75.763521 kPa	0 kPa	55.774607 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 25	- 19.157754 m	- 23.410075 m	0 kPa	73.000084 kPa	0 kPa	54.201642 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 26	- 18.742682 m	- 23.608029 m	0 kPa	74.781307 kPa	0 kPa	54.517417 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 27	- 17.965329 m	- 23.976242 m	0 kPa	70.095792 kPa	0 kPa	51.856726 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 28	- 17.297761 m	- 24.273723 m	0 kPa	70.834815 kPa	0 kPa	51.388414 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 29	- 16.739978 m	- 24.500472 m	0 kPa	66.206848 kPa	0 kPa	48.878738 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 30	- 15.939498 m	- 24.767826 m	0 kPa	66.046865 kPa	0 kPa	47.615229 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 31	- 15.077003 m	- 25.022445 m	0 kPa	61.0234 kPa	0 kPa	45.082171 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 32	- 14.395188 m	- 25.223725 m	0 kPa	64.504315 kPa	0 kPa	46.82999 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 33	- 13.740769 m	- 25.416917 m	0 kPa	63.552531 kPa	0 kPa	46.392932 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 34	- 13.113748 m	- 25.602022 m	0 kPa	58.207365 kPa	0 kPa	43.806159 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 35	- 12.447337 m	- 25.762038 m	0 kPa	56.805887 kPa	0 kPa	42.622932 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 36	- 11.741537 m	- 25.896967 m	0 kPa	47.380973 kPa	0 kPa	38.32381 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 37	- 11.111256 m	-25.96433 m	0 kPa	45.065917 kPa	0 kPa	36.746266 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 38	- 10.556496 m	- 25.964129 m	0 kPa	33.133616 kPa	0 kPa	31.521369 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 39	- 9.7840681 m	- 25.806291 m	0 kPa	20.877851 kPa	0 kPa	25.723356 kPa	0 kPa	unità a2

Report di calcolo G)**SLOPE/W**

Report generated using GeoStudio 2019. Copyright © 1991-2018 GEOSLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 10.00
Last Edited By: Alessandro Mascitti
Revision Number: 3
Date: 11-Jan-19
Time: 08:19:42 PM
Tool Version: 10.0.0.17401
File Name: sez06 Lotto IV° - TE+SLV+rifiuto.gsz
Directory: F:\ARCHIVIO\Lavori Alessandro\2018\45.2018 Ampliamento Discarica San Biagio (FM)\verifiche
stabilità\Geostudio 2019\
Last Solved Date: 11-Jan-19
Last Solved Time: 08:19:50 PM

Project Settings

Unit System: International System of Units (SI)

Analysis Settings**SLOPE/W**

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions from: (none)
Staged Pseudo Static Analysis Option: Effective Stress Strengths
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
Slip Surface
Direction of movement: Left to Right
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Optimize Critical Slip Surface Location: Yes
Optimizations Settings
Maximum Iterations: 2,000
Convergence Tolerance: 1e-07
Starting Points: 8
Ending Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °
Tension Crack Option: (none)
Distribution
F of S Calculation Option: Constant
Advanced
Geometry Settings
Minimum Slip Surface Depth: 0.2 m
Number of Slices: 30
Factor of Safety Convergence Settings
Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in F of S: 0.01

Solution Settings

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

unità D1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 4 kPa

Phi': 19 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 5 kPa

Phi': 24 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 7 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità a1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion': 9.6 kPa

Phi': 25.6 °

Phi-B: 19 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

unità a2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21.2 kN/m³

Cohesion': 16.8 kPa

Phi': 26.8 °

Phi-B: 20 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

rifiuto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 0.9 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 30 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Slip Surface Entry and Exit

Left Type: Range

Left-Zone Left Coordinate: (-34.515375, -14.268254) m

Left-Zone Right Coordinate: (-27.084819, -14.414859) m

Left-Zone Increment: 9

Right Type: Range

Right-Zone Left Coordinate: (-27.084819, -14.414859) m

Right-Zone Right Coordinate: (21.011118, -25.532022) m

Right-Zone Increment: 9

Radius Increments: 9

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-34.57376, -16.220615) m

Right Coordinate: (22.25541, -27.465227) m

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.126

Vert Seismic Coef.: 0.063

Points

	X	Y
Point 1	-34.57376 m	-16.220615 m
Point 2	-28.44389 m	-17.194641 m
Point 3	-21.05395 m	-18.667946 m
Point 4	-15.41791 m	-22.571264 m
Point 5	-14.05428 m	-22.571264 m
Point 6	-9.28804 m	-25.649186 m
Point 7	-7.92441 m	-25.649186 m
Point 8	-2.17116 m	-28.727109 m
Point 9	14.72495 m	-28.779057 m
Point 10	15.54313 m	-28.272563 m
Point 11	17.12754 m	-28.506329 m
Point 12	18.94572 m	-28.662173 m
Point 13	20.89378 m	-28.818018 m
Point 14	22.23144 m	-28.856979 m
Point 15	22.23144 m	-30.571264 m
Point 16	14.72495 m	-30.921914 m
Point 17	0.54313 m	-30.76607 m
Point 18	-6.37895 m	-30.76607 m
Point 19	-11.01531 m	-30.76607 m
Point 20	-15.4309 m	-30.76607 m
Point 21	-18.15817 m	-30.76607 m

Point 22	-27.15817 m	-30.76607 m
Point 23	-34.56077 m	-30.76607 m
Point 24	17.62775 m	-27.066291 m
Point 25	18.95754 m	-27.241823 m
Point 26	20.03201 m	-27.353525 m
Point 27	21.25541 m	-27.433312 m
Point 28	22.25541 m	-27.465227 m
Point 29	18.99477 m	-26.284376 m
Point 30	20.11179 m	-26.38012 m
Point 31	21.00541 m	-26.427993 m
Point 32	21.17562 m	-26.491823 m
Point 33	21.62775 m	-26.555652 m
Point 34	22.21286 m	-26.50778 m
Point 35	19.60739 m	-25.926392 m
Point 36	19.76883 m	-26.02984 m
Point 37	19.94438 m	-26.086267 m
Point 38	20.1215 m	-26.147395 m
Point 39	20.44595 m	-26.189715 m
Point 40	20.67792 m	-26.213226 m
Point 41	-7.59095 m	-25.827583 m
Point 42	0.08858 m	-19.882953 m
Point 43	20.47819 m	-25.259576 m
Point 44	20.85482 m	-25.272563 m
Point 45	-13.69798 m	-22.801354 m
Point 46	-7.14037 m	-18.149427 m
Point 47	-22.347165 m	-17.717328 m
Point 48	-23.604881 m	-17.717328 m
Point 49	-25.36414 m	-16.066094 m
Point 50	-34.515375 m	-14.268254 m
Point 51	-27.084819 m	-14.414859 m
Point 52	-34.499942 m	-12.863933 m
Point 53	-27.60951 m	-13.890168 m
Point 54	-30.649634 m	-13.311464 m
Point 55	-34.499942 m	-12.431834 m

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 830 of 1001 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 1,001

Factor of Safety: 1.265

Volume: 345.62073 m³

Weight: 3,228.9195 kN

Resisting Moment: 87,364.873 kN·m

Activating Moment: 68,842.817 kN·m

Resisting Force: 1,919.8358 kN

Activating Force: 1,523.6846 kN

Slip Rank: 1 of 1,001 slip surfaces

Exit: (20.469584, -25.257307) m
Entry: (-34.507973, -13.594686) m
Radius: 25.666557 m
Center: (-3.1659316, 11.2086) m

Slip Slices

	X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material
Slice 1	-34.503957 m	-13.599682 m	0 kPa	-0.0081309115 kPa	0 kPa	7.6279936 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 2	-34.181781 m	-14.000487 m	0 kPa	15.148521 kPa	0 kPa	14.872491 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 3	-32.971049 m	-15.506704 m	0 kPa	29.830473 kPa	0 kPa	25.210365 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 4	-31.364056 m	-17.505891 m	0 kPa	45.755228 kPa	0 kPa	42.341446 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 5	-30.543162 m	-18.527128 m	0 kPa	56.007264 kPa	0 kPa	47.77902 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 6	-29.44029 m	-19.56807 m	0 kPa	77.60736 kPa	0 kPa	57.921532 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 7	-28.0267 m	-20.856934 m	0 kPa	90.110491 kPa	0 kPa	64.633065 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 8	-27.347165 m	-21.476512 m	0 kPa	93.17427 kPa	0 kPa	66.342341 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 9	-26.839299 m	-21.939566 m	0 kPa	92.31301 kPa	0 kPa	65.970341 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 10	-25.97896 m	-22.551708 m	0 kPa	105.15815 kPa	0 kPa	71.136257 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 11	-24.489538 m	-23.492341 m	0 kPa	96.862066 kPa	0 kPa	67.09537 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 12	-23.609908 m	-24.047096 m	0 kPa	102.36258 kPa	0 kPa	68.972647 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 13	-22.976023 m	-24.350608 m	0 kPa	107.4827 kPa	0 kPa	71.616237 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 14	-21.700557 m	-24.961316 m	0 kPa	109.66688 kPa	0 kPa	72.828135 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 15	-20.560234 m	-25.507317 m	0 kPa	104.88657 kPa	0 kPa	70.479759 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 16	-19.358679 m	-25.978659 m	0 kPa	111.97597 kPa	0 kPa	72.804727 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 17	-17.943 m	-26.448548 m	0 kPa	103.15164 kPa	0 kPa	68.37978 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 18	-16.326535 m	-26.904212 m	0 kPa	100.12978 kPa	0 kPa	65.955302 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 19	-14.736095 m	-27.290555 m	0 kPa	96.805505 kPa	0 kPa	64.201179 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 20	-13.87613 m	-27.499454 m	0 kPa	99.627256 kPa	0 kPa	65.530489 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 21	-12.903037 m	-27.735834 m	0 kPa	93.354875 kPa	0 kPa	62.363747 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 22	-11.201731 m	-28.083529 m	0 kPa	88.245702 kPa	0 kPa	58.990402 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 23	-9.7917035 m	-28.294572 m	0 kPa	81.286259 kPa	0 kPa	54.903653 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 24	-8.606225 m	-28.427443 m	0 kPa	78.808932 kPa	0 kPa	53.623806 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 25	-7.75768 m	-28.52255 m	0 kPa	80.179715 kPa	0 kPa	54.231623 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 26	-7.36566 m	-28.566489 m	0 kPa	76.927612 kPa	0 kPa	52.646496 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 27	-5.9319535 m	-28.727182 m	0 kPa	63.633456 kPa	0 kPa	46.197818 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 28	-3.4473485 m	-28.79614 m	0 kPa	44.358568 kPa	0 kPa	35.779555 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 29	-1.4560235 m	-28.692401 m	0 kPa	12.553245 kPa	0 kPa	6.4991093 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 30	-0.3261535 m	-28.640592 m	0 kPa	11.901575 kPa	0 kPa	6.1848631 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 31	0.865445 m	-28.59878 m	0 kPa	11.458147 kPa	0 kPa	5.9539886 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 32	2.675503 m	-28.549042 m	0 kPa	10.55861 kPa	0 kPa	5.5055415 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 33	4.741889 m	-28.504085 m	0 kPa	9.6942531 kPa	0 kPa	5.0613803 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 34	6.808275 m	-28.459128 m	0 kPa	8.7822675 kPa	0 kPa	4.5945759 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 35	8.782764 m	-28.37883 m	0 kPa	8.1368652 kPa	0 kPa	4.2398961 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 36	10.665356 m	-28.26319 m	0 kPa	7.1230311 kPa	0 kPa	3.7250931 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 37	12.584766 m	-28.058476 m	0 kPa	6.4475945 kPa	0 kPa	3.3446521 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 38	14.540995 m	-27.764687 m	0 kPa	5.1166129 kPa	0 kPa	2.67066 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 39	16.664163 m	-27.277569 m	0 kPa	3.9434733 kPa	0 kPa	2.0397943 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 40	19.1394 m	-26.097325 m	0 kPa	1.73226 kPa	0 kPa	0.87907253 kPa	0 kPa	rifiuto

Report di calcolo H)**SLOPE/W**

Report generated using GeoStudio 2019. Copyright © 1991-2018 GEOSLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 10.00

Last Edited By: Alessandro Mascitti

Revision Number: 10

Date: 20-Jan-19

Time: 11:16:40 AM

Tool Version: 10.0.0.17401

File Name: sez06 Lotto IV° - TE+SLV+rifiuto_REV1.gsz

Directory: F:\ARCHIVIO\Lavori Alessandro\2018\45.2018 Ampliamento Discarica San Biagio (FM)\verifiche
stabilità\Geostudio 2019\

Last Solved Date: 20-Jan-19

Last Solved Time: 11:16:49 AM

Project Settings

Unit System: International System of Units (SI)

Analysis Settings

SLOPE/W

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions from: (none)

Staged Pseudo Static Analysis Option: Effective Stress Strengths

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: Yes

Optimizations Settings

Maximum Iterations: 2,000

Convergence Tolerance: 1e-07

Starting Points: 8

Ending Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Tension Crack Option: (none)

Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Geometry Settings

Minimum Slip Surface Depth: 0.2 m

Number of Slices: 30

Factor of Safety Convergence Settings

Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in F of S: 0.01

Solution Settings

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged F of S: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

unità D1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 4 kPa

Phi': 19 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion': 5 kPa

Phi': 24 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità D3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 7 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

unità a1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion': 9.6 kPa

Phi': 25.6 °

Phi-B: 19 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

unità a2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21.2 kN/m³

Cohesion': 16.8 kPa

Phi': 26.8 °

Phi-B: 20 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Constant Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³

rifiuto

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 0.9 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 30 °

Phi-B: 0 °

Cohesion R: 0 kPa

Phi R: 0 °

Slip Surface Entry and Exit

Left Type: Range

Left-Zone Left Coordinate: (-34.53203, -12.357797) m

Left-Zone Right Coordinate: (-31.06317, -13.532903) m

Left-Zone Increment: 9

Right Type: Range

Right-Zone Left Coordinate: (-31.06317, -13.532903) m

Right-Zone Right Coordinate: (22.25541, -27.465227) m

Right-Zone Increment: 9

Radius Increments: 9

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-34.57376, -16.220615) m

Right Coordinate: (22.25541, -27.465227) m

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.126

Vert Seismic Coef.: 0.063

Points

	X	Y
Point 1	-34.57376 m	-16.220615 m
Point 2	-28.44389 m	-17.194641 m
Point 3	-21.05395 m	-18.667946 m
Point 4	-15.41791 m	-22.571264 m
Point 5	-14.05428 m	-22.571264 m
Point 6	-9.28804 m	-25.649186 m
Point 7	-7.92441 m	-25.649186 m
Point 8	-2.17116 m	-28.727109 m
Point 9	14.72495 m	-28.779057 m
Point 10	15.54313 m	-28.272563 m
Point 11	17.12754 m	-28.506329 m
Point 12	18.94572 m	-28.662173 m
Point 13	20.89378 m	-28.818018 m
Point 14	22.23144 m	-28.856979 m
Point 15	22.23144 m	-30.571264 m
Point 16	14.72495 m	-30.921914 m
Point 17	0.54313 m	-30.76607 m
Point 18	-6.37895 m	-30.76607 m
Point 19	-11.01531 m	-30.76607 m
Point 20	-15.4309 m	-30.76607 m
Point 21	-18.15817 m	-30.76607 m

Point 22	-27.15817 m	-30.76607 m
Point 23	-34.56077 m	-30.76607 m
Point 24	-34.52181 m	-12.805031 m
Point 25	-34.53203 m	-12.357797 m
Point 26	17.62775 m	-27.066291 m
Point 27	18.95754 m	-27.241823 m
Point 28	20.03201 m	-27.353525 m
Point 29	21.25541 m	-27.433312 m
Point 30	22.25541 m	-27.465227 m
Point 31	18.99477 m	-26.284376 m
Point 32	20.11179 m	-26.38012 m
Point 33	21.00541 m	-26.427993 m
Point 34	21.17562 m	-26.491823 m
Point 35	21.62775 m	-26.555652 m
Point 36	22.21286 m	-26.50778 m
Point 37	19.60739 m	-25.926392 m
Point 38	19.76883 m	-26.02984 m
Point 39	19.94438 m	-26.086267 m
Point 40	20.1215 m	-26.147395 m
Point 41	20.44595 m	-26.189715 m
Point 42	20.67792 m	-26.213226 m
Point 43	-7.59095 m	-25.827583 m
Point 44	0.08858 m	-19.882953 m
Point 45	20.47819 m	-25.259576 m
Point 46	20.85482 m	-25.272563 m
Point 47	-22.37494 m	-17.704983 m
Point 48	-13.69798 m	-22.801354 m
Point 49	-7.14037 m	-18.149427 m
Point 50	-31.06317 m	-13.532903 m
Point 51	-31.79394 m	-13.02521 m
Point 52	-16.26207 m	-15.68722 m
Point 53	-23.797782 m	-17.704983 m
Point 54	-26.522782 m	-15.745723 m
Point 55	-34.564449 m	-14.320723 m
Point 56	-28.347782 m	-14.545723 m
Point 57	-29.606115 m	-14.545723 m

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 786 of 1001 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 1,001

Factor of Safety: 1.325

Volume: 354.79557 m³

Weight: 3,198.5506 kN

Resisting Moment: 69,725.182 kN·m

Activating Moment: 52,597.583 kN·m

Resisting Force: 1,914.0732 kN
Activating Force: 1,444.3051 kN
Slip Rank: 1 of 1,001 slip surfaces
Exit: (16.555404, -24.22516) m
Entry: (-34.53203, -12.357797) m
Radius: 24.923641 m
Center: (-6.749879, 3.5343281) m

Slip Slices

	X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material
Slice 1	-34.423777 m	-12.60312 m	0 kPa	-2.0060442 kPa	0 kPa	3.7271828 kPa	0 kPa	unità D1
Slice 2	-33.952578 m	-13.670953 m	0 kPa	5.0325828 kPa	0 kPa	10.6584 kPa	0 kPa	unità D3
Slice 3	-33.27718 m	-15.201542 m	0 kPa	16.419089 kPa	0 kPa	19.886541 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 4	-32.72672 m	-16.230774 m	0 kPa	38.189889 kPa	0 kPa	29.692985 kPa	0 kPa	unità a1
Slice 5	-32.141326 m	-17.020666 m	0 kPa	40.642081 kPa	0 kPa	40.169544 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 6	-31.428555 m	-17.982432 m	0 kPa	47.84178 kPa	0 kPa	44.290404 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 7	-31.049179 m	-18.494336 m	0 kPa	50.546025 kPa	0 kPa	45.901789 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 8	-30.320652 m	-19.131946 m	0 kPa	67.015848 kPa	0 kPa	52.823041 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 9	-29.025002 m	-20.253873 m	0 kPa	74.52281 kPa	0 kPa	57.216274 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 10	-28.395836 m	-20.798681 m	0 kPa	81.253775 kPa	0 kPa	61.012448 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 11	-27.960158 m	-21.175942 m	0 kPa	82.398382 kPa	0 kPa	61.795317 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 12	-27.047659 m	-21.867074 m	0 kPa	93.017433 kPa	0 kPa	66.332351 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 13	-25.749306 m	-22.746404 m	0 kPa	91.295185 kPa	0 kPa	65.802515 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 14	-24.386806 m	-23.563264 m	0 kPa	99.631371 kPa	0 kPa	68.777242 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 15	-23.086361 m	-24.210174 m	0 kPa	103.03848 kPa	0 kPa	70.680757 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 16	-21.714445 m	-24.892636 m	0 kPa	106.6345 kPa	0 kPa	72.670436 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 17	-20.645027 m	-25.42462 m	0 kPa	103.35344 kPa	0 kPa	71.048108 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 18	-19.309544 m	-25.95768 m	0 kPa	111.01659 kPa	0 kPa	73.169909 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 19	-17.456425 m	-26.616961 m	0 kPa	102.11124 kPa	0 kPa	68.525974 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 20	-16.395968 m	-26.980793 m	0 kPa	107.13903 kPa	0 kPa	69.509808 kPa	0 kPa	unità a2

Slice 21	-15.83999 m	-27.122761 m	0 kPa	103.09221 kPa	0 kPa	67.420564 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 22	-14.736095 m	-27.40464 m	0 kPa	104.12109 kPa	0 kPa	67.754287 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 23	-13.87613 m	-27.624232 m	0 kPa	107.08708 kPa	0 kPa	69.087895 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 24	-13.01336 m	-27.84454 m	0 kPa	101.35378 kPa	0 kPa	66.11989 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 25	-11.373053 m	-28.192416 m	0 kPa	96.694677 kPa	0 kPa	62.453729 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 26	-9.852703 m	-28.422585 m	0 kPa	90.42284 kPa	0 kPa	57.993442 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 27	-8.606225 m	-28.548652 m	0 kPa	85.629787 kPa	0 kPa	55.577971 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 28	-7.75768 m	-28.634473 m	0 kPa	85.862494 kPa	0 kPa	55.611156 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 29	-7.36566 m	-28.674122 m	0 kPa	82.033725 kPa	0 kPa	53.771632 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 30	-6.3290355 m	-28.778965 m	0 kPa	71.787984 kPa	0 kPa	48.872432 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 31	-4.3754075 m	-28.8124 m	0 kPa	58.619769 kPa	0 kPa	41.078418 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 32	-2.8518571 m	-28.665344 m	0 kPa	45.200749 kPa	0 kPa	33.050227 kPa	0 kPa	unità a2
Slice 33	-1.8308052 m	-28.40173 m	0 kPa	16.867889 kPa	0 kPa	7.654372 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 34	-0.55121506 m	-28.071367 m	0 kPa	15.448035 kPa	0 kPa	7.0477484 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 35	0.830499 m	-27.714637 m	0 kPa	13.819549 kPa	0 kPa	6.3549062 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 36	2.544278 m	-27.286783 m	0 kPa	11.552577 kPa	0 kPa	5.4033397 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 37	4.487998 m	-26.81417 m	0 kPa	9.3746682 kPa	0 kPa	4.4540155 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 38	6.360522 m	-26.37511 m	0 kPa	7.2794378 kPa	0 kPa	3.5332216 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 39	8.16185 m	-25.969602 m	0 kPa	5.613923 kPa	0 kPa	2.770355 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 40	10.038056 m	-25.56424 m	0 kPa	4.0084784 kPa	0 kPa	2.0195699 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 41	11.98914 m	-25.159023 m	0 kPa	2.6210265 kPa	0 kPa	1.3442218 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 42	13.862362 m	-24.773601 m	0 kPa	1.4429266 kPa	0 kPa	0.75295083 kPa	0 kPa	rifiuto
Slice 43	15.657723 m	-24.407974 m	0 kPa	0.4552852 kPa	0 kPa	0.24095743 kPa	0 kPa	rifiuto

12. ANALISI INVARIANZA IDRAULICA (CORPO D)

La trasformazione del suolo secondo il principio dell'invarianza idraulica sancisce la necessità di mantenere costante la portata al colmo di piena derivante dal drenaggio di un'area prima e dopo la sua trasformazione. L'unico modo per garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni è quello di prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante un'azione laminante, l'accelerazione dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione al suolo. **Con riferimento alla tabella 1 del paragrafo B.3 della D.G.R. 53/2014, la classifica della previsioni di attuazione afferiscono ad un intervento che determina una impermeabilizzazione potenziale che può essere definita "significativa" (superfici comprese tra 1-10 ha).** Le valutazioni che seguono si correlano e considerano i medesimi dati di input idrologici e di permeabilità considerati nello studio relativo al progetto di realizzazione del Biodigestore posto nella porzione superiore del medesimo versante in studio su cui è ubicato il nuovo Corpo D, a firma del dott. Geol. Massimo Basili. In generale le misure da applicare per il perseguimento dell'invarianza sono diversificate con modalità di contenuti differenziate in funzione della consistenza della trasformazione, la quale viene distinta a seconda che la classe di potenziale impermeabilizzazione (Tabella 1) - riferita a superfici di estensione areale S crescente - passi da Trascurabile ($S < 0,1$ ha), a Modesta ($S < 1$ ha), a Significativa ($S < 10$ ha o $S > 10$ ha con $Imp < 0,3$), a Marcata ($S > 10$ ha con $Imp > 0,3$) ("Imp" stà per frazione propria di area impermeabile).

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Tabella 1 - classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

Per determinare la misura del volume specifico minimo di invaso w (m³/ha) da prescrivere in aree sottoposte ad una quota di trasformazione I (% percentuale dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che $I+P=100\%$) il documento legislativo rende esplicita la seguente formula:

$$w = w^o * (\Phi / \Phi^o)^{1/(1-n)} - 15 * I - w^o * P$$

dove, come viene ulteriormente chiarito anche nelle Linee Guida "B", si deve intendere:

I =quota parte di impermeabilizzazione espressa come percentuale dell'area che viene trasformata (percentuale di superficie impermeabile e permeabile, trasformata)

P =quota parte (%) lasciata inalterata (tale che $I+P=100\%$)

w^o =50 m³/ha, volume specifico naturalmente disponibile per la laminazione della portata meteorica (depressioni naturali, fossi, solchi), convenzionalmente calcolato

15=15 m³/ha, volume specifico d'invaso disponibile per la laminazione della portata meteorica per un terreno diverso da agricolo, convenzionalmente calcolato

Φ =coefficiente di deflusso (*) dopo l'intervento di trasformazione

Φ^o = coefficiente di deflusso prima dell'intervento di trasformazione

$n=0,48$ =esponente delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) di durata inferiore all'ora (stimato nell'ipotesi che in bacini di piccola estensione, le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15', 30', siano rispettivamente il 30%, 60%,75%, come risulta plausibile da numerosi studi sperimentali (Paoletti, 1966) Il

volume specifico w così ricavato va poi moltiplicato per l'area totale S dell'intervento, a prescindere della quota P che viene lasciata inalterata. I coefficienti di deflusso vengono valutati con le seguenti relazioni:

$$\Phi = 0,9 * Imp^{\circ} + 0,2 * Per^{\circ} \quad (..)$$
$$\Phi^{\circ} = 0,9 * Imp + 0,2 * Per$$

dove

Imp e Per sono le frazioni dell'area totale da ritenersi rispettivamente impermeabile e permeabile prima della trasformazione, se dotate di apice $^{\circ}$, ovvero le frazioni dopo la trasformazione, se prive di apice.

In linea generale si ritiene permeabile ogni superficie non rivestita con pavimentazioni di alcun genere.

Non è superfluo ribadire che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, debbono essere incluse nella quota I .

La quota P dell'area in trasformazione è costituita solo da quelle parti che non vengono (significativamente) modificate dalla trasformazione mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti.

Per le classi di impermeabilizzazione definite "Significativa" e "Marcata" è ammesso un valore diverso dell'esponente n della curva di possibilità pluviometrica, qualora opportunamente motivato da un'analisi idrologica specifica contestualizzata al sito oggetto di trasformazione. (caso in esame)



Nel caso in esame, si è considerato il caso ante esercizio del Corpo D, cioè nella fase di realizzazione del Lotto I con massima variazione della permeabilità del sito per drenaggio dell'intera superficie di intervento (49'520,80 mq=4,952080 ha) ed accumulo interno allo stesso a fondo vasca. Il volume complessivo massimo da compensare e restituire al corpo idrico presente a valle risulta, da calcolo semplificato ai sensi del Titolo III della DGR 53 del 27/01/2014 pari a 4'391,82 mc.

Si è quindi confrontato tale valore con quello derivante dall'analisi idrologica di dettaglio per l'area in studio basata sul metodo razionale per la quantificazione delle piogge della durata di due ore, con un tempo di ritorno $Tr = 30$ anni, sulla base dei dati idrologici della stazione pluviometrica di Fermo.

L'elaborazione di tali dati fornisce la relazione esistente tra l'altezza delle precipitazioni e le loro durate per il periodo di ritorno considerato Tr . Affinché le elaborazioni siano attendibili i dati di riferimento devono essere sufficientemente estesi nel tempo (almeno 20-30 anni). Le curve di possibilità pluviometrica, sono espresse generalmente nella formula italiana a due parametri:

$$h = at^n$$

dove a ed n sono costanti in funzione del periodo di ritorno.

La stazione di misura presa in considerazione è la stazione pluviometrica di Fermo appartenente alla rete della Protezione Civile della Regione Marche avente codice n.2220. I dati di pioggia relativi a 56 anni di registrazioni di piogge intense (dall'anno 1951 all'anno 2007) e di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore, sono stati elaborati utilizzando il metodo di Gumbel. L'elaborazione dei dati dedotti dagli Annali idrologici, ipotizzano un tempo di ritorno di 30 anni, consente di ricavare la relazione dell'altezza delle precipitazioni con la loro durata in cui il fattore " a " risulta essere 48.27 mm ore- n e il fattore " n " pari a 0.3086 per eventi >1 ora. Pertanto i dati del sito studiato possono essere come di seguito riassunti:

- Sup. lotto 4,952080 ha, superficie dell'area progetto nuovo Corpo D
- TR 30 anni, tempo di ritorno
- a 48.27 mm/ora
- n 0.3086
- tp 2 ore, durata di pioggia intensa

Una volta definiti i dati di pioggia, per ottenere il valore di calcolo dimensionale, vanno definiti i coefficienti di deflusso dell'area, prima e dopo la trasformazione; dove il coefficiente di deflusso è il rapporto tra la quantità di piogge destinata a dilavamento superficiale rispetto alle precipitazioni pluviometriche totali e dipende da diversi fattori quali il tipo di terreno, il grado di saturazione dello stesso, il tipo di vegetazione, la pendenza, ecc. Sono diversi e differenti i metodi per la determinazione di tale coefficiente, in questo caso, si è fatto riferimento ai valori delle Linee guida della Regione Marche, di seguito riportati, nei quali vengono definiti i valori per ogni tipo specifico di suolo considerato:

TIPO DI SUPERFICIE	C
Superficie permeabili (aree agricole, aree verdi, boschi e/o assimilabili)	0.1-0.4
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ecc.)	0.5-0.7
Superfici impermeabili (tetti, strade, piazzali, ecc.)	0.8-1.0

Considerando nel caso specifico la configurazione di progetto nel caso peggiore (eccedendo a favore della sicurezza) sotto l'aspetto idrologico ed idraulico, cioè le lavorazioni del Lotto I con superficie completamente impermeabile per l'intera superficie di intervento del Corpo D ed applicando pertanto un coefficiente C pari a 0.9 si otterrebbe:

fase transitoria Lotto I - in trasformazione

- 4,952080 ha Superficie area progetto (St)
- 0,9 (C_{deffl}) coefficiente di deflusso progetto
- 59,80 mm (h) altezza idrometrica ($h=a \cdot tp^n$)
- 2'961,34 mc (V_p) volume piovuto in totale sull'area ($V_p=h \cdot St$)
- 2'665,206 mc (V_e) volume effluente tp ($V_e=V_p \cdot C_{deffl}$) stato progetto

Ne consegue che il volume massimo effluente di progetto dal sito oggetto di studio per una durata di piogge di 2 ore (tp) con un tempo di ritorno di 30 anni, risulta essere pari a 2'665,206 mc (V_e), può essere tradotto in una portata massima fluente, nell'intervallo di tempo di progetto (2 ore, 7200 sec) di $Q_u = 0,37016$ mc/s (370,1675 l/sec) che equivale ad un coefficiente udometrico di 74,75 l/sec/ha.

Quindi visto che la portata massima in uscita (allo scarico) prevista dalla normativa regionale nella configurazione di progetto non può essere superiore a quella desumibile da un coefficiente udometrico di 20

litri al secondo per ettaro in riferimento ad elaborazioni di pioggia per $T_r=30$ anni, allora si avrà una portata ammissibile per l'area in oggetto:

$Q_{amm} = 20 \text{ litri/sec/ha} * 4,952080 \text{ ha} = Q_u = 0.09904 \text{ mc/sec}$ (99,04 litri/sec).

Quindi, il risultato più cautelativo è rappresentato dal valore di scarico dopo la trasformazione (nella sola fase di realizzazione dei vari Lotti di scavo) pari a 20.00 litri/sec/ha cioè 99,04 litri/sec.

La tipologia del sistema di rilascio e/o laminazione dei volumi calcolati, potranno essere valutate tra quelli indicati dalle linee guida Autorità di Bacino della Regione Marche di seguito riportate:

- a) vasca in c.a. o altro materiale "rigido" posta a monte del punto di scarico, sia aperta che coperta (sia in serie, sia in parallelo; in quest'ultimo caso è richiesto uno studio idraulico);
- b) invaso in terra posto a monte del punto di scarico (sia in serie, sia in parallelo; in quest'ultimo caso è richiesto uno studio idraulico);
- c) depressione in area verde o in piazzale posta a monte del punto di scarico;
- d) dimensionamento con "strozzatura" delle caditoie in modo da consentire un invaso su strade e piazzali (*);
- e) dimensionamento con "strozzatura" delle grondaie e tetti piatti con opportuno bordo di invaso in modo da consentire un invaso sulle coperture (*, #);
- f) sovradimensionamento delle fognature interne al lotto (1 mc. di tubo canale = 08 mc di invaso);
- g) mantenimento di aree allagabili (es: verde, piazzali) con "strozzatura" adeguata degli scarichi (*);
- h) scarico in acque costiere o comunque che non subiscono effetti idraulici dagli apporti meteorici;
- i) scarico in vasche adibite ad altri scopi (sedimentazione, depurazione ecc...) purché il volume di invaso si aggiunga al volume previsto per altri scopi, e purché siano comunque rispettati i vincoli e i limiti allo scarico per motivi di qualità delle acque;

Nel caso specifico considerando l'intera discarica nella sua fase di realizzazione del Lotto I, come una vasca di raccolta/invaso completamente impermeabilizzato, si potrà prevedere ed ubicare in prossimità della sua porzione di valle in direzione cioè del corpo idrico f.Catalini ivi limitrofo, un sistema di sollevamento e restituzione delle acque raccolte, senza cioè la necessità di realizzare opere o sistemi supplementari atti a garantire l'invarianza idraulica.

- Il rilascio del volume calcolato al fine di garantire l'invarianza idraulica del sito interessato dall'intervento dovrà rispettare il valore calcolato pari a 99,04 l/sec di portata Q ammissibile sul corpo recettore sulla base del rapporto 20 l/s/ha secondo la DGR 53/2014. Tale rilascio controllato potrà essere gestito per mezzo di un sistema di pompe elettrico atto a garantire il sollevamento di tali apporti idrici con il rilascio presso il corpo idrico posto a valle.
- Nella successiva fase di esercizio della discarica e del Corpo D in dettaglio, cioè al termine della realizzazione del Lotto I e quindi nel corso delle lavorazioni di cui ai Lotti II-III-IV, gli apporti meteorici che verranno drenati ed assorbiti dall'intera superficie facente capo alla discarica verranno gestiti come apporto di percolato interno alla vasca.
- Le superfici e porzioni dei vari Lotti sistemate con il capping di progetto finale (pacchetto che presenta discrete proprietà di permeabilità nella porzione superiore e di barriera in quella inferiore a protezione del rifiuto in posto) forniranno un equilibrio idrogeologico tale da "simulare" la configurazione del sito ante intervento permettendo comunque una circolazione superficiale delle acque meteoriche da monte verso valle senza significative alterazioni delle caratteristiche idrogeologiche del sito e quindi dell'invarianza idraulica.

Dimensionamento del tubo di scarico al fosso Catalini

Stimata la portata massima imposta in uscita prevista dalla normativa regionale vigente pari a 0,09904 mc/sec (coefficiente udometrico di 20 litri al secondo per ettaro), si può procedere con il dimensionamento del tubo di scarico. Il diametro del condotto di scarico è funzione del battente idraulico massimo all'interno della vasca/invaso temporaneo del Lotto I e/o della zona di accumulo e può essere calcolato con la seguente formula (Giorgi, 2004):

$$Q = 0,6\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \sqrt{2gh}$$

dove:

Q(m³/s) = portata uscente dal tubo di scarico;

D(m) = diametro del tubo;

h(m) = altezza del battente idraulico (ipotizzato pari a 1,0m);

g(m/s²) = accelerazione di gravità = 9,81.

Nel caso specifico, con una portata di scarico di 99,04 l/s e facendo riferimento al battente limite ipotizzato pari a 100 cm (altezza massima del pelo libero dell'acqua calcolata per l'area di invaso) ed adottando la formula precedente, si ottiene un tubo di scarico in PVC di 21,78 cm di diametro max, che dovrà essere collegato al sistema di sollevamento in modo di far confluire le acque pluviali dopo la laminazione al sistema al fosso Catalini. Potrà essere naturalmente installato un tubo di diametro superiore (d 250/300 mm), compatibilmente con le misure commercialmente reperibili ed anche con lo scopo di evitare intasamenti della stessa tubazione, ma dovrà rispettare il valore di deflusso controllato per mezzo di un opportuna strozzatura del diametro calcolato o altro sistema, da installare all'uscita dall'invaso.

Si allega di seguito la scheda di calcolo della portata massima ammissibile al corpo recettore al fine di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento secondo il metodo di calcolo semplificato e la tabella dei dati di piovosità della stazione di Fermo dal 1951 al 2007.

**CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1)
AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014**

Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:

$$w = w^* (\phi / \phi^*)^{(1/(1-n))} - 15 \text{ l} - w^* P$$

$$\phi^* = 0.9 \text{ Imp}^* + 0.2 \text{ Per}^* \quad \phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

$w^* = 50 \text{ mc/ha}$ volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione

ϕ = coefficiente di deflusso post trasformazione ϕ^* = coefficiente di deflusso ante trasformazione

$n = 0.48$ I e P espressi come frazione dell'area trasformata

Imp e Per espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice*) o dopo (se non c'è l'apice*)

VOLUME RICAVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

Oggetto:

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

Superficie fondiaria-lotto	=	49520.00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
ANTE OPERAM				
Superficie impermeabile esistente	=	0.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp*	=	0.00		
Superficie permeabile esistente (mq)	=	49520.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per*	=	1.00		
Imp* + Per*	=	1.00		
POST OPERAM				
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	49520.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp	=	1.00		
Superficie permeabile di progetto	=	0.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per	=	0.00		
Imp + Per	=	1.00		

INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA

Superficie trasformata/livellata	=	49520.00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola
I	=	1.00		
Superficie agricola inalterata	=	0.00	mq	superficie inalterata
P	=	0.00		
I + P	=	1.00		

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

ϕ^*	$0,9 \times Imp^* + 0,2 \times Per^*$	=	0.9	x	0.00	+	0.2	x	1.00	=	0.20					
ϕ	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0.9	x	1.00	+	0.2	x	0.00	=	0.90					
$\frac{W}{W^*}$	$w = w^* (\phi / \phi^*)^{(1/(1-n))} - 15 \text{ l} - w^* P$	=	50	x	18.04	-	15	x	1.00	-	50	x	0.00	=	886.88	mc/ha
	50 mc/ha															
$(\phi / \phi^*)^{(1/(1-n))}$	4.50															
	1.92															

VOLUME MINIMO DI INVASO

$$886.88 : 10,000.00 \times 49,520.00 = 4,391.82 \text{ mc}$$

Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha	99.04	l/sec
---	---	-------	-------

Dati pluviometrici stazione di Fermo (cod. 2220)

Anno	1h	3h	6h	12h	24h
1951	27.8	27.8	27.8	43.8	69.6
1952	13.4	24	46	64	98.2
1953	36.4	65	81.4	109.6	119.8
1954	56.6	59.6	59.6	71.6	83.8
1955	20.8	28.8	47.2	54.8	72.2
1956	32	38.8	55.6	80	152
1957	37.4	37.8	44.4	68.4	95.6
1958	30	44.8	79	114.6	135
1959	42.2	46	63.4	76.4	83.6
1960	30.6	47.2	61	95.2	131.6
1961	21	29	43.8	53.2	75.6
1962	12.2	23.4	26.8	35.2	37
1964	19.4	20.2	21.4	31.2	42
1965	13.6	17.6	21.2	34	49
1966	30	55.6	75	99.8	106.4
1967	27.6	49.4	52.2	54.6	56.8
1968	14.6	34.8	39.4	41	59.8
1969	32.2	46.6	64.2	65.8	104
1970	29.6	45	62.8	65	65.8
1971	40	43.6	53.8	57.8	60.6
1972	40	40	59.6	81.2	83.2
1973	15.4	26.4	34.2	45	64
1974	22.8	38.2	45	45	50.6
1975	22	23	37	52.8	55.6
1976	34	42.4	43.4	60	93.2
1977	29.2	50	52.6	52.6	53.4
1978	17.2	33.6	48.2	71.6	95.4
1979	19	28.4	35.4	40.4	47.6
1980	25.4	33.4	49.4	50.2	50.2
1981	26	32	34.6	42.4	48.4
1982	17	26	41	53	77.6
1983	14.4	18.4	26.8	27	28.4
1984	21	26.8	28.2	28.4	34
1985	22.8	26	33.4	35.4	47.2
1986	36.4	41.4	41.8	46	77.6
1987	12.2	20	20.4	21.6	36
1988	27.6	29.2	30.2	30.2	30.2
1989	19.4	33.6	42.6	44.2	48
1990	17	25	27	35.6	45.8
1991	18.2	47	50.4	53.6	57.4
1992	21.8	39.6	50.2	58.6	79.2
1993	9.6	15.2	21.8	30.6	41.4
1994	27.8	39.2	43.4	46.8	57.8
1995	46.6	46.8	46.8	55.8	63.2
1996	48	72	76.6	77.6	78.6
1997	22.2	28.2	36	57.8	68
1998	22.8	32.8	53	88	112.8
1999	49.6	54.6	54.8	54.8	67.8
2001	16.4	23.4	30.8	34.8	46
2002	27.8	33.8	34.2	49.4	49.4
2003	22.2	24.8	38	53.6	54.2
2004	15.8	21.2	34.6	34.6	37
2005	15.6	24	35.8	41.2	53.8
2006	23.4	27.2	40.4	40.4	40.4
2007	17.4	24.8	32.4	37.6	38.8

13. VALUTAZIONI FINALI

CONSIDERAZIONI

Per quanto riguarda nel dettaglio il sito di interesse, ubicato all'interno del territorio comunale di **Fermo (FM)**, risulta limitrofo a sorgenti sismogenetiche in grado di provocare, a seguito di attivazione, danni significativi. Ne consegue che gli effetti di terremoti appenninici nell'area provinciale per l'intervento in esame siano significativi. Dall'ulteriore approfondimento in merito, illustrato nei paragrafi che analizzano il Database DISS ver. 3.2.0 dell'INGV e DBMI15 con la storia sismica del Comune e la Pericolosità Sismica del sito espressa come valore di ag, emerge una Magnitudo massima delle Sorgenti sismotettoniche più vicine pari a circa **5.5** in linea con i valori attesi per l'area ed un valore dell'accelerazione massima del suolo compresa tra **0.225 e 0.250 (Percentile 50, Prob. In 50 anni : 5%)**.

Dai dati di disaggregazione si ottengono per il sito in studio un **$a_{max}/g = 0.298$ allo SLV e Magnitudo M caratteristica del sito = 5.180**.

Le indagini e gli studi condotti hanno evidenziato che l'area interessata dall'intervento:

- è a debole acclività con categoria topografica T1 e con taluni tratti o porzioni di versante T2. Non sono stati osservati fenomeni geologici e geomorfologici attivi, infatti, la zona in studio ed oggetto di intervento nell'ambito delle perimetrazioni del PAI ed IFFI non risulta essere interessata.
- stratigraficamente l'area di intervento (lotto corpo D) è caratterizzata dalla presenza di depositi di copertura eluviali e colluviali derivanti dal disfacimento delle litologie affioranti e ivi presenti, rappresentati da limi-argillosi, limi e limi-sabbiosi fino alla profondità media di circa 6.00-8.00m fino ad uno spessore massimo di 15.00m circa dal p.c. passanti alla formazione pelitica di riferimento da alterata ad integra (dettagli puntuali stratigrafici e geotecnici sono riportati nelle sezioni redatte ed allegate al presente studio).
- l'area l'esame è soggetta a un'attività sismica medio-bassa, indotta sia da terremoti documentati con epicentro nell'ambito del territorio provinciale sia, di riflesso, dagli eventi più intensi provenienti dalle province e regioni limitrofe.
- nell'area non sono presenti faglie superficiali, discontinuità o cavità tali da indurre un pericolo sismico aggiuntivo. Sono ridotti inoltre i fenomeni di amplificazione locale dell'accelerazione sismica dovuti all'assetto topografico o a effetti di bordo.
- le analisi sismiche basate sull'indagine eseguita (prospezioni a rifrazione) hanno fornito valori di Vs30 (velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio) di circa 241,00 m/s con piano di misura coincidente con il piano di campagna, che consentono di attribuire al suolo di fondazione la categoria "C", secondo il D.M. 17.01.2018. Non emerge la presenza di un substrato avente velocità superiori agli 800 m/s.
- il confronto tra le indagini sismiche a rifrazione (2011) e la prova geofisica HVSR (reperita del 2013) forniscono identica categoria di suolo ai sensi del DM 17.01.2018 (Cat. C), con un Vs,30 compreso tra 241 e 345 m/s, la frequenza di sito caratteristica risulta essere pari a $Hz\ 1,84 \pm 0,09$.
- riguardo all'assetto stratigrafico l'area in esame è suscettibile di amplificazione sismica locale.
- nel dettaglio $a_{max}/g = 0.298$ allo SLV e Magnitudo M caratteristica del sito = 5.180 (da dati di disaggregazione di sito).
- è presente una falda superficiale, localizzata negli orizzonti sabbiosi permeabili presenti in alcune zone subito al di sotto del terreno agrario e del primo strato di argilla sabbiosa alterata e disturbata. Tale falda risente in modo diretto delle condizioni meteoroclimatiche dell'area ed è quindi alimentata solo per infiltrazione superficiale e non è definibile come falda stabilizzata.
- i terreni affioranti nell'area in studio (Area del M.te San Biagio) dal punto di vista idrogeologico sono alimentati dalle acque meteoriche che percolano attraverso la copertura. In profondità questi livelli continuano ad essere presenti, ma diminuisce drasticamente la loro possibilità di alimentazione e quindi la loro potenzialità acquifera;
- in alcuni aree i livelli sabbiosi superficiali presentano un maggiore spessore ed una maggiore continuità, in questo caso vengono a crearsi le condizioni per l'istaurarsi di una falda freatica libera (in equilibrio con la pressione atmosferica), osservabile nei terreni confinanti con la discarica di fondo valle.

- i terreni investigati e caratterizzati sotto l'aspetto idrogeologico (unità a1, a2 e d3) assumono valori di permeabilità dell'ordine di 6.7×10^{-8} , 1.2×10^{-8} , 6.6×10^{-9} cm/sec, valori del tutto rispondenti a quanto richiesto dalla normativa vigente in ambito di realizzazione di discariche per RSU.
- riveste aspetto fondamentale nella progettazione la regimazione delle acque meteoriche per l'opera in esame. Infatti, uno dei fattori ambientali più a rischio nella gestione di una discarica controllata è costituito dalle acque meteoriche che devono essere regimate al fine di minimizzare l'apporto idrico che dall'esterno arriva al corpo rifiuti.
- sarà necessario prevedere un'ideoneo sviluppo perimetrale dell'area di intervento dotato di sistemi di captazione ed allontanamento delle acque meteoriche quali canalette di scolo in grado di evitare che le acque esterne al sito possano scorrere verso l'interno del bacino di discarica. In particolare le acque meteoriche potranno essere allontanate dal perimetro dell'area per gravità attraverso il posizionamento lungo il perimetro dell'opera di pozzetti di raccolta delle acque piovane fino al punto di scarico sulle acque superficiali del fosso Catalini.
- la regimazione delle acque meteoriche è necessaria anche ai fini di evitare l'erosione dei pendii e di ovviare a fenomeni di instabilità dei versanti che potrebbero essere agevolati dagli sbancamenti dovuti alla realizzazione ed alla gestione della discarica stessa; pertanto la corretta progettazione della rete idrica riesce a garantire un elevato livello di progettazione ambientale.
- relativamente alle misure al fine di garantire l'invarianza idraulica a seguito della realizzazione del nuovo corpo D della discarica, ai sensi della DGR 53/2014, nella fase di realizzazione del Lotto I, il volume da trattare sarà pari a 2'665,206 mc per un rilascio controllato calcolato in 99,04 l/sec di portata Q ammissibile sul corpo recettore sulla base del rapporto 20 l/s/ha. Tale rilascio potrà essere gestito per mezzo di un sistema di pompe elettrico atto a garantire il sollevamento di tali apporti idrici fino al corpo idrico posto a valle con un collegamento in tubazione (pvc) con diametro max pari a 21,78 cm o comunque con sistemi di collegamento che prevedano idonee strozzature o valvole tali da garantire il massimo deflusso al corpo idrico fosso Catalini non superiore a 99,04 l/sec.
- nella fase di esercizio della discarica e del Corpo D in dettaglio, cioè al termine della realizzazione del Lotto I e quindi nel corso delle lavorazioni di cui ai Lotti II-III-IV, gli apporti meteorici che verranno drenati ed assorbiti dall'intera superficie facente capo alla discarica verranno gestiti come apporto di percolato interno alla vasca.
- le superfici e porzioni dei vari Lotti sistemate con il capping di progetto finale (pacchetto che presenta discrete proprietà di permeabilità nella porzione superiore e di barriera in quella inferiore a protezione del rifiuto in posto) forniranno un equilibrio idrogeologico tale da "simulare" la configurazione del sito ante intervento permettendo comunque una circolazione superficiale delle acque meteoriche da monte verso valle senza significative alterazioni delle caratteristiche idrogeologiche del sito e quindi dell'invarianza idraulica.
- le analisi di stabilità per la progettazione del corpo D, sono state eseguite lungo la sezione 06 topografica (rilievo 2018) rappresentativa dell'andamento geologico-topografico-geotecnico con sviluppo progettuale dei vari Lotti nelle seguenti combinazioni:
 - A) Verifica Lungo Termine TE Lotto I° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°, assente il rifiuto;
 - B) Verifica Lungo Termine TE + SLV Lotto I° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°, assente il rifiuto;
 - C) Verifica Lungo Termine TE Lotto II° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°, assente il rifiuto;
 - D) Verifica Lungo Termine TE + SLV Lotto II° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°, assente il rifiuto;
 - E) Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto Lotto II° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°;
 - F) Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto + falda Lotto II° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°;
 - G) Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto Lotto III° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°;

H) Verifica Lungo Termine TE + SLV + rifiuto Lotto IV° secondo il profilo di scavo di progetto con scarpate con pendenza 35°-42°.

○ I valori ottenuti dalle verifiche di stabilità sono rispettivamente i seguenti:

- F_s min (Morgerstern Price) opt = 1.409
- F_s min (Morgerstern Price) opt = 1.122
- F_s min (Morgerstern Price) opt = 1.497
- F_s min (Morgerstern Price) opt = 1.178
- F_s min (Morgerstern Price) opt = 1.196
- F_s min (Morgerstern Price) opt = 1.192
- F_s min (Morgerstern Price) opt = 1.265
- F_s min (Morgerstern Price) opt = 1.325

Tutte le verifiche effettuate rispettano la condizione di sicurezza minima secondo le NTC 2018 ed approccio di analisi con parametri geotecnici ridotti secondo la combinazione 2 che fissa in $F_s > 1.1$ la soglia di riferimento.

Si allega di seguito report dettagliato della campagna geognostica eseguita nel 2011 con i relativi certificati.

San Benedetto del Tronto
14 Febbraio 2019



Dott. Geol. Alessandro Mascitti
(dott. geol. Alessandro Mascitti)

ALLEGATI

- SCHEDE E CERTIFICATI INDAGINI GEOGNOSTICHE (2011)
 - Immagine Satellitare Google Earth con ubicazione campagna geognostica
 - Sondaggi a distruzione Sd e carotaggio continuo Sc
 - Certificati analisi geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati
 - Certificati Prove Penetrometriche Statiche CPT
 - Linee Sismiche a Rifrazione
- SCHEDE E CERTIFICATI INDAGINI GEOGNOSTICHE (2013)
 - Certificati Indagine Geofisica HVSr
 - Certificati Sondaggi a carotaggio continuo
- NUOVI ELABORATI 2018-2019
 - Tavola Sezioni Geologiche-Geotecniche Corpo D : n.02,04,06,08,10 (Nord-Sud) e n.13,15,17,19 (Ovest-Est)

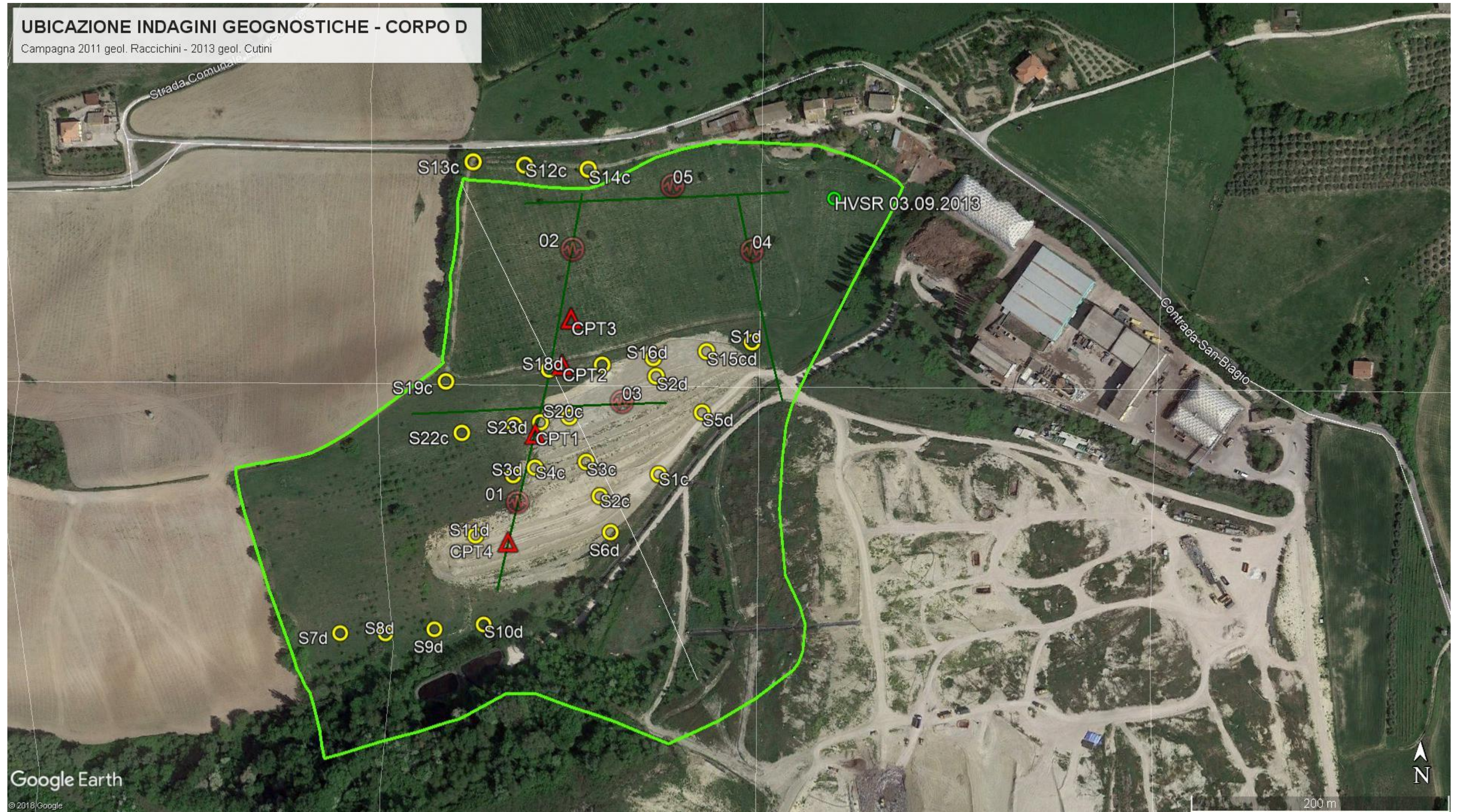


Figura 21 – Carta Ubicazione indagini geognostiche (geologiche-sismiche) 2011-2013 su base satellitare google earth

Certificati Sondaggi a distruzione Sd e carotaggio continuo Sc

Sondaggi geologici	Quota piano campagna s.l.m .	Profondità di perforazione in metri dal p.c.	Profondità campioni	Tipo di perforazione
S1d/2011	149.520	16.00		Distruzione di nucleo
S2d	144.644	18.00		Distruzione di nucleo
S3d	129.4 78	18.00		Distruzione di nucleo
S1c	130.537	16.00		Carotaggio continuo
S2c	127.027	15.00		Carotaggio continuo
S3c	131 .501	17.00	10.00 10.30 15.30 15.80	Carotaggio continuo
S4c	129.958	17.00		Carotaggio continuo
S5d	140.816	13.00		Distruzione di nucleo
S6d	121 .303	17.00		Distruzione di nucleo
S7d	96.099	15.00		Distruzione di nucleo
S8d	95.800	16.00		Distruzione di nucleo
S9d	97.530	15.00		Distruzione di nucleo
S10d	99.103	15.00		Distruzione di nucleo
S11d	118.815	18.00		Distruzione di nucleo
S12c	187.865	14.00		Carotaggio continuo
S13c	187.580	17.00		Carotaggio continuo
S14c	187.748	17.00		Carotaggio continuo
S15c/d	147.646	19.00		Distruzione di nucleo
S16d	146.103	27.00		Distruzione di nucleo
S17d	149.752	18.00		Distruzione di nucleo
S18c	152.109	14.00		Carotaggio continuo
S19c	152.693	14.00		Carotaggio continuo
S20c	140.169	17.00		Carotaggio continuo
S21c	141.796	16.00		Carotaggio continuo
S22c	143.889	13.00		Carotaggio continuo
S23d	140.879	24.00		Distruzione di nucleo

Figura 22 – Sintesi Indagini geognostiche 2011- Sondaggi a carotaggio continuo e distruzione di nucleo

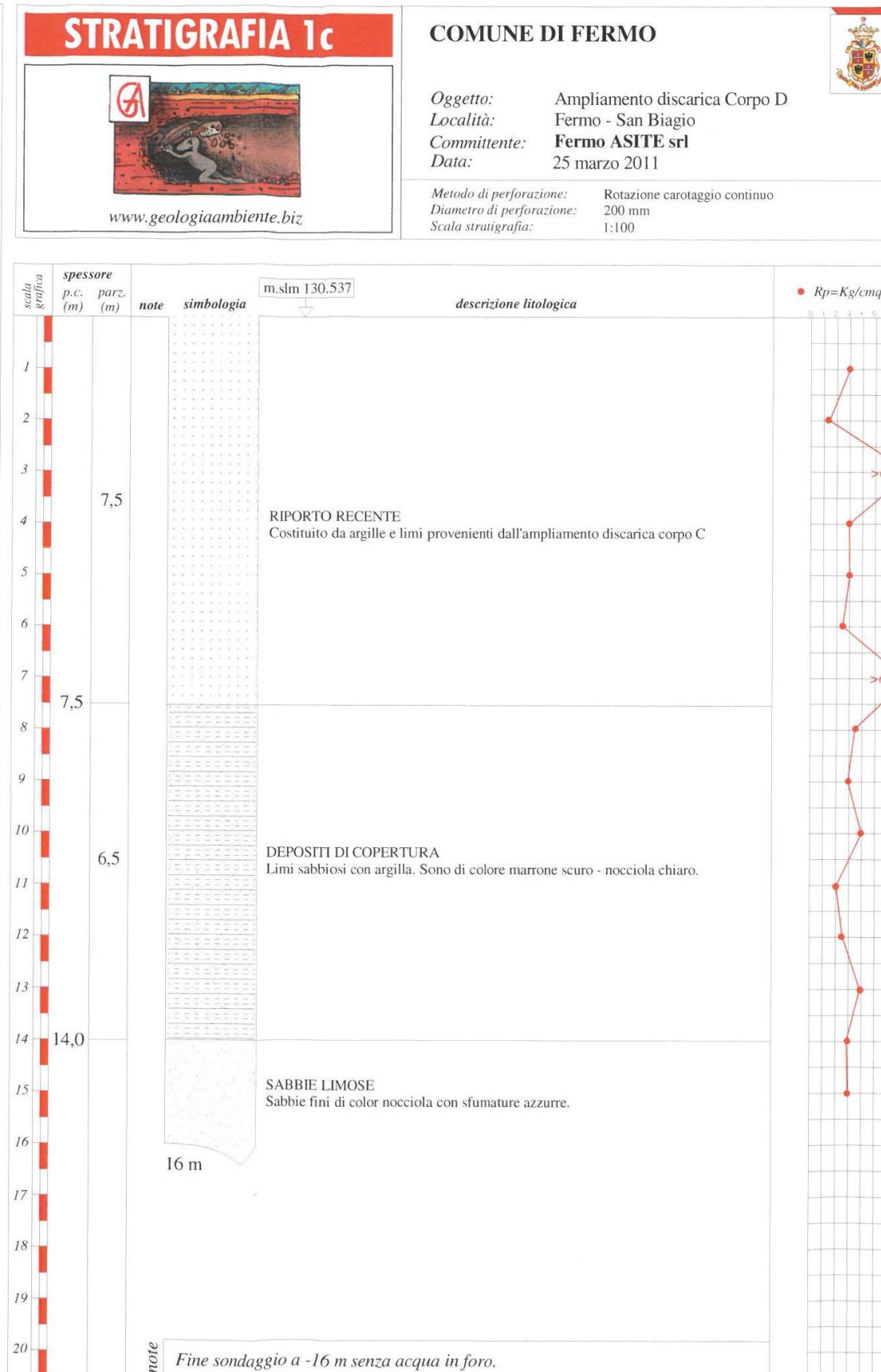
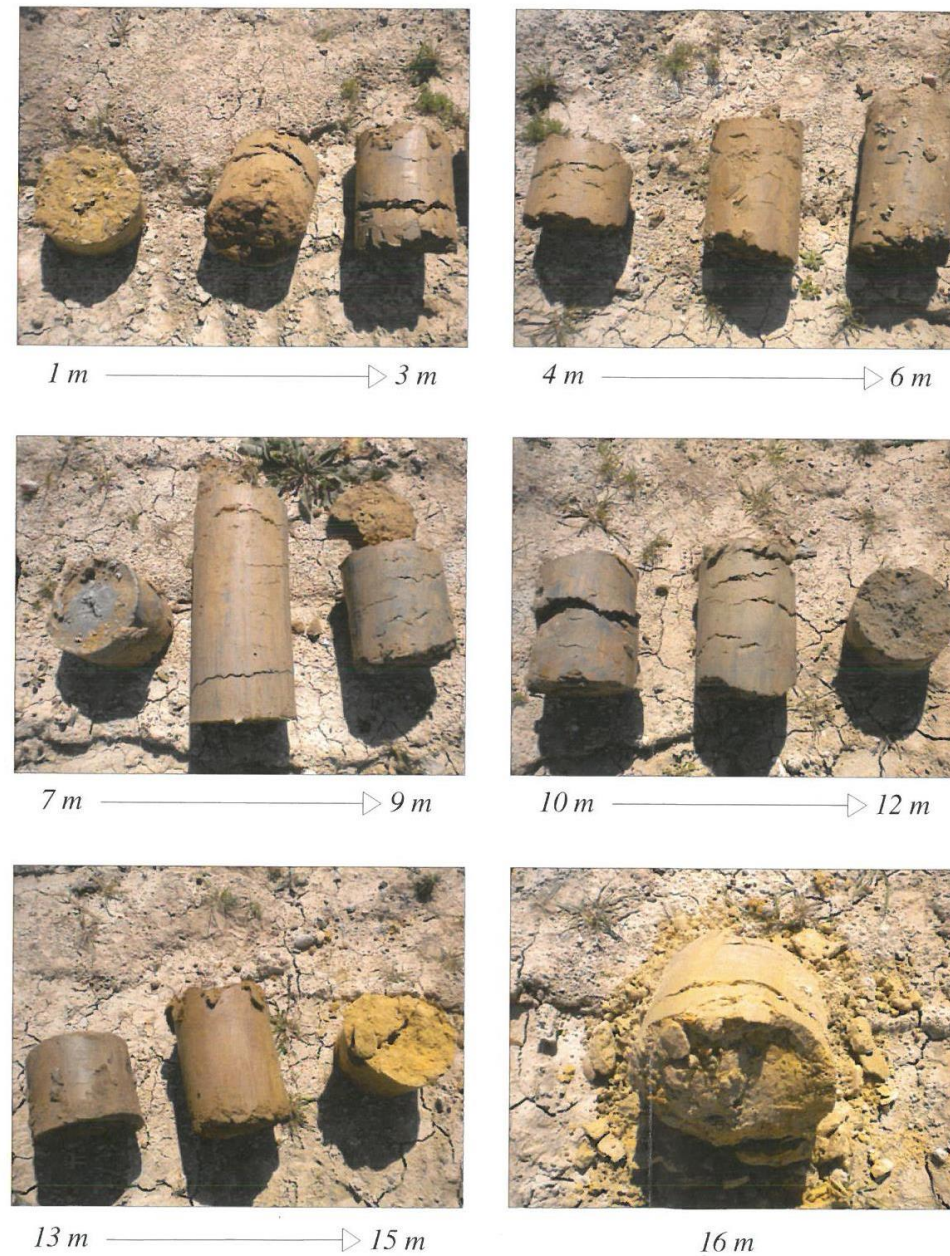


Figura 23 – Schede sondaggi campagna geognostica 2011



1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 16 m

STRATIGRAFIA 1d



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 23 marzo 2011

Metodo di perforazione: A distruzione
Diametro di perforazione: 40 cm
Scala stratigrafia: 1:100

scala grafica	spessore p.c. (m)	parz. (m)	note	simbologia	m.slm 149.520	descrizione litologica	Rp=Kg/cmq
1	2,0					DEPOSITI DI COPERTURA Limi argillosi con sabbie. Contengono concrezioni carbonatiche bianche.	
2	2,0						
3							
4							
5							
6							
7						Limi argillosi con intercalati livelli sabbiosi sottili. Sono di colore marrone chiaro-nocciola.	
8							
9							
10							
11							
12							
13						A - 13,00 diventano grigio-azzurri con livelli sabbiosi arancio.	
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
			note			Fine sondaggio a -16 m con acqua in foro.	



1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m

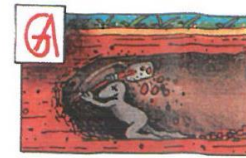


10 m → 12 m



13 m → 15 m

STRATIGRAFIA 2c



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 25 marzo 2011

Metodo di perforazione: Rotazione carotaggio continuo
Diametro di perforazione: 200 mm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 15 m



16 m → 18 m

STRATIGRAFIA 2d



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 23 marzo 2011

Metodo di perforazione: A distruzione
Diametro di perforazione: 40 cm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 15 m



16 m

STRATIGRAFIA 3c



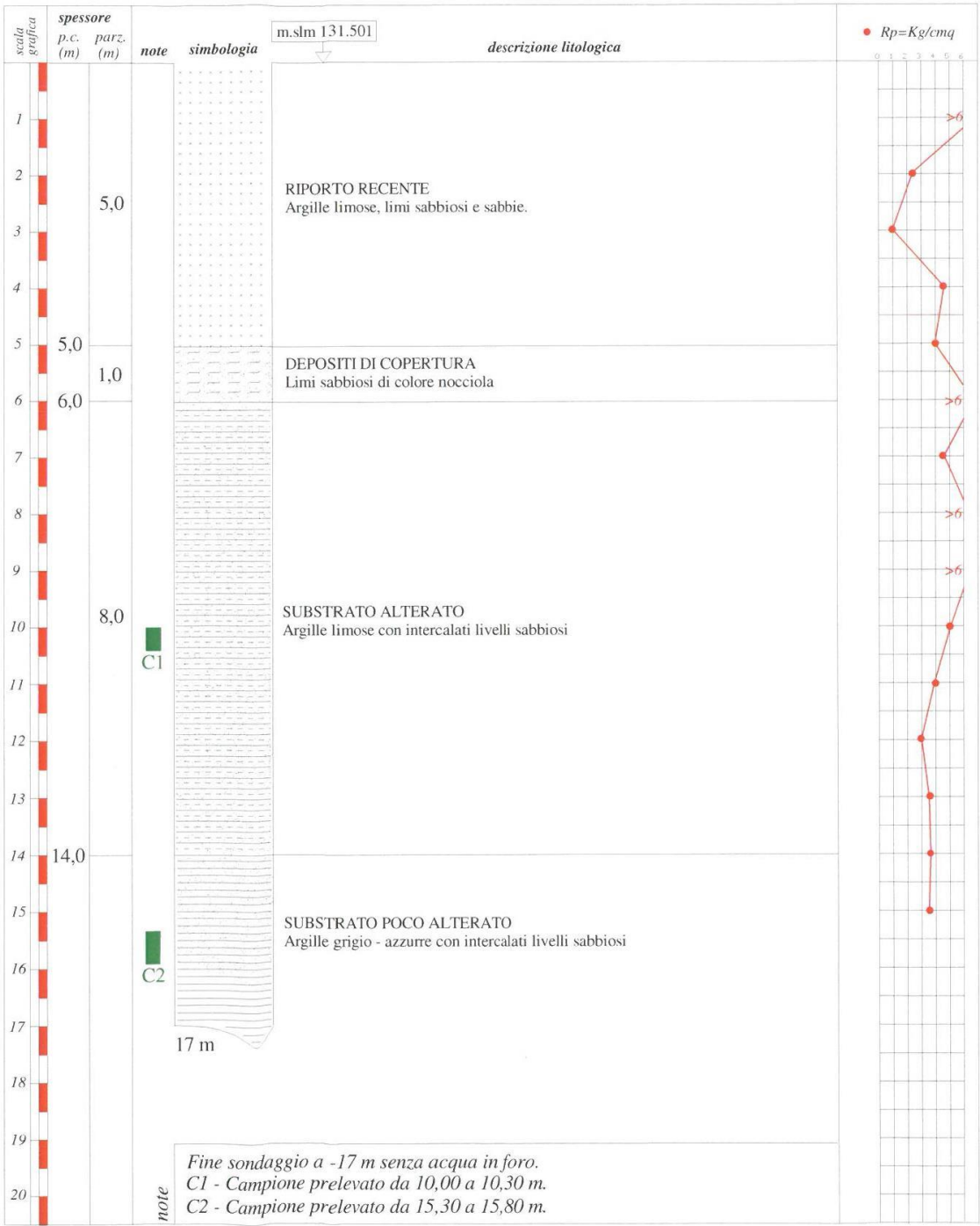
www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 25 marzo 2011

Metodo di perforazione: Rotazione carotaggio continuo
Diametro di perforazione: 200 mm
Scala stratigrafia: 1:100





scala grafica	spessore		note	simbologia	descrizione litologica	<div> <div></div> <div>Rp=Kg/cmq</div> </div>
	p.c. (m)	parz. (m)				
1						
2						
3		6,0			RIPORTO RECENTE Limi argillosi, sabbie fini e argille marnose. Terreni rimaneggiati.	
4						
5						
6		6,0				
7						
8						
9		7,0			DEPOSITI DI COPERTURA Limi sabbiosi con argilla. Sono di colore nocciola con sfumature azzurre e arancioni. Contengono concrezioni carbonatiche rare.	
10						
11						
12						
13		13,0				
14						
15						
16					Argille limose con intercalati livelli sabbiosi sottili.	
17						
18						
19						
20						

18 m

note

Fine sondaggio a -18 m senza acqua in foro.



1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 15 m



16 m → 17 m

STRATIGRAFIA 4c



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 25 marzo 2011

Metodo di perforazione: Rotazione carotaggio continuo
Diametro di perforazione: 200 mm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 11 m

STRATIGRAFIA 5d



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 28 marzo 2011

Metodo di perforazione: A distruzione
Diametro di perforazione: 40 cm
Scala stratigrafia: 1:100

scala grafica	spessore p.c. (m)	parz. (m)	note	simbologia	m.slm 140.816	descrizione litologica	• Rp=Kg/cm ²
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

RIPORTO RECENTE
Argille, argille limose e sabbie.

acqua

13 m

note
Fine sondaggio a -13 m con acqua in foro.



1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 15 m



16 m → 17 m

STRATIGRAFIA 6d



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 28 marzo 2011

Metodo di perforazione: A distruzione
Diametro di perforazione: 40 cm
Scala stratigrafia: 1:100

scala grafica	spessore p.c. (m)	parz. (m)	note	simbologia	m.slm 121.303	descrizione litologica	Rp=Kg/cmq
1							
2							
3							
4							
5							
6			11,0			DEPOSITI DI COPERTURA Argille limi e sabbie.	
7							
8							
9							
10							
11			11,0				
12							
13			5,0			SUBSTRATO ALTERATO Argille limose con livelli sabbiosi.	
14							
15							
16			16,0			SUBSTRATO POCO ALTERATO Argille mamose grigio-azzurre con intercalati livelli sabbiosi	
17					17 m		
18							
19							
20							
			note	Fine sondaggio a -17 m senza acqua in foro.			



1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 15 m

STRATIGRAFIA 7d



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 28 marzo 2011

Metodo di perforazione: A distruzione
Diametro di perforazione: 40 cm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 16 m

STRATIGRAFIA 8d



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 28 marzo 2011

Metodo di perforazione: A distruzione
Diametro di perforazione: 40 cm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 15 m

STRATIGRAFIA 9d



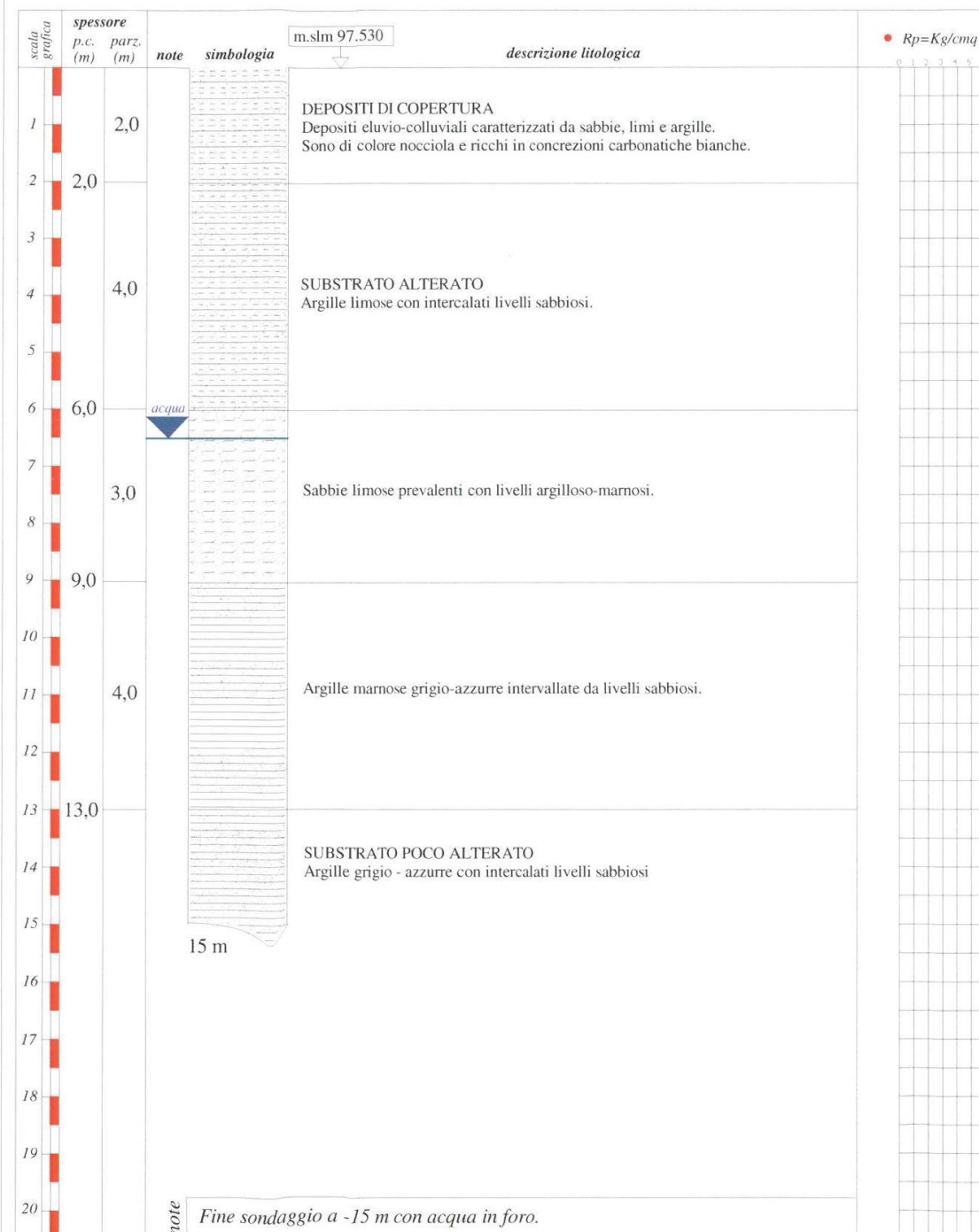
www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 29 marzo 2011

Metodo di perforazione: A distruzione
Diametro di perforazione: 40 cm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 15 m

STRATIGRAFIA 10d



www.geologiaambiente.biz

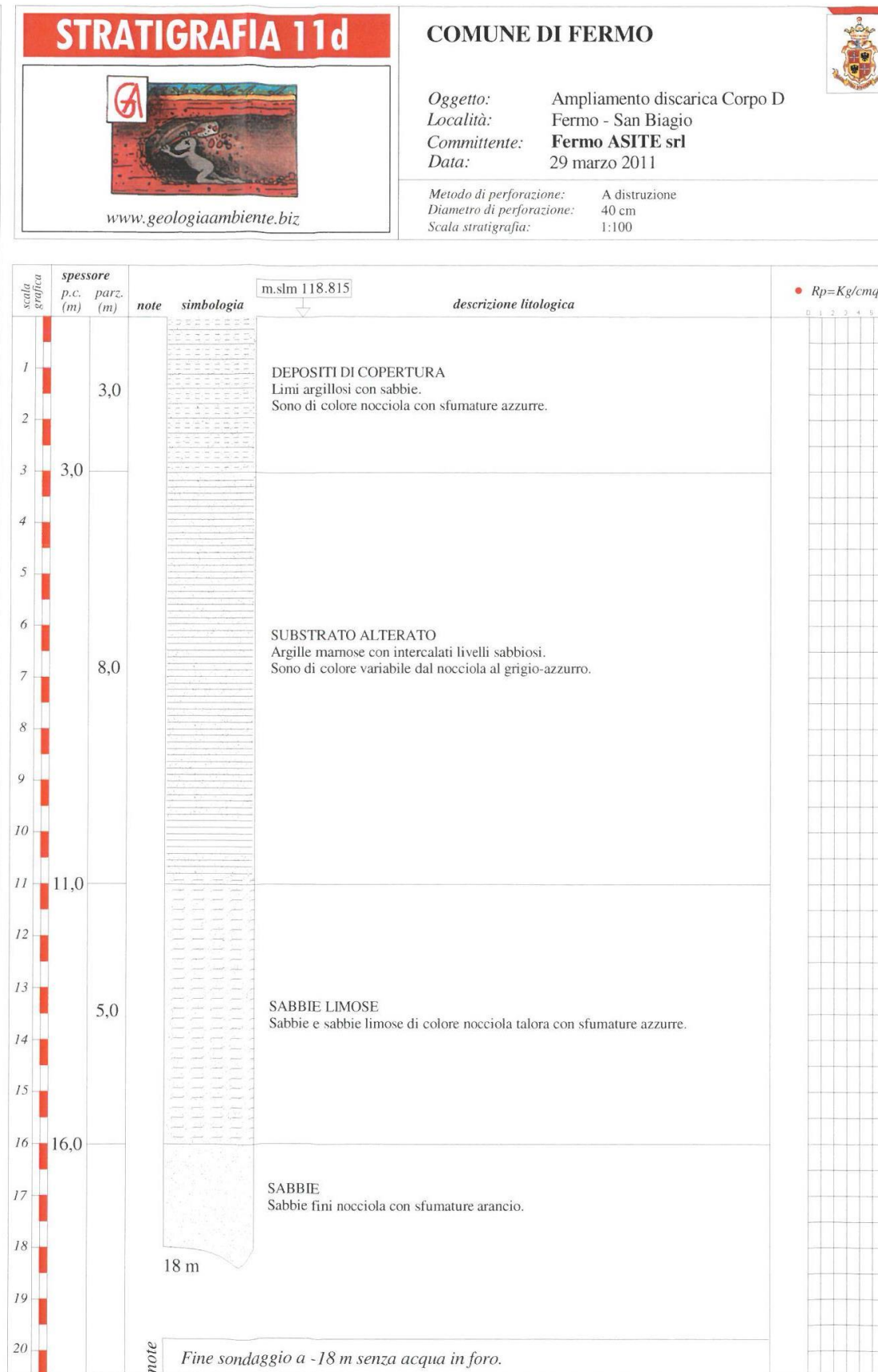
COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 29 marzo 2011

Metodo di perforazione: A distruzione
Diametro di perforazione: 40 cm
Scala stratigrafia: 1:100

scala grafica	spessore p.c. (m)	parz. (m)	note	simbologia	m.slm 99,103	descrizione litologica	Rp=Kg/cmq
1							
2							
3							
4			9,0			DEPOSITI DI COPERTURA Depositi eluvio-colluviali caratterizzati da sabbie, limi e argille in percentuali differenti. Contengono concrezioni carbonatiche bianche.	
5							
6							
7							
8							
9			9,0	acqua			
10							
11			4,0			SUBSTRATO ALTERATO Argille marnose con intercalati livelli sabbiosi. Sono di colore nocciola con sfumature azzurre.	
12							
13			13,0			Argille marnose grigio-azzurre con livelli sabbiosi.	
14							
15					15 m		
16							
17							
18							
19							
20							
			note	Fine sondaggio a -15 m con acqua in foro.			





1 m —————> 3 m



4 m —————> 6 m



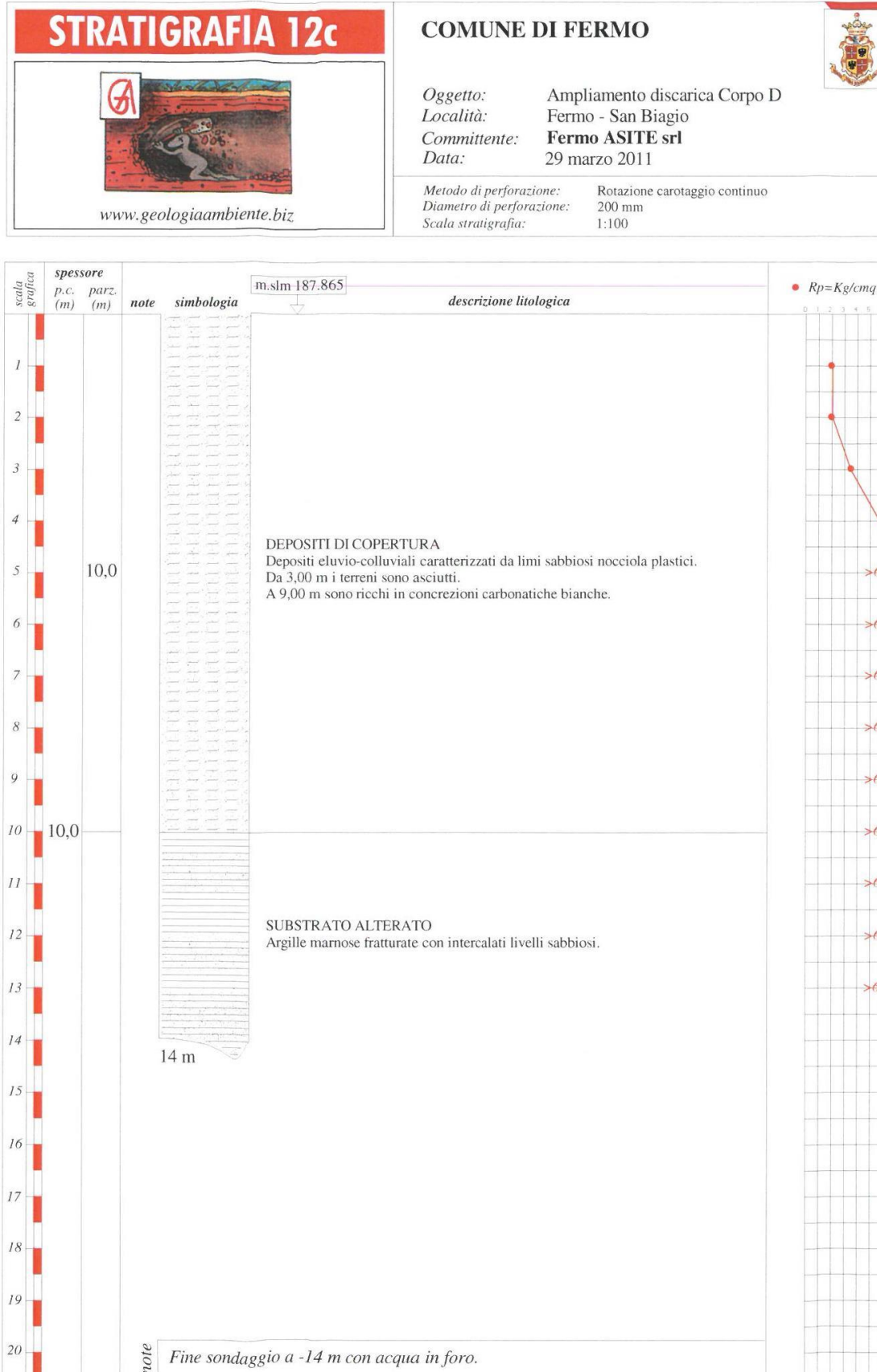
7 m —————> 9 m



10 m —————> 12 m



13 m —————> 14 m





1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m

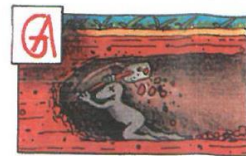


13 m → 15 m



16 m → 17 m

STRATIGRAFIA 13c



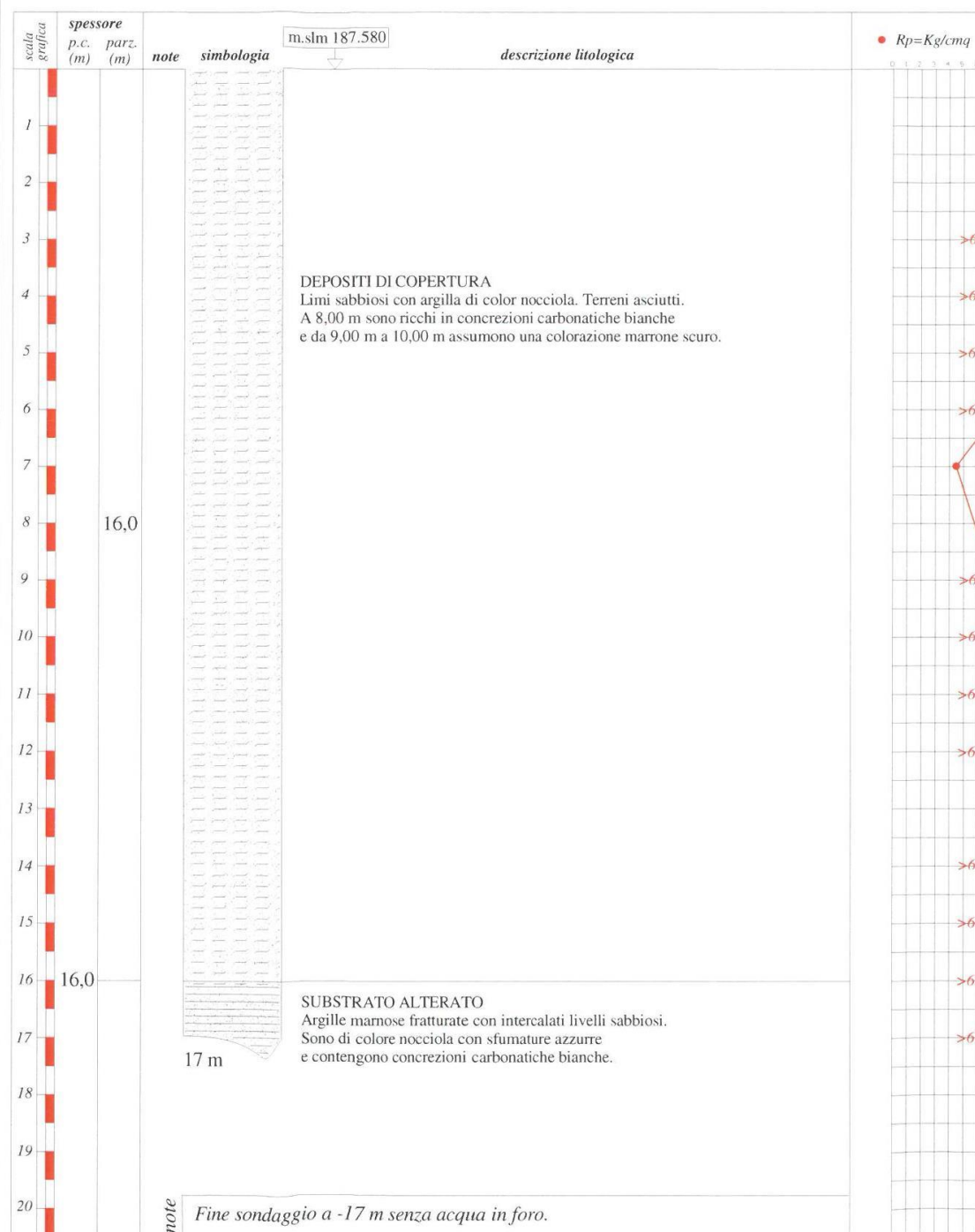
www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 29 marzo 2011

Metodo di perforazione: Rotazione carotaggio continuo
Diametro di perforazione: 200 mm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m —————> 7 m



8 m —————> 12 m



13 m —————> 17 m

STRATIGRAFIA 14c



www.geologiaambiente.biz

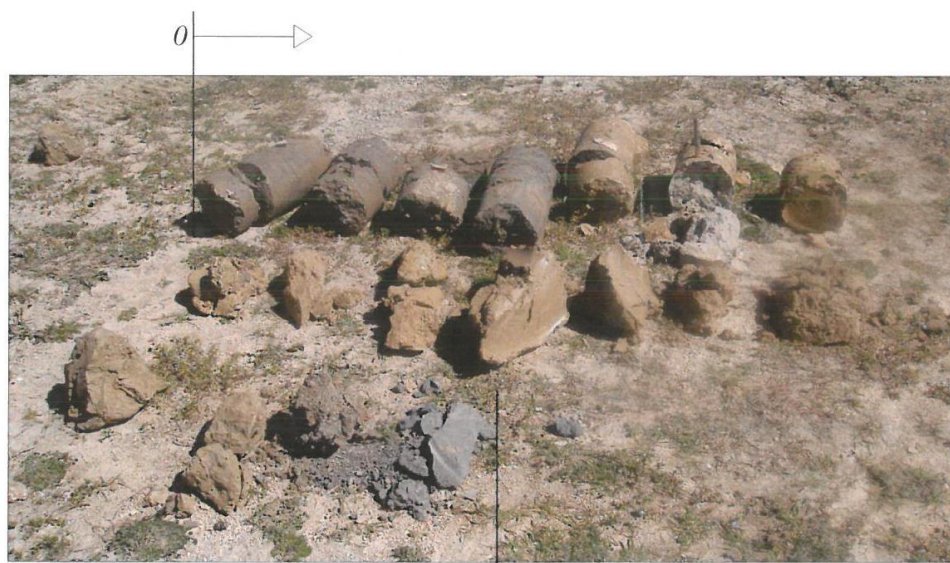
COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 30 marzo 2011

Metodo di perforazione: Rotazione carotaggio continuo
Diametro di perforazione: 200 mm
Scala stratigrafia: 1:100





19 m

STRATIGRAFIA 15c\ d



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 30 marzo 2011

Metodo di perforazione: Rotazione carotaggio continuo / a distruzione
Diametro di perforazione: 200 mm / 600 mm
Scala stratigrafia: 1:100







1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 15 m



16 m → 18 m

STRATIGRAFIA 17d



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 30 marzo 2011

Metodo di perforazione: A distruzione
Diametro di perforazione: 40 cm
Scala stratigrafia: 1:100

scala grafica	spessore p.c. (m)	parz. (m)	note	simbologia	m.slm 149.752	descrizione litologica	• Rp=Kg/cmq
1							
2							
3							
4			8,0			DEPOSITI DI COPERTURA Limi sabbiosi con argilla. Sono di colore nocciola con sfumature azzurre. A 7,00 m assumono una colorazione grigio - azzurra.	
5							
6							
7							
8			8,0				
9							
10							
11							
12							
13						SUBSTRATO ALTERATO Argille marnose grigio azzurre nocciola con intercalati livelli sabbiosi sottili.	
14							
15							
16							
17							
18					18 m		
19							
20							

note Fine sondaggio a -18 m senza acqua in foro.



1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 14 m



COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 30 marzo 2011

Metodo di perforazione: Carotaggio continuo
Diametro di perforazione: 200 mm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 14 m

STRATIGRAFIA 19c



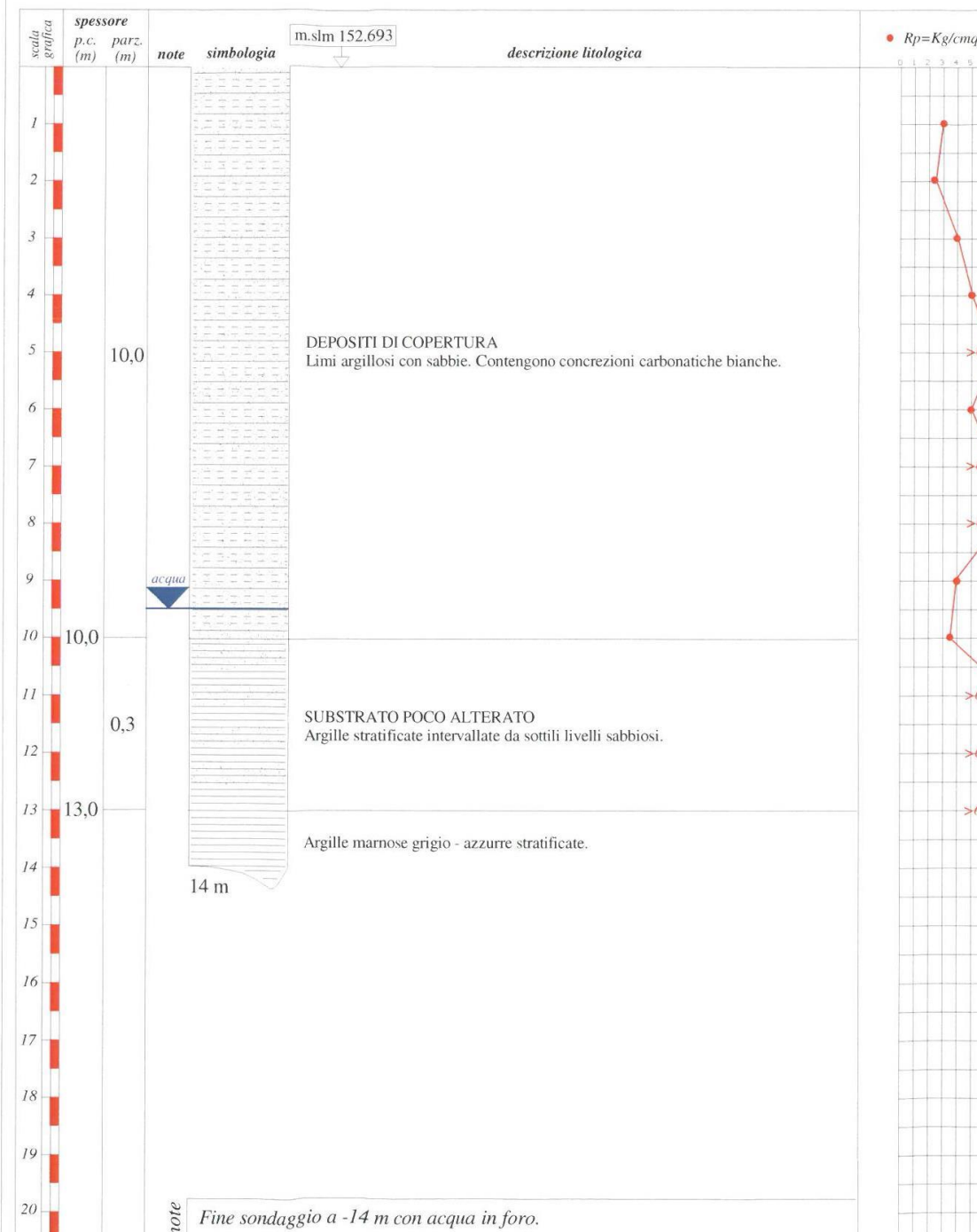
www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 31 marzo 2011

Metodo di perforazione: Carotaggio continuo
Diametro di perforazione: 200 mm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 15 m



16 m → 17 m

STRATIGRAFIA 20c



www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 31 marzo 2011

Metodo di perforazione: Rotazione carotaggio continuo
Diametro di perforazione: 200 mm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m → 3 m



4 m → 6 m



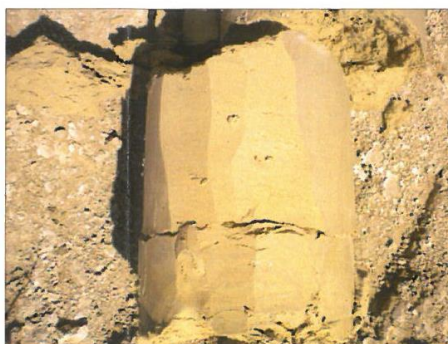
7 m → 9 m



10 m → 12 m



13 m → 15 m



16 m

STRATIGRAFIA 21c



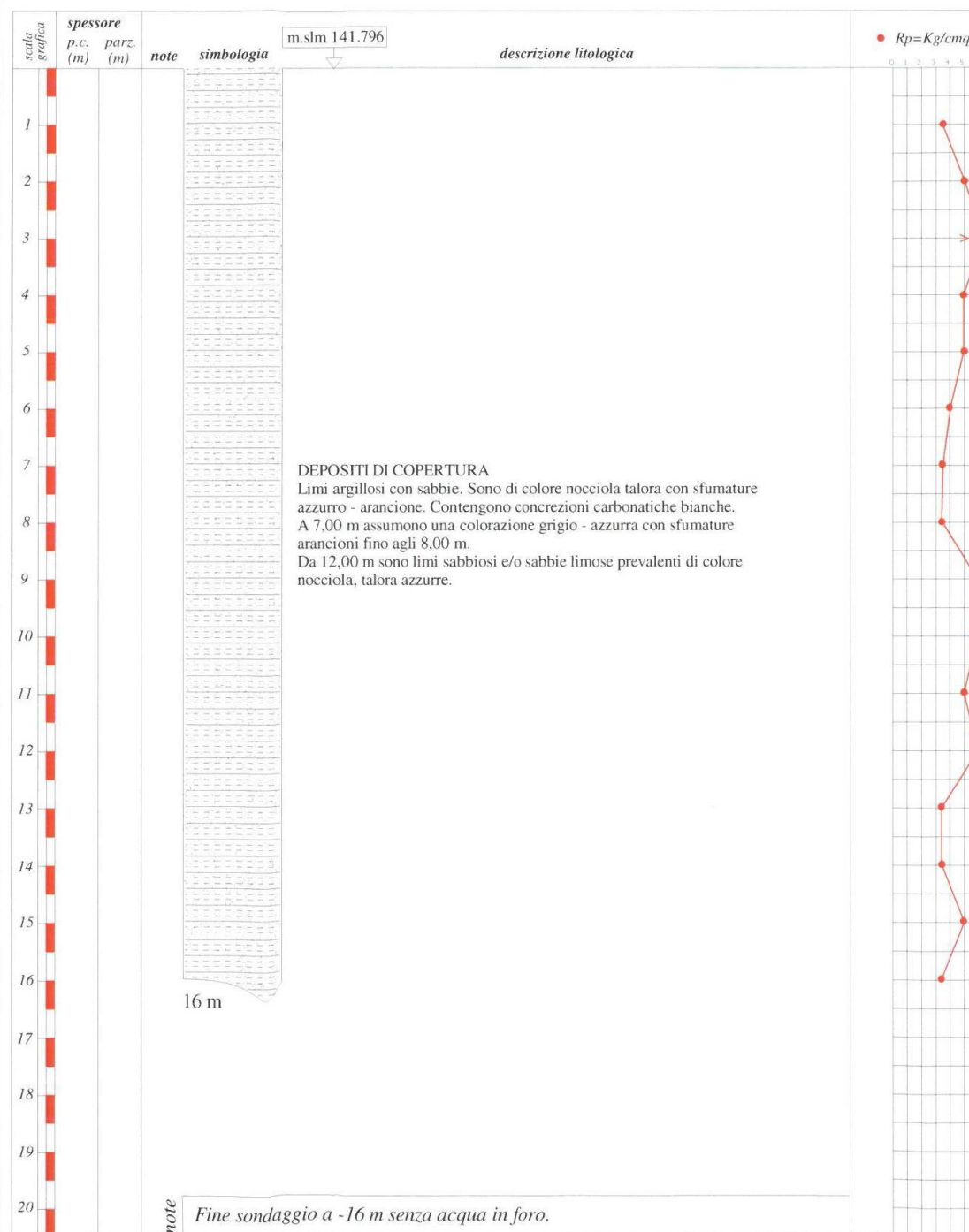
www.geologiaambiente.biz

COMUNE DI FERMO



Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 31 marzo 2011

Metodo di perforazione: Rotazione carotaggio continuo
Diametro di perforazione: 200 mm
Scala stratigrafia: 1:100





1 m → 3 m



4 m → 6 m



7 m → 9 m



10 m → 12 m

STRATIGRAFIA 22c



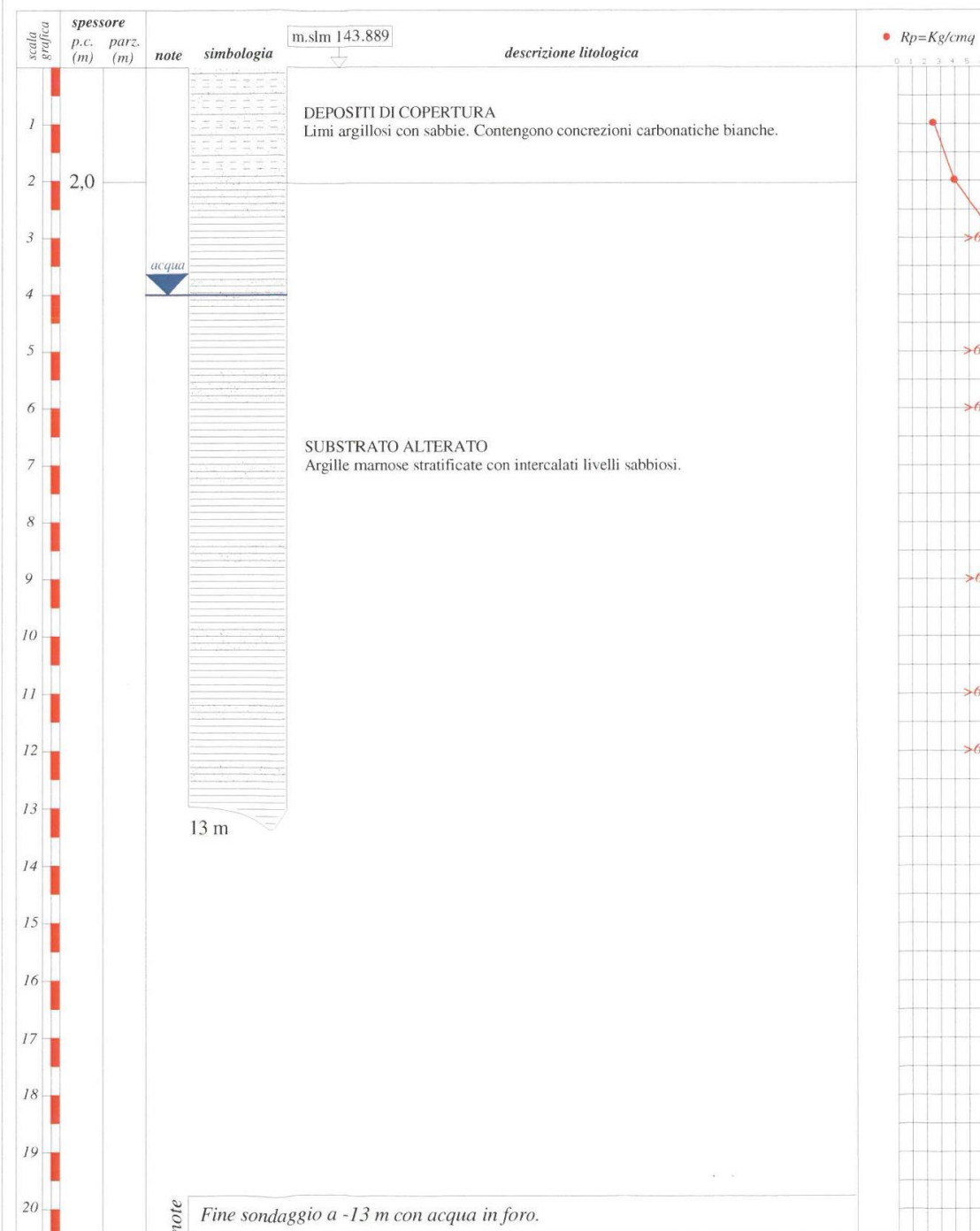
www.geologiaambiente.biz

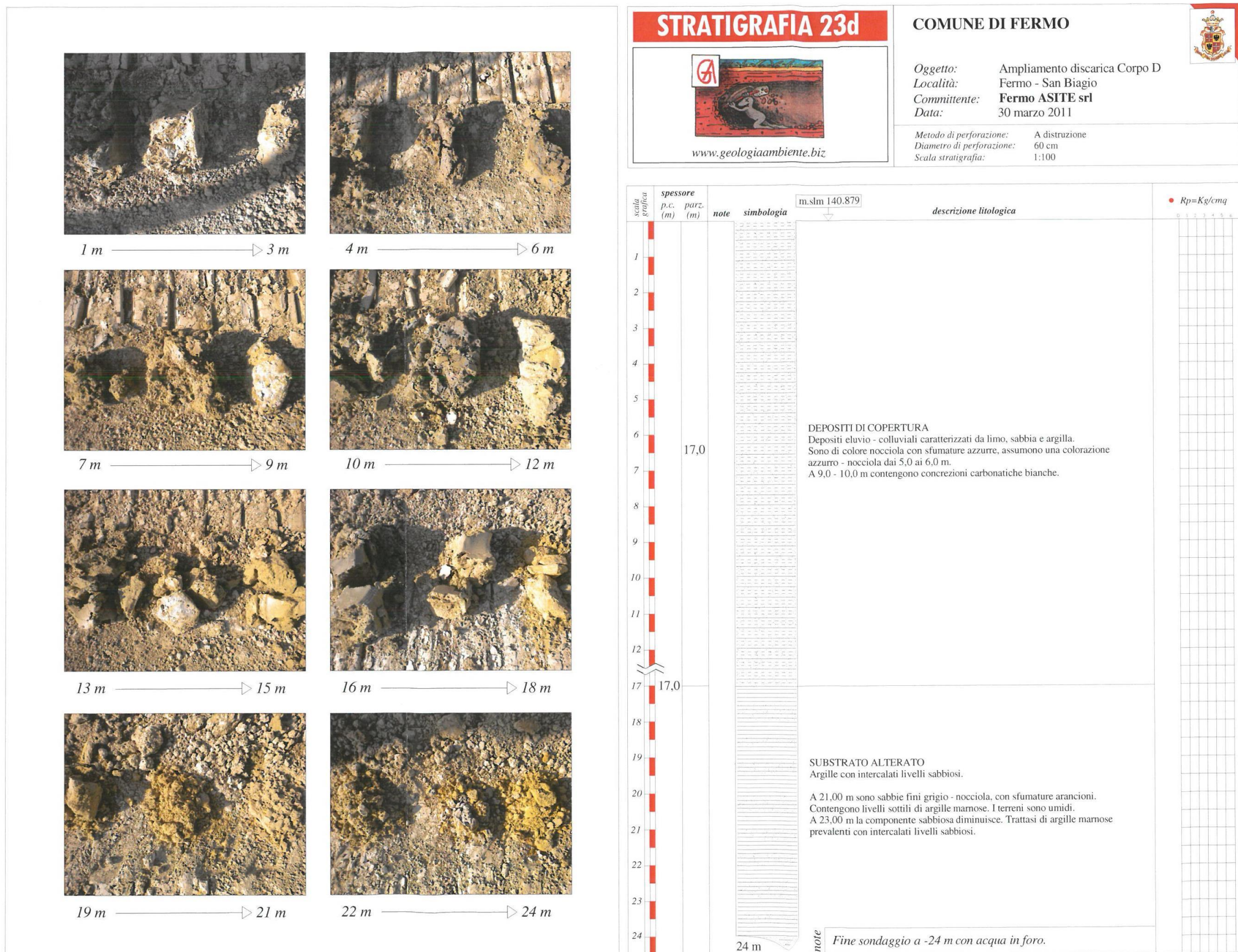
COMUNE DI FERMO



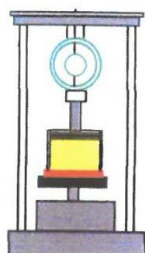
Oggetto: Ampliamento discarica Corpo D
Località: Fermo - San Biagio
Committente: Fermo ASITE srl
Data: 31 marzo 2011

Metodo di perforazione: Carotaggio continuo
Diametro di perforazione: 200 mm
Scala stratigrafia: 1:100





Certificati analisi geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati
Figura 24 – Certificati di laboratorio analisi campioni indisturbati prelevati campagna 2011



GEOTECNO

di Dr. Bellesi Roberto

LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cluentina, 57 62100 Piediripa (MC)

Tel e Fax 0733/283589

P.I.V.A. 01737150431 – C.F. BLLRRT66E18E783P

**DATI DELLE PROVE DI LABORATORIO
GEOTECNICO**

Richiedente:

Dott. Raccichini Sergio

Indagine:

C.da San Biagio Fermo (FM)

06 Aprile 2011

Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.Certificato n° **2548**

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio		
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)		
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)		
Sondaggio:	Campione	1	Profondità prelievo m 10,00-10,30
Dimensione del campione:	Diametro	210 mm	lunghezza 280 mm

Caratteristiche generali del campione

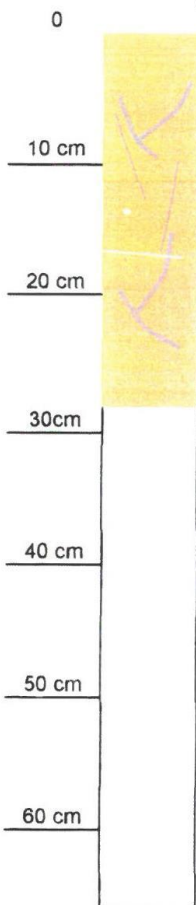
Stato del campione	indisturbato
	rimaneggiato

Data di prelievo	25/03/2011
Data di apertura	29/03/2011

Prove eseguite

Rp=	3,00 kg/cm ²
Alto	
Tv=	kg/cm ²

Rp=	3,25 kg/cm ²
Basso	
Tv=	kg/cm ²



Identificazione

Descrizione visuale

Argilla limosa beige nocciola con venature grigiastre e spalmature di sabbie fini grigio chiaro, presenti fratture subverticali variamente orientate, rare concrezioni CaCO₃ in noduli millimetrici, struttura screziata, consistente.

2,10	Peso di volume γ	Limite liquido WI
17,89	Contenuto in acqua Wn	Limite plastico Wp
	Grado di saturazione Sr	Indice plastico Ip
1,78	Peso volume secco γ_d	Indice di consistenza Ic
	Indice dei vuoti e	Indice di liquidità IL
	Porosità n	Limite di ritiro Ws
2,727	Peso specifico dei grani Gs	Attività A

Granulometria

Argilla Limo Sabbia Ghiaia

Classificazione

USCS (AGI)

AASHTO (CNR UNI 10006)

Caratterizzazione meccanica

<input checked="" type="checkbox"/>	Compressione laterale libera
<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio diretto CD
<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio diretto RS
<input checked="" type="checkbox"/>	Consolidazione edometrica
<input type="checkbox"/>	Compressione triassiale UU
<input type="checkbox"/>	Compressione triassiale CU
<input type="checkbox"/>	Compressione triassiale CD
<input type="checkbox"/>	Costipamento Proctor standard
<input type="checkbox"/>	Costipamento Proctor Modificata
<input type="checkbox"/>	Permeabilità diretta a carico variabile in cella edometrica
<input type="checkbox"/>	Permeabilità diretta a carico variabile
<input type="checkbox"/>	Permeabilità diretta a carico costante

Argilla limosa

Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.

Certificato n° 2548

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione: 1 Profondità prelievo m 10,00-10,30

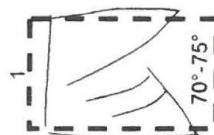
COMPRESSIONE LATERALE LIBERA

CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINI

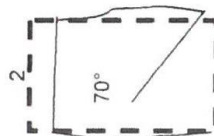
	1	2	3	
ϕ iniziale	3,81	3,81	3,81	cm
H ₀	7,62	7,62	7,62	cm
P _i	181,70	182,13	181,94	gr
γ	2,09	2,10	2,10	gr/cm ³
W	18,12	17,71	17,74	%

CARATTERISTICHE MECCANICHE

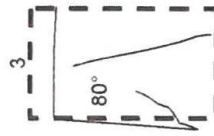
	1	2	3	
Velocità di deformazione	1,2	1,2	1,2	mm/min.
Pressione a rottura	4,12	3,48	2,52	Kg/cm ²
Deformazione a rottura	13,77	11,15	7,87	%
Angolo a rottura	70°-75°	70°	80°	
Moduli elastici	157,58	152,33	145,65	Kg/cm ²



campione composto da
argilla-limoso noccia grigia
rotture fragili



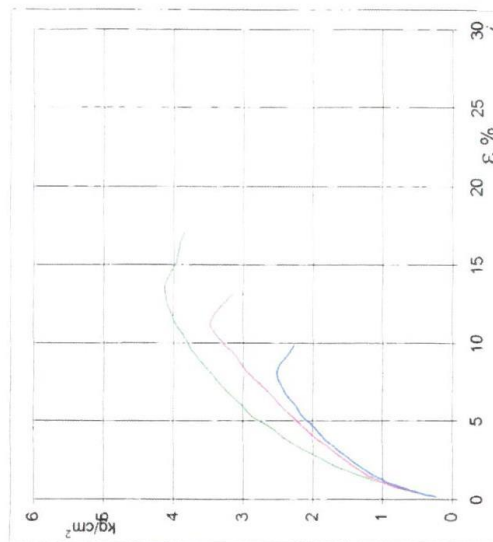
campione composto da
argilla-limoso noccia grigia
rotture fragili



campione composto da
argilla-limoso noccia grigia
rotture fragili

CARATTERISTICHE MECCANICHE MEDIE

qu:	3,37	Kg/cm ²
cu:	1,69	Kg/cm ²
ϵ :	10,93	%



Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.

Certificato n° 2548

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione 1
	Profondità prelievo m 10,00-10,30

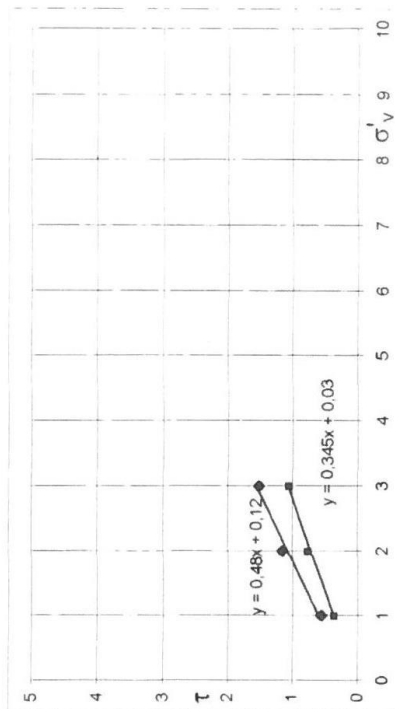
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Caratteristiche iniziali medie dei provini

Peso:	=	151,27	g
Peso dell'unità di volume:	Y=	2,10	g/cm³
Peso specifico dei grani:	Ys=		g/cm³
Contenuto in acqua:	W=	17,96	%
Indice dei vuoti:	e=		%
Porosità:	n=		%
Grado di saturazione:	Sr=		%

Velocità di deformazione:	0,004	mm/min
Stato del campione:	L=	60 mm
Dimensione dei provini:	altezza	20 mm
Tipo della prova:		
		Non consolidata-non drenata
		Consolidata-non drenata
		Consolidata-drenata

PROVINO	1	2	3
CONSOLIDAZIONE			
Pressione verticale	σ	1,00	2,00
Tempo di consolidazione	h	24,00	24,00
Cedimento finale	δt	0,370	0,875
ROTTURA			
Sollecitazione tangenziale di picco	τ	0,56	1,16
Deformazione trasversale	δτ	1,19	2,49
Deformazione normale	δm	0,02	0,21
Sollecitazione tangenziale residua	τ	0,36	0,75
Deformazione trasversale	δτ	3,33	3,77
Deformazione normale	δm	0,10	0,19
Contenuti in acqua finale	Wf	22,06	20,56



Φ' = 25,6° c' = 0,12 Kg/cm²

Φ'r = 19° c'r = 0,03 Kg/cm²

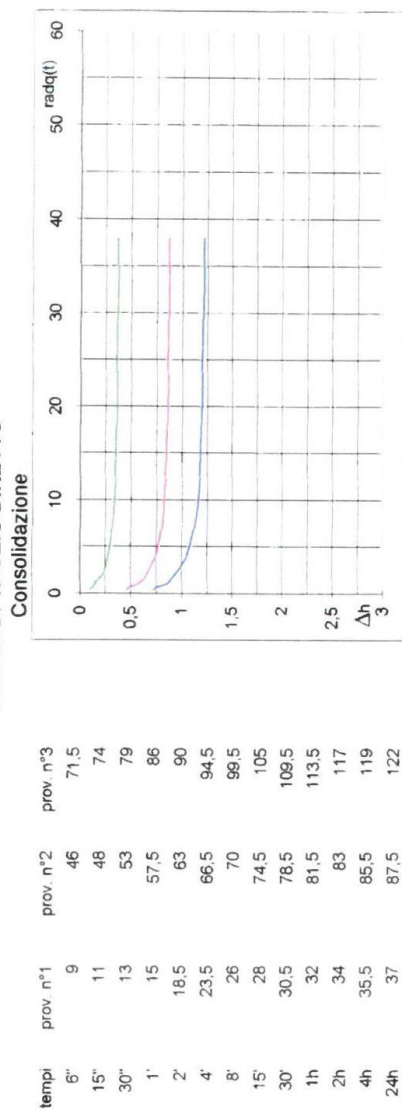
Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.

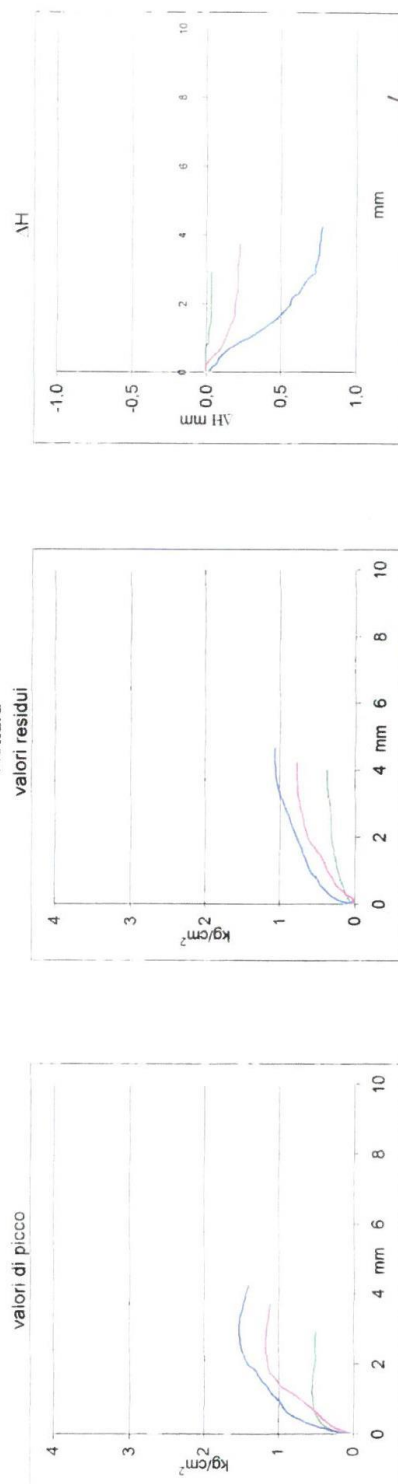
Certificato n° 2548

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione 1 Profondità prelievo m 10,00-10,30

PROVA DI TAGLIO DIRETTO



Rottura



Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.

Certificato n° 2548

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione: 1 Profondità prelievo m 10,00-10,30

DATI RELATIVI ALLA PROVA EDOMETRICA

Stato del campione	indisturbato
	rimaneggiato

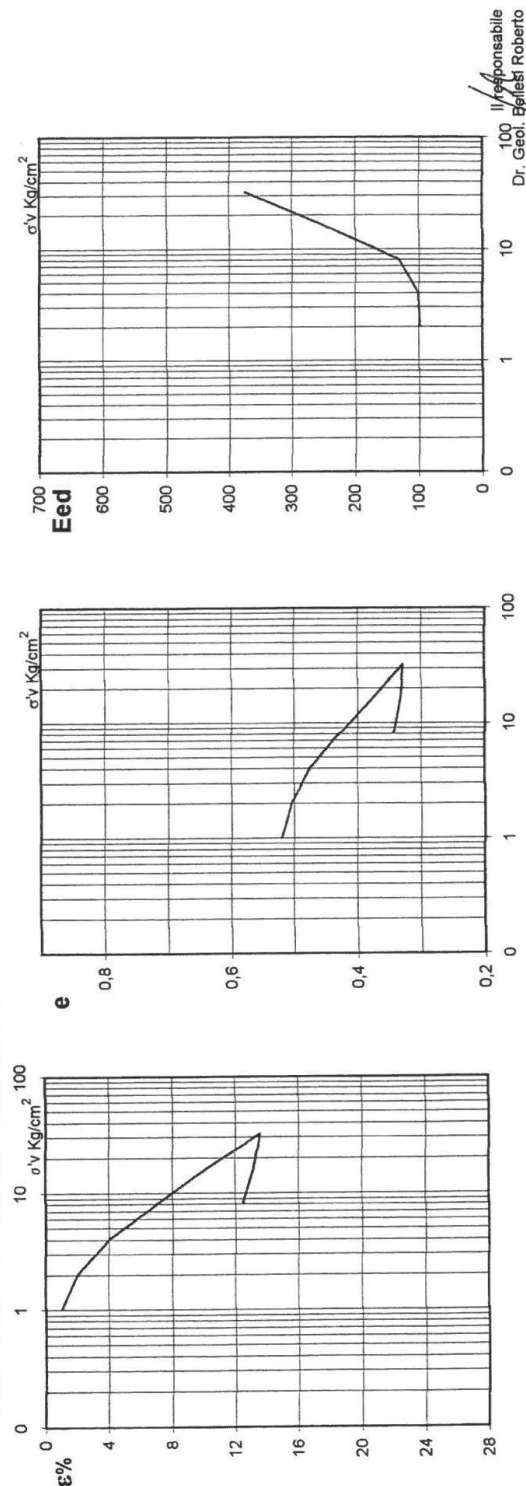
Pressione kg/cm ²	Tempo ore	ΔH cm	δ %	e	mv cm ² /kg	Eed kg/cm ²
1,00	24,00	0,0200	1,000	0,5199		
2,00	24,00	0,0405	2,025	0,5042	0,0103	97,561
4,00	24,00	0,0800	4,000	0,4739	0,0099	101,266
8,00	24,00	0,1405	7,025	0,4274	0,0076	132,231
16,00	24,00	0,2050	10,250	0,3779	0,0040	248,062
32,00	24,00	0,2710	13,550	0,3273	0,0027	374,540
16,00	24,00	0,2630	13,150	0,3334		
8,00	24,00	0,2495	12,475	0,3438		

EDOMETRO N° 1

Caratteristiche iniziali del provino

Peso:	=	83,87	g
Peso dell'unità di volume:	Y=	2,10	g/cm ³
Peso specifico dei grani:	Ys=	2,727	g/cm ³
Contenuto in acqua:	W=	18,23	%
Indice dei vuoti:	e=	0,5353	
Pressione di preconsolidazione	σ'p=	3,50	%
Grado di sovraconsolidazione	Or=	1,65	%

Indice di ricomprensione Cr	0,005116
Indice di compressibilità Cc	0,168106
Indice di rigonfiamento Cs	0,034551

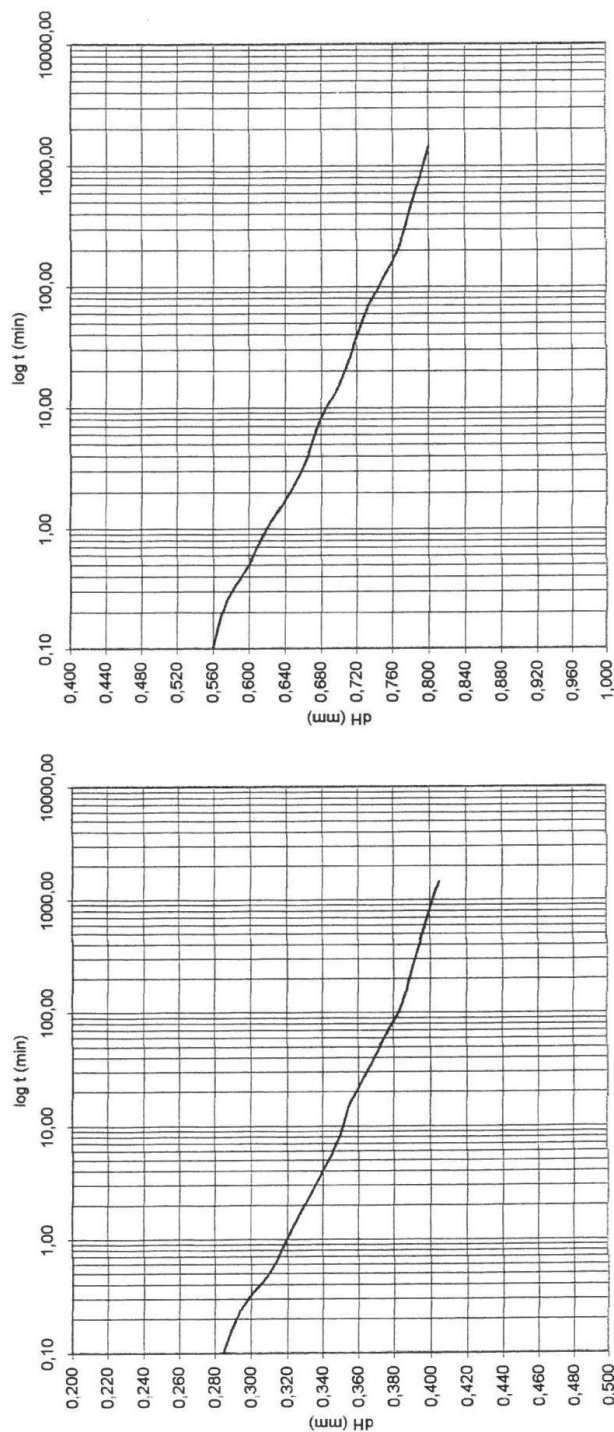


GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.

Certificato n° 2548

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)
Indagine	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione 1
	Profondità prelievo m 10,00-10,30

CURVE TEMPO-CEDIMENTI



Percorso di drenaggio H=	0,96753 cm	Pressione	precedente =	2 kg/cm²
Pressione =	4 kg/cm²	t 50 =	2,00 min	cm²/sec
Coefficiente di consolidazione Cv =	0,001536	Coefficiente di permeabilità kv =	1,53*10 ⁻⁸	cm/sec

Percorso di drenaggio H=	0,98355 cm	Pressione	precedente =	1 kg/cm²
Pressione =	2 kg/cm²	t 50 =	1,82 min	cm²/sec
Coefficiente di consolidazione Cv =	0,001745	Coefficiente di permeabilità kv =	1,74*10 ⁻⁸	cm/sec

Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

Certificato n° 2548

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione: 1 Profondità prelievo m 10,00-10,30

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)

Campione N°			
Picnometro N°	1	2	
Beker N°			
Temperatura t°	25°	25°	
Peso lordo secco			
Tara			
Peso netto secco (Wo)	56,38	61,67	
Peso picnometro + acqua (temp. T) Ww	790,84	766,36	
Wo+Ww	850,20	833,54	
Peso picnometro + acqua +camp Ws	829,54	810,92	
(Wo+Ww)-Ws	20,66	22,62	
Peso specifico Gs= $Wo/((Wo+Ww)-Ws)$	2,7289	2,7263	

Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.Certificato n° **2549**

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio		
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)		
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)		
Sondaggio:	Campione:	2	Profondità prelievo m 15,50-15,85
Dimensione del campione:	Diametro	210 mm	lunghezza 260 mm

Caratteristiche generali del campione

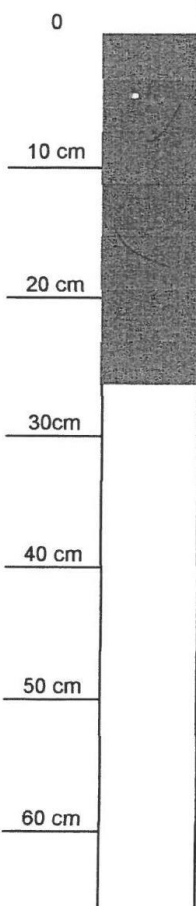
Stato del campione	indisturbato
	rimaneggiato

Data di prelievo	25/03/2011
Data di apertura	29/03/2011

Prove eseguite

Alto	Rp= 2,25 kg/cm ²
	Tv= _____ kg/cm ²

Basso	Rp= 2,25 kg/cm ²
	Tv= _____ kg/cm ²



Identificazione

Descrizione visuale

Argilla limosa grigio piombo con rare venature verdastre, presenti rare concrezioni CaCO₃ e resti organici, struttura omogenea, consistente.

2,12	Peso di volume γ	Limite liquido WI
18,13	Contenuto in acqua Wn	Limite plastico Wp
	Grado di saturazione Sr	Indice plastico Ip
1,79	Peso volume secco γ_d	Indice di consistenza Ic
	Indice dei vuoti e	Indice di liquidità IL
	Porosità n	Limite di ritiro Ws
2,734	Peso specifico dei grani Gs	Attività A

Granulometria

Argilla Limo Sabbia Ghiaia

Classificazione

USCS (AGI)

AASHTO (CNR UNI 10006)

Caratterizzazione meccanica

<input checked="" type="checkbox"/>	Compressione laterale libera
<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio diretto CD
<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio diretto RS
<input checked="" type="checkbox"/>	Consolidazione edometrica
<input type="checkbox"/>	Compressione triassiale UU
<input type="checkbox"/>	Compressione triassiale CU
<input type="checkbox"/>	Compressione triassiale CD
<input type="checkbox"/>	Costipamento Proctor standard
<input type="checkbox"/>	Costipamento Proctor Modificata
<input type="checkbox"/>	Permeabilità diretta a carico variabile in cella edometrica
<input type="checkbox"/>	Permeabilità diretta a carico variabile
<input type="checkbox"/>	Permeabilità diretta a carico costante

Argilla limosa

Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.

Certificato n° 2549

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione: 2 Profondità prelievo m 15,50-15,85

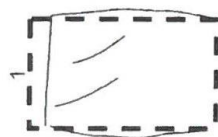
COMPRESSIONE LATERALE LIBERA

CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINI

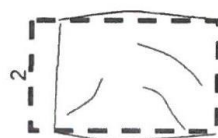
	1	2	3	
ϕ iniziale	3,81	3,81	3,81	cm
H ₀	7,62	7,62	7,62	cm
P _i	184,26	183,90	182,88	gr
γ	2,12	2,12	2,11	gr/cm ³
W	18,06	17,88	17,72	%

CARATTERISTICHE MECCANICHE

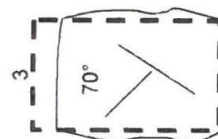
	1	2	3	
Velocità di deformazione	1,2	1,2	1,2	mm/min.
Pressione a rottura	3,45	3,33	3,80	Kg/cm ²
Deformazione a rottura	14,43	14,43	14,43	%
Angolo a rottura			70°	
Moduli elastici	E _i	159,97	167,14	Kg/cm ²



campione composto da
argilla-limosa grigio piombo
rottura plastica



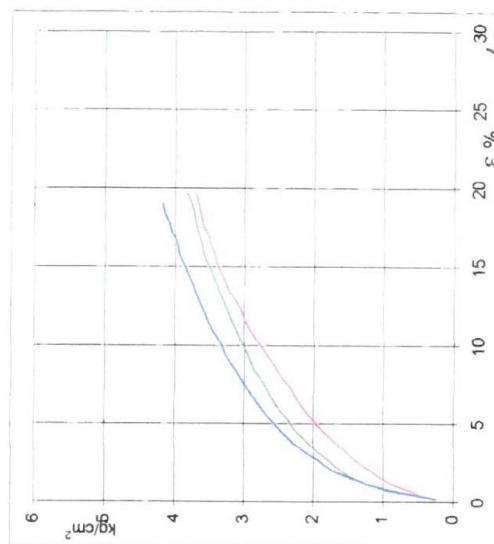
campione composto da
argilla-limosa grigio piombo
rottura plastica



campione composto da
argilla-limosa grigio piombo
rottura plastica

CARATTERISTICHE MECCANICHE MEDIE

qu:	3,53	Kg/cm ²
cu:	1,76	Kg/cm ²
ϵ :	14,43	%



Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.

Certificato n° 2549

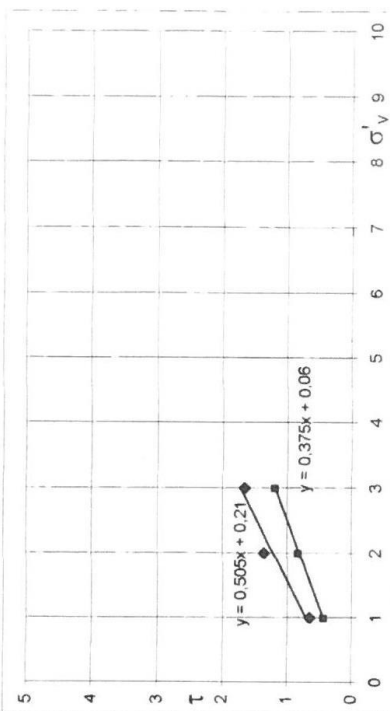
Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione: 2 Profondità prelievo m 15,50-15,85

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Caratteristiche iniziali medie dei provini

Peso:	=	152,34	g
Peso dell'unità di volume:	Y=	2,12	g/cm³
Peso specifico dei grani:	Ys=		g/cm³
Contenuto in acqua:	W=	18,28	%
Indice dei vuoti:	e=		%
Porosità:	n=		%
Grado di saturazione:	Sr=		%

Velocità di deformazione:	0,004	mm/min	indisturbato rimaneggiato costipato
Dimensione dei provini:	L=	60 mm	Non consolidata-non drenata
	altezza	20 mm	Consolidata-non drenata
			Consolidata-drenata



PROVINO	1	2	3
CONSOLIDAZIONE			
Pressione verticale	Kg/cm²	1,00	2,00
Tempo di consolidazione	h	24,00	24,00
Cedimento finale	mm	0,34	0,89
ROTTURA			
Sollecitazione tangenziale di picco	Kg/cm²	0,65	1,35
Deformazione trasversale	mm	1,40	2,53
Deformazione normale	mm	0,08	0,10
Sollecitazione tangenziale residua	Kg/cm²	0,43	0,82
Deformazione trasversale	mm	1,56	3,17
Deformazione normale	mm	0,04	0,15
Contenuti in acqua finale	Wf	20,66	19,45

$$\Phi' = 26,8^\circ \quad c' = 0,21 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$\Phi'r = 20,5^\circ \quad c'r = 0,06 \quad \text{Kg/cm}^2$$

Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

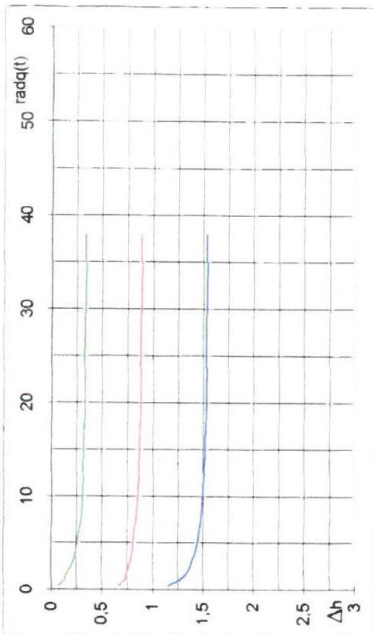
GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.

Certificato n° 2549

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione: 2 Profondità prelievo m 15,50-15,85

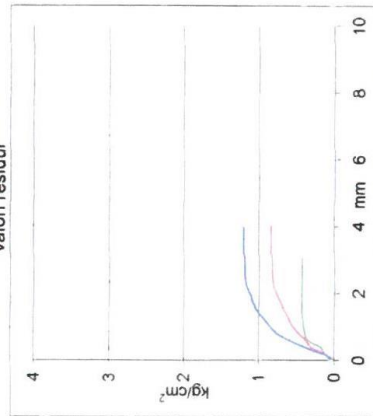
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidazione

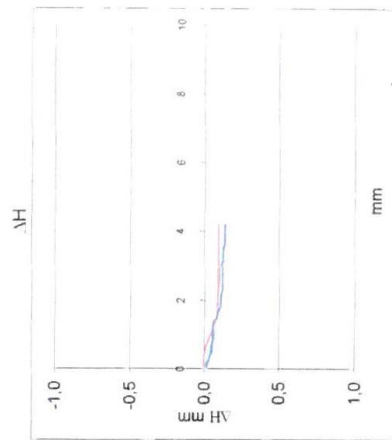
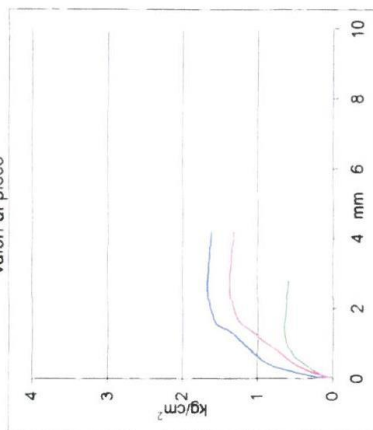


tempi	prov. n°1	prov. n°2	prov. n°3
6"	7	66.5	115
15"	9	68.5	117.5
30"	10.5	70	122.5
1'	13	72.5	127
2'	15.5	74	132
4'	18.5	76.5	136.5
8'	22	78.5	139
15'	24.5	80.5	142.5
30'	27	82	145.5
1h	29.5	83.5	147.5
2h	31	85.5	149.5
4h	32.5	87.5	152.5
24h	34	89	154

Rottura
valori residui



valori di picco



Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.

Certificato n° 2549

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione: 2 Profondità prelievo m 15,50-15,85

DATI RELATIVI ALLA PROVA EDOMETRICA

EDOMETRO N° 2

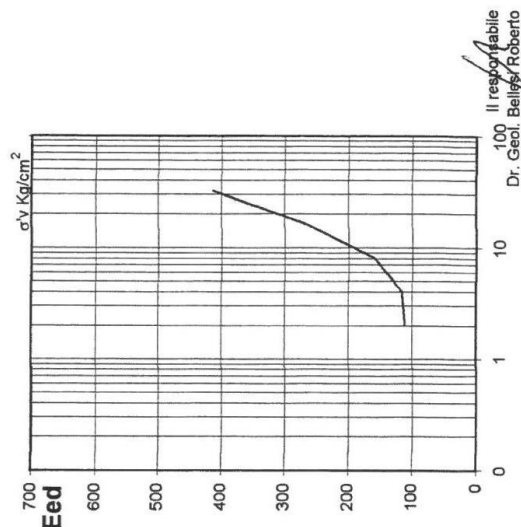
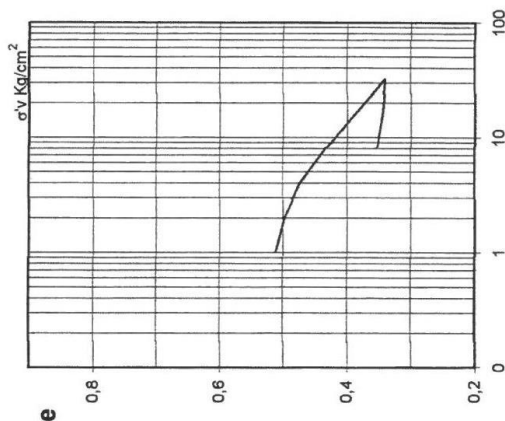
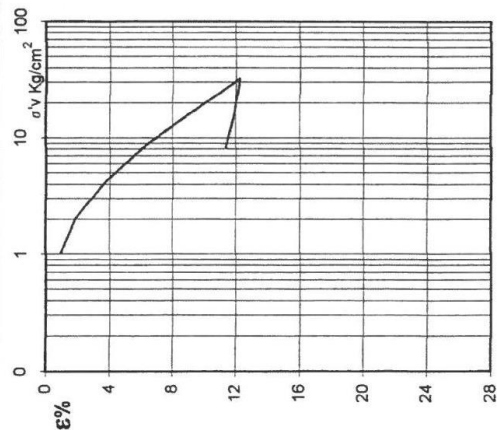
Pressione kg/cm ²	Tempo ore	ΔH cm	δ %	e	mv cm ² /kg	Eed kg/cm ²
1,00	24,00	0,0190	0,950	0,5118		
2,00	24,00	0,0370	1,850	0,4981	0,0080	111,111
4,00	24,00	0,0715	3,575	0,4717	0,0086	115,942
8,00	24,00	0,1215	6,075	0,4336	0,0063	160,000
16,00	24,00	0,1820	9,100	0,3874	0,0038	264,463
32,00	24,00	0,2450	12,250	0,3393	0,0024	413,240
16,00	24,00	0,2385	11,925	0,3443		
8,00	24,00	0,2270	11,350	0,3531		

Caratteristiche iniziali del provino

Peso:	=	84,76	g
Peso dell'unità di volume:	Y=	2,12	g/cm ³
Peso specifico dei grani:	Ys=	2,734	g/cm ³
Contenuto in acqua:	W=	18,36	%
Indice dei vuoti:	e=	0,5263	%
Pressione di preconsolidazione	$\sigma'p$ =	3,85	%
Grado di sovraconsolidazione	Or=	1,16	%

Stato del campione
indisturbato
rimaneggiato

Indice di ricomprensione Cr	0,04551
Indice di compressibilità Cc	0,15980
Indice di rigonfiamento Cs	0,02923

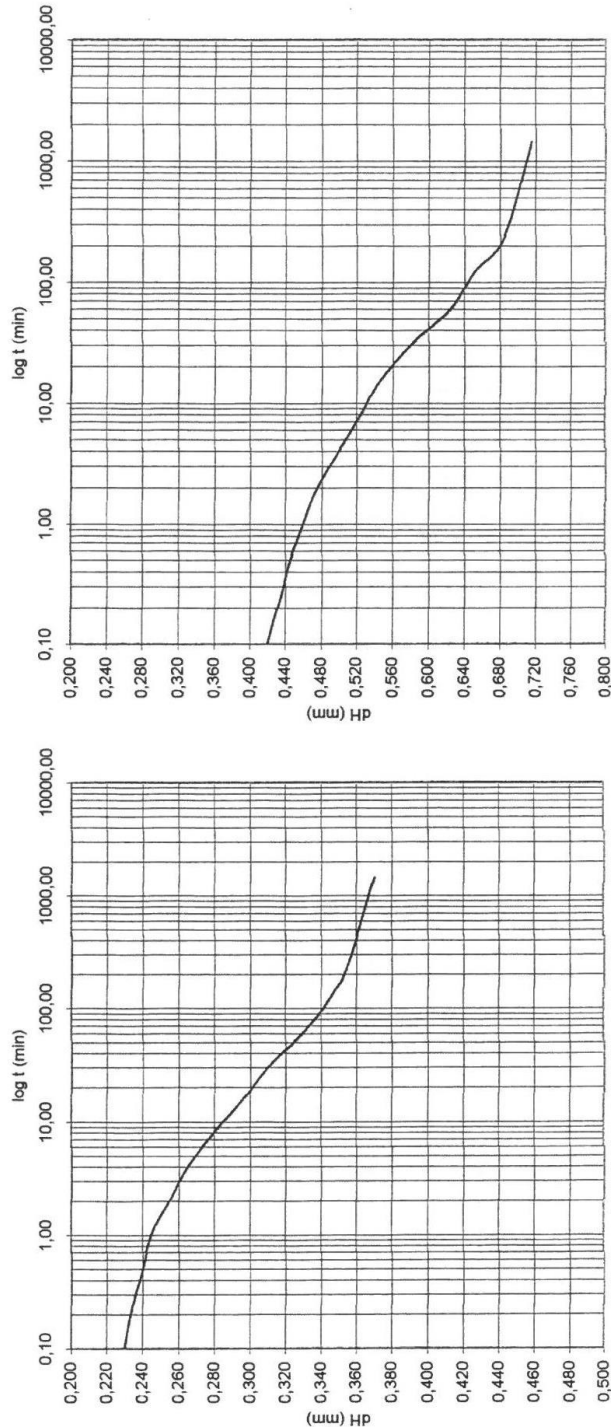


GEOTECNO s.n.c.
di Dr. Bellesi R. e C.

Certificato n° 2549

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)
Indagine	C.da San Biagio Fermo (FM)
Sondaggio:	Campione 2
	Profondità prelievo m 15,50-15,85

CURVE TEMPO-CEDIMENTI



Percorso di drenaggio $H' =$	0,97343 cm
Pressione =	4 kg/cm ²
t 50 =	10,44 min
Coefficiente di consolidazione $C_v =$	0,0002980
Coefficiente di permeabilità $k_v =$	2,56*10 ⁻⁸ cm/sec

Il responsabile
Dr. Geol. Bellesi Roberto

Certificato n° 2549

Richiedente:	Dott. Raccichini Sergio		
con sede in:	Via Nino Bixio, 6 - Fermo (FM)		
Indagine:	C.da San Biagio Fermo (FM)		
Sondaggio:	Campione:	2	Profondità prelievo m 15,50-15,85

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)

Campione N°			
Picnometro N°	1	2	
Beker N°			
Temperatura t°	30°	30°	
Peso lordo secco g			
Tara g			
Peso netto secco (Wo) g	60,21	64,41	
Peso picnometro+acqua (temp. T) (Ww) g	791,22	766,58	
Wo+Ww	851,43	830,99	
Peso picnometro+acqua+camp. (Ws) g	829,39	807,45	
(Wo+Ww)-Ws	22,04	23,54	
Peso specifico Gs=Wo/((Wo+Ww)-Ws) g/cm³	2,732	2,736	

Il responsabile
Dr. Geol. Bellasi Roberto

Certificati Prove Penetrometriche Statiche CPT

Figura 25 – *Certificati prove penetrometriche CPT campagna 2011*

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 Kn STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico)
Matricola n. P000988

Caratteristiche:

- punta conica meccanica $\varnothing 35.7$ mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing 35.7$ mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta $q_c \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = (\text{L. punta}) \text{ } C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale $f_s \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] \text{ } C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale $R_t \text{ (Kg)} = (\text{L. totale}) \text{ } C_t$

$q_c / f_s = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta.

CELLA DI CARICO: AEP transducers

Modello: TC4 20 ton

Numero seriale: TGAS11 - 202002

Capacità massima (kg): 20.000

Data ultima verifica calibrazione: 29 marzo 2011

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
 - lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
 - località : FERMO
 - note :

- data : 07/04/2011
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	22,0	----	22,0	-----	----	5,80	33,0	53,0	33,0	1,33	25,0
0,40	19,0	----	19,0	0,87	22,0	6,00	33,0	53,0	33,0	1,60	21,0
0,60	18,0	31,0	18,0	1,00	18,0	6,20	33,0	57,0	33,0	1,67	20,0
0,80	16,0	31,0	16,0	1,13	14,0	6,40	37,0	62,0	37,0	1,80	21,0
1,00	24,0	41,0	24,0	1,27	19,0	6,60	43,0	70,0	43,0	2,13	20,0
1,20	27,0	46,0	27,0	1,60	17,0	6,80	40,0	72,0	40,0	2,33	17,0
1,40	35,0	59,0	35,0	2,47	14,0	7,00	38,0	73,0	38,0	2,07	18,0
1,60	53,0	90,0	53,0	2,67	20,0	7,20	44,0	75,0	44,0	2,13	21,0
1,80	98,0	138,0	98,0	4,33	23,0	7,40	47,0	79,0	47,0	2,60	18,0
2,00	115,0	180,0	115,0	4,13	28,0	7,60	45,0	84,0	45,0	2,20	20,0
2,20	105,0	167,0	105,0	3,73	28,0	7,80	50,0	83,0	50,0	2,60	19,0
2,40	92,0	148,0	92,0	3,00	31,0	8,00	47,0	86,0	47,0	2,73	17,0
2,60	78,0	123,0	78,0	3,80	21,0	8,20	42,0	83,0	42,0	2,40	17,0
2,80	77,0	134,0	77,0	4,53	17,0	8,40	39,0	75,0	39,0	2,40	16,0
3,00	74,0	142,0	74,0	4,87	15,0	8,60	38,0	74,0	38,0	2,07	18,0
3,20	65,0	138,0	65,0	3,40	19,0	8,80	41,0	72,0	41,0	2,27	18,0
3,40	61,0	112,0	61,0	3,80	16,0	9,00	35,0	69,0	35,0	2,13	16,0
3,60	47,0	104,0	47,0	3,67	13,0	9,20	33,0	65,0	33,0	1,47	22,0
3,80	47,0	102,0	47,0	3,20	15,0	9,40	38,0	60,0	38,0	1,53	25,0
4,00	46,0	94,0	46,0	2,87	16,0	9,60	45,0	68,0	45,0	2,20	20,0
4,20	37,0	80,0	37,0	2,13	17,0	9,80	45,0	78,0	45,0	2,13	21,0
4,40	42,0	74,0	42,0	2,00	21,0	10,00	44,0	76,0	44,0	2,40	18,0
4,60	45,0	75,0	45,0	1,93	23,0	10,20	41,0	77,0	41,0	2,20	19,0
4,80	46,0	75,0	46,0	1,80	26,0	10,40	46,0	79,0	46,0	2,20	21,0
5,00	43,0	70,0	43,0	1,80	24,0	10,60	41,0	74,0	41,0	2,40	17,0
5,20	38,0	65,0	38,0	1,53	25,0	10,80	37,0	73,0	37,0	1,73	21,0
5,40	33,0	56,0	33,0	1,40	24,0	11,00	32,0	58,0	32,0	-----	----
5,60	35,0	56,0	35,0	1,33	26,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 2

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note :

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	22,0	----	22,0	-----	----	7,80	36,0	62,0	36,0	1,40	26,0
0,40	14,0	----	14,0	0,47	30,0	8,00	49,0	70,0	49,0	2,33	21,0
0,60	7,0	14,0	7,0	0,27	26,0	8,20	38,0	73,0	38,0	2,20	17,0
0,80	16,0	20,0	16,0	1,00	16,0	8,40	38,0	71,0	38,0	2,13	18,0
1,00	16,0	31,0	16,0	1,00	16,0	8,60	36,0	68,0	36,0	2,13	17,0
1,20	19,0	34,0	19,0	1,27	15,0	8,80	37,0	69,0	37,0	2,20	17,0
1,40	22,0	41,0	22,0	1,53	14,0	9,00	46,0	79,0	46,0	2,40	19,0
1,60	26,0	49,0	26,0	1,60	16,0	9,20	48,0	84,0	48,0	2,53	19,0
1,80	29,0	53,0	29,0	1,93	15,0	9,40	49,0	87,0	49,0	2,93	17,0
2,00	41,0	70,0	41,0	2,73	15,0	9,60	44,0	88,0	44,0	2,27	19,0
2,20	82,0	123,0	82,0	3,00	27,0	9,80	46,0	80,0	46,0	3,07	15,0
2,40	82,0	127,0	82,0	4,67	18,0	10,00	58,0	104,0	58,0	3,73	16,0
2,60	68,0	138,0	68,0	3,67	19,0	10,20	57,0	113,0	57,0	2,87	20,0
2,80	68,0	123,0	68,0	4,00	17,0	10,40	46,0	89,0	46,0	1,80	26,0
3,00	53,0	113,0	53,0	3,80	14,0	10,60	49,0	76,0	49,0	1,73	28,0
3,20	48,0	105,0	48,0	3,00	16,0	10,80	43,0	69,0	43,0	2,07	21,0
3,40	45,0	90,0	45,0	3,33	14,0	11,00	39,0	70,0	39,0	1,87	21,0
3,60	37,0	87,0	37,0	2,73	14,0	11,20	47,0	75,0	47,0	1,93	24,0
3,80	37,0	78,0	37,0	2,67	14,0	11,40	60,0	89,0	60,0	2,47	24,0
4,00	37,0	77,0	37,0	2,67	14,0	11,60	54,0	91,0	54,0	3,27	17,0
4,20	32,0	72,0	32,0	2,73	12,0	11,80	34,0	83,0	34,0	2,60	13,0
4,40	27,0	68,0	27,0	2,40	11,0	12,00	37,0	76,0	37,0	2,33	16,0
4,60	36,0	72,0	36,0	2,33	15,0	12,20	47,0	82,0	47,0	2,40	20,0
4,80	33,0	68,0	33,0	2,53	13,0	12,40	54,0	90,0	54,0	3,53	15,0
5,00	34,0	72,0	34,0	2,27	15,0	12,60	45,0	98,0	45,0	3,33	14,0
5,20	36,0	70,0	36,0	2,33	15,0	12,80	45,0	95,0	45,0	2,73	16,0
5,40	38,0	73,0	38,0	2,53	15,0	13,00	52,0	93,0	52,0	2,93	18,0
5,60	35,0	73,0	35,0	2,13	16,0	13,20	49,0	93,0	49,0	2,87	17,0
5,80	40,0	72,0	40,0	2,40	17,0	13,40	50,0	93,0	50,0	3,13	16,0
6,00	36,0	72,0	36,0	2,07	17,0	13,60	61,0	108,0	61,0	3,13	19,0
6,20	39,0	70,0	39,0	2,20	18,0	13,80	66,0	113,0	66,0	3,73	18,0
6,40	35,0	68,0	35,0	1,80	19,0	14,00	69,0	125,0	69,0	3,40	20,0
6,60	29,0	56,0	29,0	1,27	23,0	14,20	66,0	117,0	66,0	4,33	15,0
6,80	30,0	49,0	30,0	1,60	19,0	14,40	64,0	129,0	64,0	3,00	21,0
7,00	29,0	53,0	29,0	1,53	19,0	14,60	73,0	118,0	73,0	3,27	22,0
7,20	28,0	51,0	28,0	1,47	19,0	14,80	63,0	112,0	63,0	2,67	24,0
7,40	25,0	47,0	25,0	1,60	16,0	15,00	79,0	119,0	79,0	-----	----
7,60	34,0	58,0	34,0	1,73	20,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
 - lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
 - località : FERMO
 - note : falda presente ma non rilevata

- data : 07/04/2011
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	22,0	----	22,0	-----	----	6,20	40,0	77,0	40,0	1,33	30,0
0,40	21,0	----	21,0	0,87	24,0	6,40	74,0	94,0	74,0	1,93	38,0
0,60	19,0	32,0	19,0	0,93	20,0	6,60	75,0	104,0	75,0	1,60	47,0
0,80	18,0	32,0	18,0	1,20	15,0	6,80	68,0	92,0	68,0	1,67	41,0
1,00	18,0	36,0	18,0	1,20	15,0	7,00	67,0	92,0	67,0	2,13	31,0
1,20	19,0	37,0	19,0	1,20	16,0	7,20	59,0	91,0	59,0	0,67	88,0
1,40	16,0	34,0	16,0	1,33	12,0	7,40	89,0	99,0	89,0	2,47	36,0
1,60	22,0	42,0	22,0	1,33	16,0	7,60	68,0	105,0	68,0	1,67	41,0
1,80	26,0	46,0	26,0	1,33	19,0	7,80	58,0	83,0	58,0	2,20	26,0
2,00	28,0	48,0	28,0	1,27	22,0	8,00	87,0	120,0	87,0	3,27	27,0
2,20	26,0	45,0	26,0	1,60	16,0	8,20	68,0	117,0	68,0	3,27	21,0
2,40	46,0	70,0	46,0	1,47	31,0	8,40	79,0	128,0	79,0	4,67	17,0
2,60	58,0	80,0	58,0	2,73	21,0	8,60	106,0	176,0	106,0	4,80	22,0
2,80	57,0	98,0	57,0	2,80	20,0	8,80	87,0	159,0	87,0	4,00	22,0
3,00	48,0	90,0	48,0	3,00	16,0	9,00	58,0	118,0	58,0	2,93	20,0
3,20	49,0	94,0	49,0	3,33	15,0	9,20	69,0	113,0	69,0	3,67	19,0
3,40	43,0	93,0	43,0	2,93	15,0	9,40	93,0	148,0	93,0	5,00	19,0
3,60	44,0	88,0	44,0	2,40	18,0	9,60	69,0	144,0	69,0	4,20	16,0
3,80	42,0	78,0	42,0	3,33	13,0	9,80	37,0	100,0	37,0	4,60	8,0
4,00	37,0	87,0	37,0	2,53	15,0	10,00	79,0	148,0	79,0	2,40	33,0
4,20	41,0	79,0	41,0	3,13	13,0	10,20	56,0	92,0	56,0	1,53	37,0
4,40	46,0	93,0	46,0	2,67	17,0	10,40	64,0	87,0	64,0	2,87	22,0
4,60	43,0	83,0	43,0	2,40	18,0	10,60	70,0	113,0	70,0	2,93	24,0
4,80	56,0	92,0	56,0	2,27	25,0	10,80	68,0	112,0	68,0	3,40	20,0
5,00	36,0	70,0	36,0	1,60	22,0	11,00	84,0	135,0	84,0	3,00	28,0
5,20	37,0	61,0	37,0	1,20	31,0	11,20	80,0	125,0	80,0	2,60	31,0
5,40	26,0	44,0	26,0	1,27	21,0	11,40	78,0	117,0	78,0	3,60	22,0
5,60	32,0	51,0	32,0	0,73	44,0	11,60	64,0	118,0	64,0	1,93	33,0
5,80	38,0	49,0	38,0	1,27	30,0	11,80	64,0	93,0	64,0	2,60	25,0
6,00	41,0	60,0	41,0	2,47	17,0	12,00	62,0	101,0	62,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
 - lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
 - località : FERMO
 - note : falda presente ma non rilevata

- data : 07/04/2011
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	22,0	----	22,0	-----	----	5,20	27,0	42,0	27,0	1,33	20,0
0,40	7,0	----	7,0	0,40	17,0	5,40	29,0	49,0	29,0	1,60	18,0
0,60	5,0	11,0	5,0	0,33	15,0	5,60	27,0	51,0	27,0	1,60	17,0
0,80	11,0	16,0	11,0	0,27	41,0	5,80	31,0	55,0	31,0	1,53	20,0
1,00	19,0	23,0	19,0	0,80	24,0	6,00	31,0	54,0	31,0	1,73	18,0
1,20	13,0	25,0	13,0	0,93	14,0	6,20	31,0	57,0	31,0	1,53	20,0
1,40	19,0	33,0	19,0	1,00	19,0	6,40	22,0	45,0	22,0	1,53	14,0
1,60	14,0	29,0	14,0	0,93	15,0	6,60	18,0	41,0	18,0	4,00	4,0
1,80	19,0	33,0	19,0	1,20	16,0	6,80	141,0	201,0	141,0	1,40	101,0
2,00	17,0	35,0	17,0	1,40	12,0	7,00	154,0	175,0	154,0	2,00	77,0
2,20	18,0	39,0	18,0	1,13	16,0	7,20	95,0	125,0	95,0	2,27	42,0
2,40	13,0	30,0	13,0	1,33	10,0	7,40	58,0	92,0	58,0	2,73	21,0
2,60	15,0	35,0	15,0	0,73	20,0	7,60	89,0	130,0	89,0	2,00	44,0
2,80	22,0	33,0	22,0	1,20	18,0	7,80	79,0	109,0	79,0	2,93	27,0
3,00	19,0	37,0	19,0	1,07	18,0	8,00	125,0	169,0	125,0	3,07	41,0
3,20	14,0	30,0	14,0	1,13	12,0	8,20	48,0	94,0	48,0	2,00	24,0
3,40	19,0	36,0	19,0	1,13	17,0	8,40	24,0	54,0	24,0	1,93	12,0
3,60	24,0	41,0	24,0	1,33	18,0	8,60	24,0	53,0	24,0	0,60	40,0
3,80	26,0	46,0	26,0	1,47	18,0	8,80	15,0	24,0	15,0	3,07	5,0
4,00	23,0	45,0	23,0	1,47	16,0	9,00	98,0	144,0	98,0	1,67	59,0
4,20	22,0	44,0	22,0	1,27	17,0	9,20	105,0	130,0	105,0	5,73	18,0
4,40	22,0	41,0	22,0	1,13	19,0	9,40	103,0	189,0	103,0	9,33	11,0
4,60	25,0	42,0	25,0	1,20	21,0	9,60	114,0	254,0	114,0	7,20	16,0
4,80	20,0	38,0	20,0	1,07	19,0	9,80	146,0	254,0	146,0	5,67	26,0
5,00	22,0	38,0	22,0	1,00	22,0	10,00	113,0	198,0	113,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_t = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

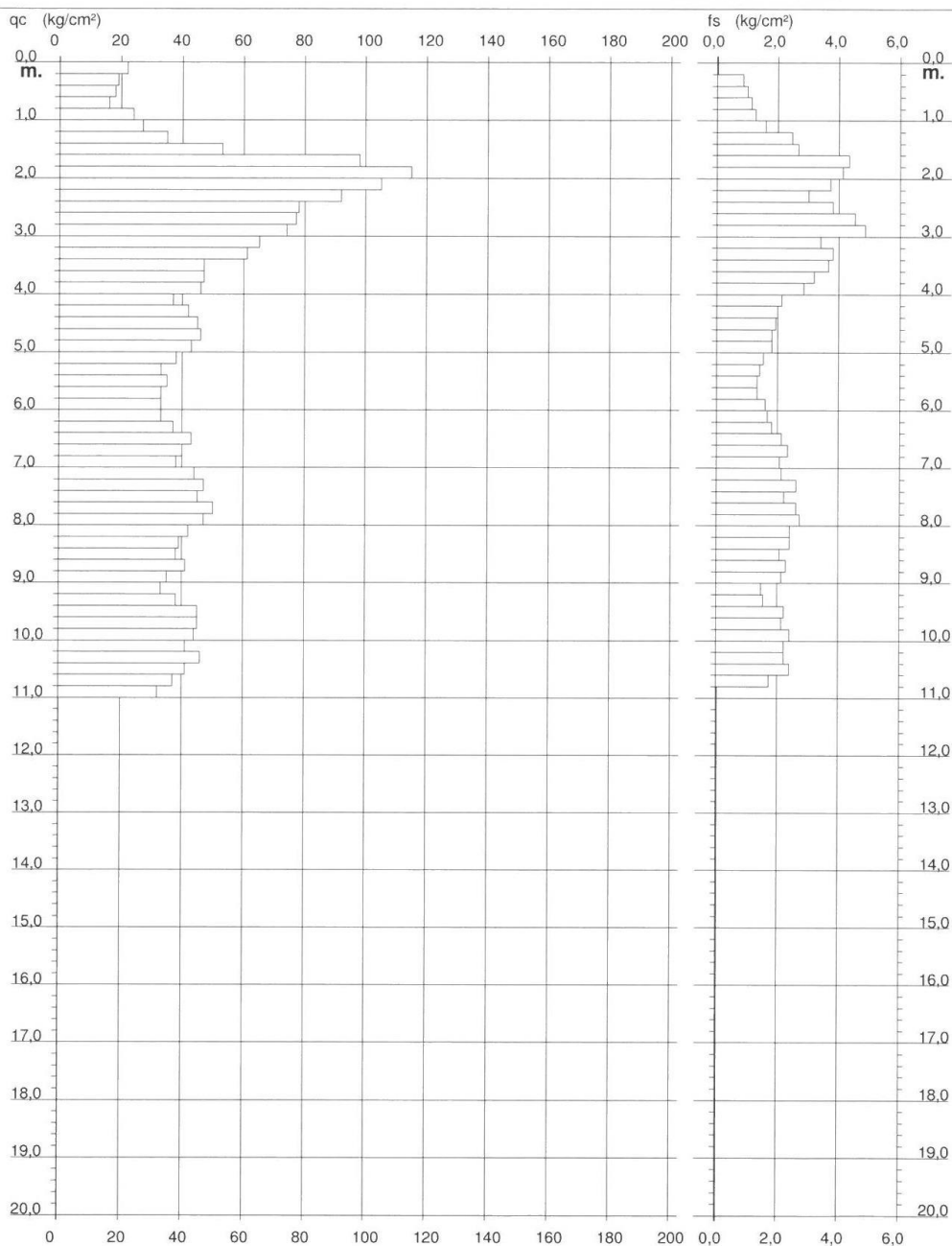
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



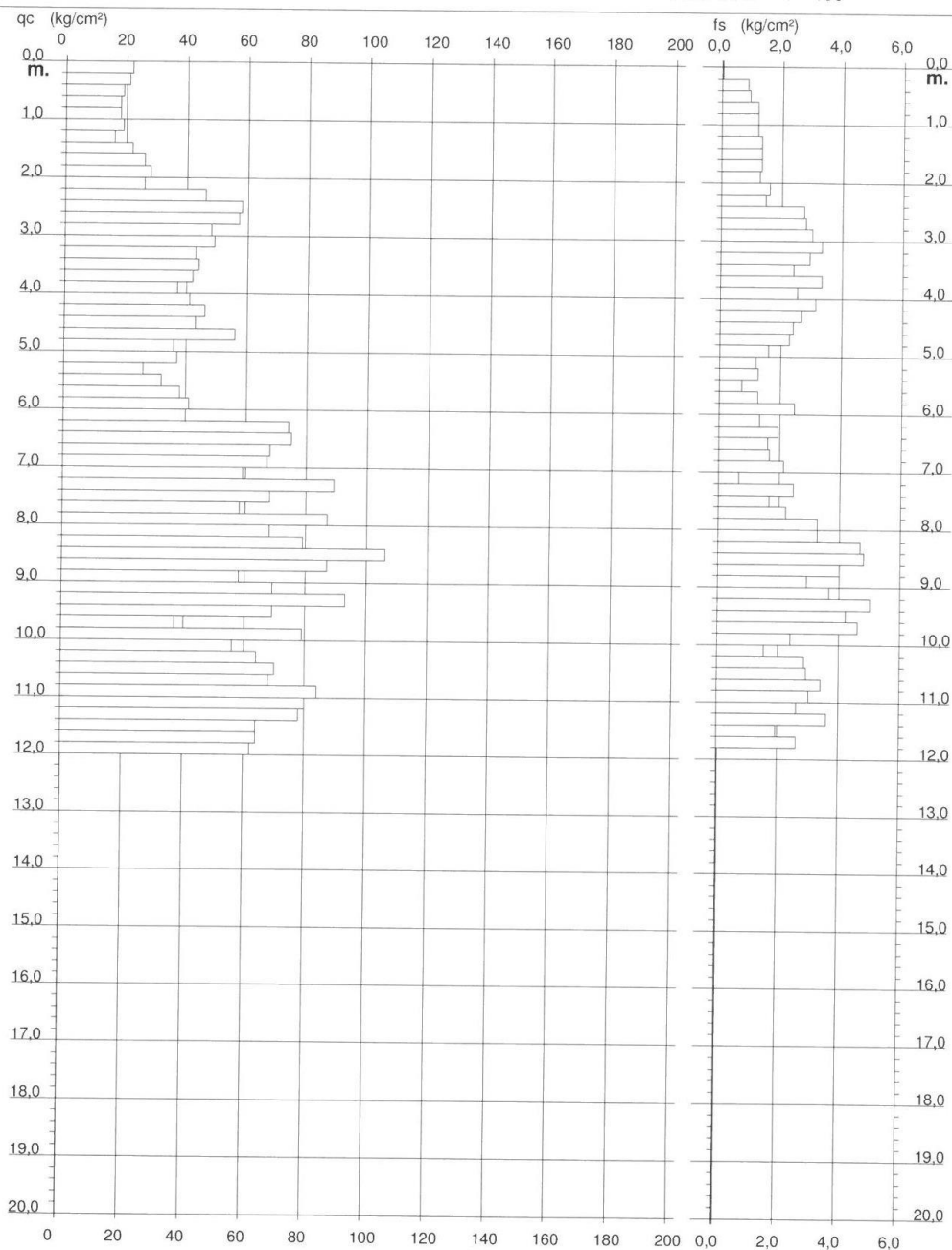
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 3

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note : falda presente ma non rilevata

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100



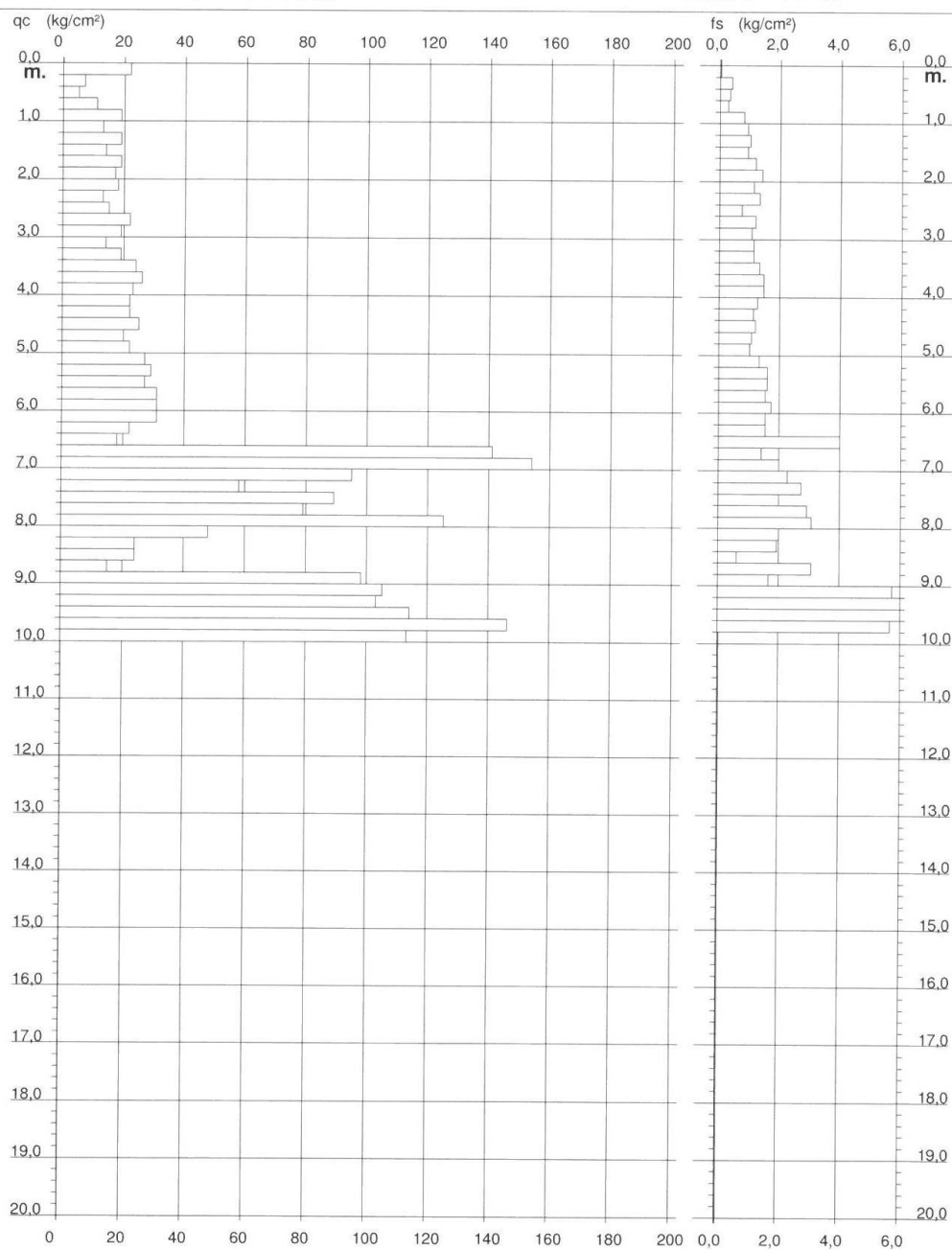
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note : falda presente ma non rilevata

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

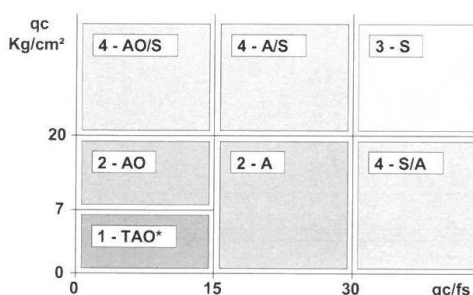
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s
(Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$q_c \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se (q_c / f_s) > 30

$q_c \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se (q_c / f_s) < 30



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - q_c - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - q_c - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - q_c - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
Ø1s - (Schmertmann) sabbia fine uniforme Ø2s - sabbia media unif./ fine ben gradata
Ø3s - sabbia grossa unif./ media ben gradata Ø4s - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
Ødm - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. Ømy - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - D_r]

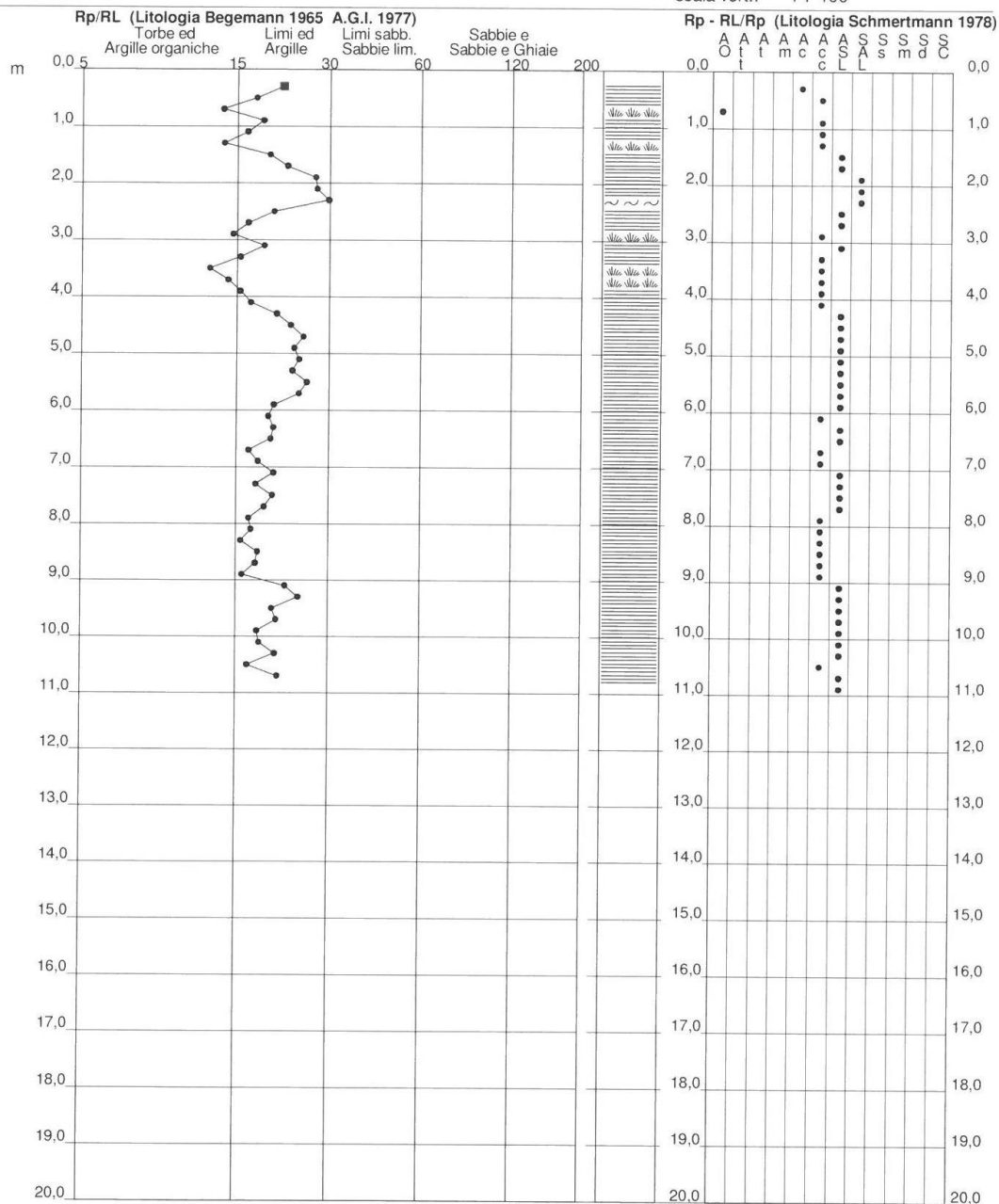
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note :

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



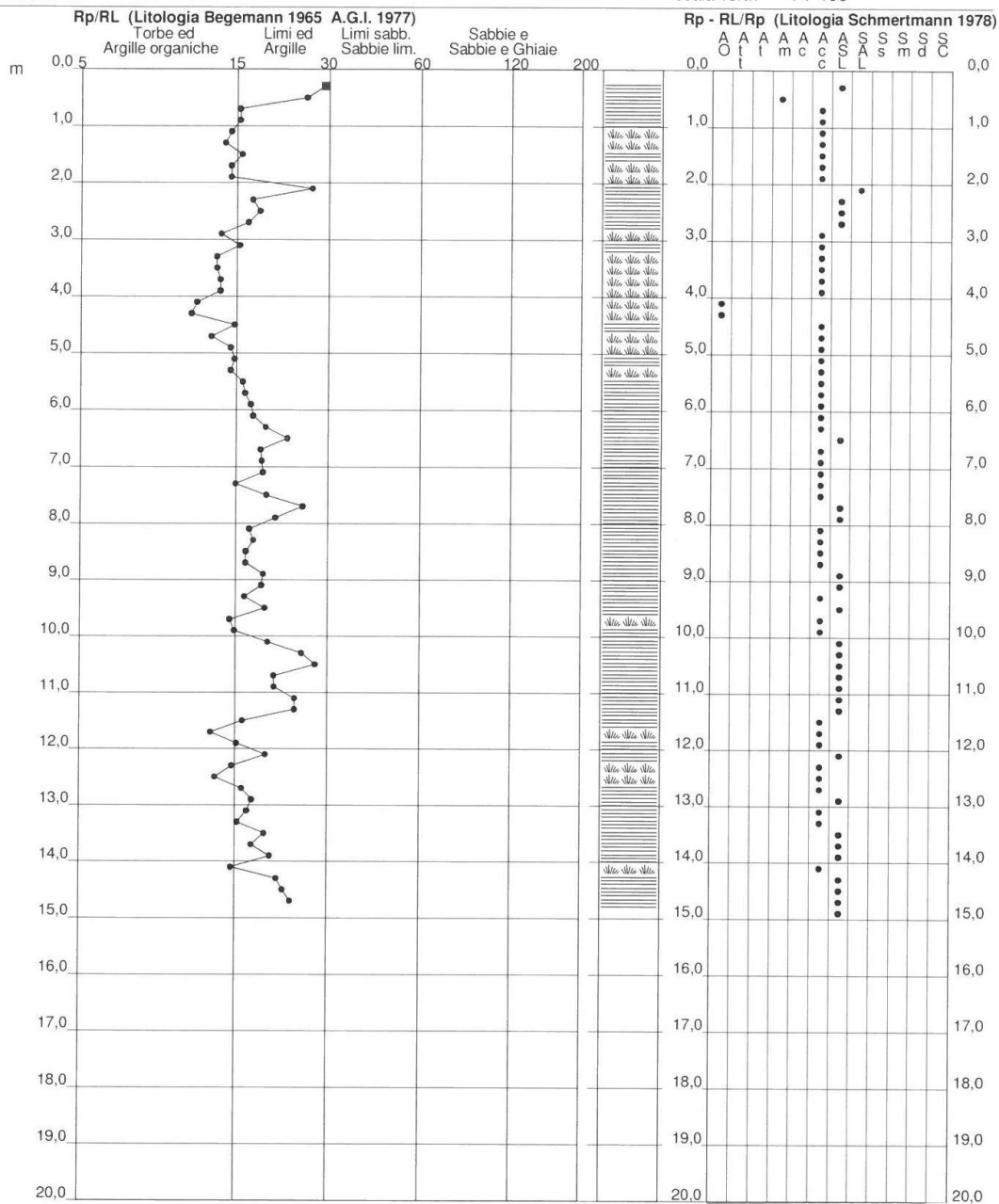
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 2

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note :

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



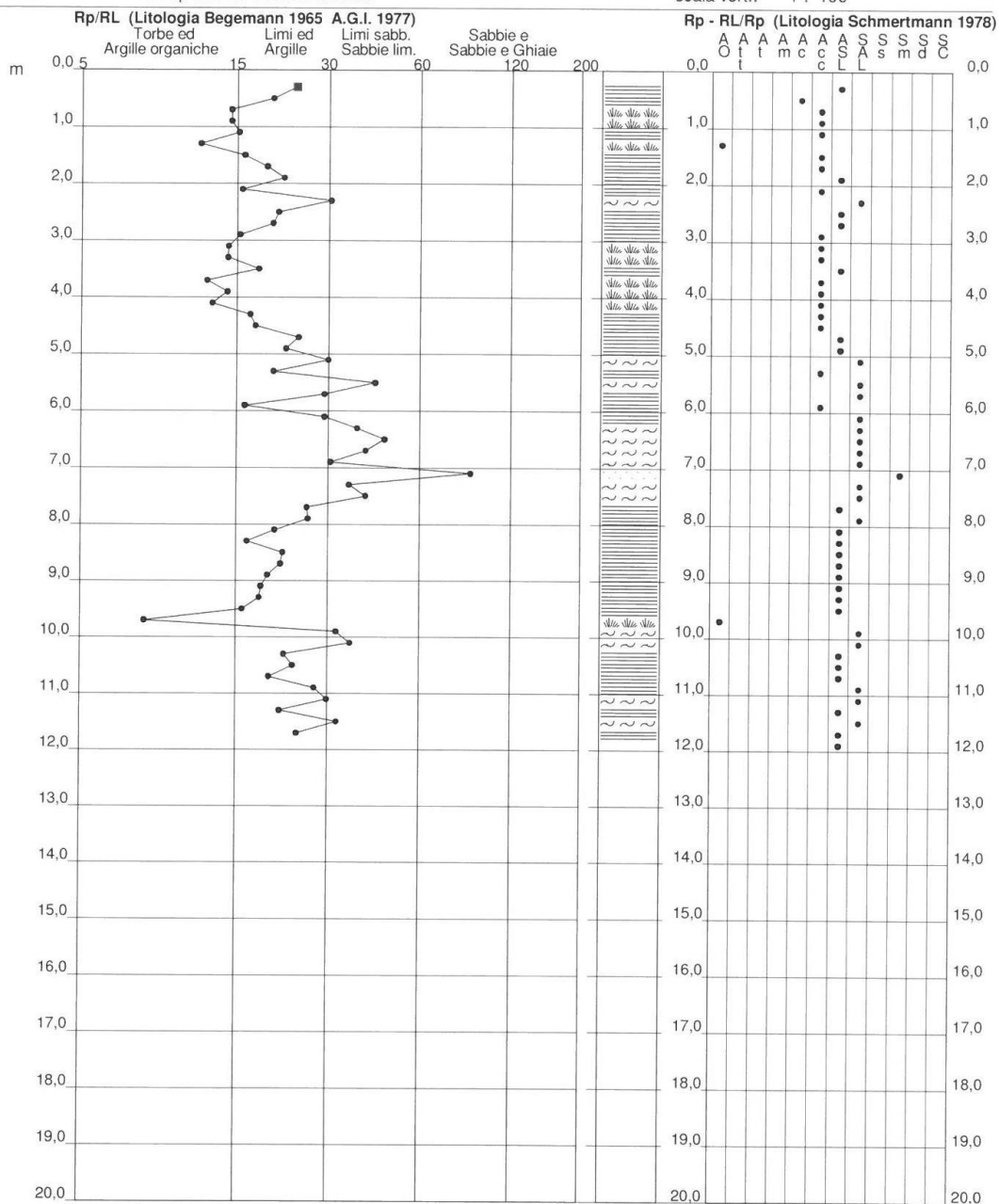
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note : falda presente ma non rilevata

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



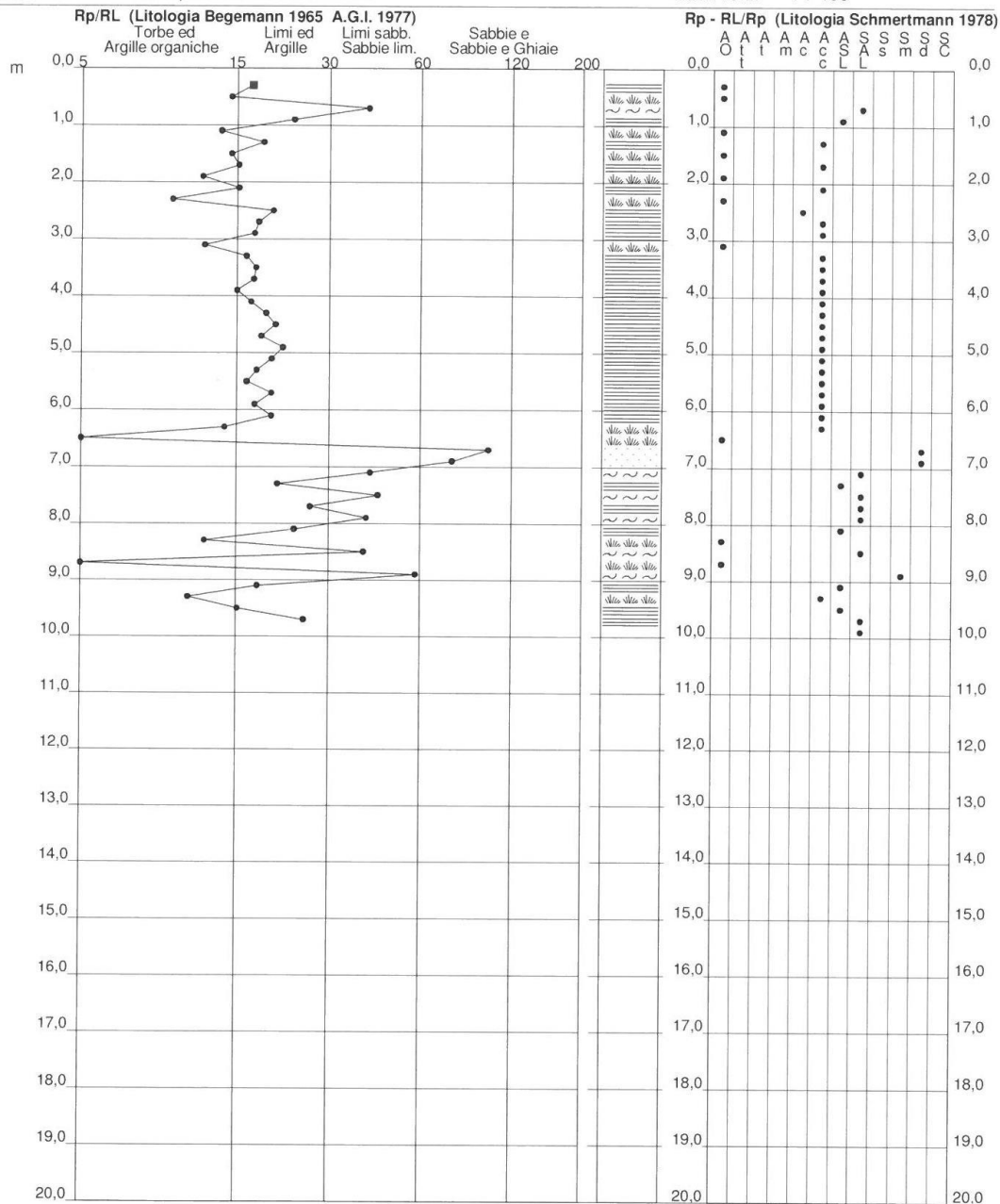
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 4

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note : falda presente ma non rilevata

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note :

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y ^r t/m³	d _{vo} kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	22	--	4/f/	1,85	0,04	0,85	99,9	144	216	66	100	42	43	45	46	45	28	0,258	37	55	66	
0,40	19	22	2/III	1,85	0,07	0,78	99,9	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,60	18	18	2/III	1,85	0,11	0,75	68,4	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	16	14	2/III	1,85	0,15	0,70	43,5	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	24	19	4/f/	1,85	0,19	0,89	44,7	151	227	72	64	37	39	41	43	38	28	0,142	40	60	72	
1,20	27	17	4/f/	1,85	0,22	0,95	38,5	161	242	81	64	37	39	41	43	38	28	0,141	45	68	81	
1,40	35	14	4/f/	1,85	0,26	1,17	41,2	198	298	105	69	38	40	41	44	38	29	0,156	58	88	105	
1,60	53	20	4/f/	1,85	0,30	1,77	58,6	300	451	159	80	39	41	43	44	40	31	0,190	88	133	159	
1,80	98	23	4/f/	1,85	0,33	3,27	99,9	555	833	294	98	42	43	44	46	42	34	0,252	163	245	294	
2,00	115	28	4/f/	1,85	0,37	3,83	99,9	652	978	345	100	42	43	45	46	42	35	0,258	192	288	345	
2,20	105	28	4/f/	1,85	0,41	3,50	92,5	595	893	315	96	41	43	44	46	41	34	0,243	175	263	315	
2,40	92	31	3/III	1,85	0,44	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	40	33	0,219	153	230	276	
2,60	78	21	4/f/	1,85	0,48	2,60	51,7	442	663	234	81	39	41	43	45	39	33	0,194	130	195	234	
2,80	77	17	4/f/	1,85	0,52	2,57	46,4	436	655	231	79	39	41	42	44	39	33	0,187	128	193	231	
3,00	74	15	4/f/	1,85	0,55	2,47	40,5	419	629	222	76	39	40	42	44	38	32	0,177	123	185	222	
3,20	65	19	4/f/	1,85	0,59	2,17	31,8	368	553	195	70	38	40	42	44	38	32	0,159	108	163	195	
3,40	61	16	4/f/	1,85	0,63	2,03	27,2	346	519	183	66	37	39	41	43	37	32	0,148	102	153	183	
3,60	47	13	4/f/	1,85	0,67	1,57	18,3	266	400	141	56	36	38	40	42	35	31	0,119	78	118	141	
3,80	47	15	4/f/	1,85	0,70	1,57	17,1	266	400	141	55	36	38	40	42	35	31	0,116	78	118	141	
4,00	46	16	4/f/	1,85	0,74	1,53	15,6	261	391	138	53	35	38	40	42	34	31	0,111	77	115	138	
4,20	37	17	4/f/	1,85	0,78	1,23	11,2	210	315	111	44	34	37	39	42	33	30	0,089	62	93	111	
4,40	42	21	4/f/	1,85	0,81	1,40	12,4	238	357	126	47	35	37	39	42	33	30	0,097	70	105	126	
4,60	45	23	4/f/	1,85	0,85	1,50	12,8	255	383	135	48	35	37	39	42	33	31	0,100	75	113	135	
4,80	46	25	4/f/	1,85	0,89	1,53	12,4	261	391	138	48	35	37	39	42	33	31	0,099	77	115	138	
5,00	43	24	4/f/	1,85	0,93	1,43	10,9	244	366	129	45	34	37	39	42	33	30	0,091	72	108	129	
5,20	38	25	4/f/	1,85	0,96	1,27	8,9	228	342	114	40	34	36	39	41	32	30	0,079	63	95	114	
5,40	33	24	4/f/	1,85	1,00	1,10	7,1	250	374	99	34	33	35	38	41	31	29	0,066	55	83	99	
5,60	35	26	4/f/	1,85	1,04	1,17	7,3	256	384	105	35	33	35	38	41	31	29	0,069	58	88	105	
5,80	33	25	4/f/	1,85	1,07	1,10	6,5	277	415	99	32	33	35	38	41	30	29	0,062	55	83	99	
6,00	33	21	4/f/	1,85	1,11	1,10	6,2	291	436	99	31	32	35	38	40	30	29	0,061	55	83	99	
6,20	33	20	4/f/	1,85	1,15	1,10	6,0	304	456	99	31	32	35	38	40	30	29	0,059	55	83	99	
6,40	37	21	4/f/	1,85	1,18	1,23	6,6	303	455	111	34	33	35	38	41	30	30	0,066	62	93	111	
6,60	43	20	4/f/	1,85	1,22	1,43	7,7	297	445	129	38	33	36	38	41	31	30	0,075	72	108	129	
6,80	40	17	4/f/	1,85	1,26	1,33	6,8	320	480	120	35	33	35	38	41	31	30	0,068	67	100	120	
7,00	38	18	4/f/	1,85	1,30	1,27	6,1	341	511	114	32	33	35	38	41	30	30	0,063	63	95	114	
7,20	44	21	4/f/	1,85	1,33	1,47	7,1	333	499	132	37	33	36	38	41	31	31	0,072	73	110	132	
7,40	47	18	4/f/	1,85	1,37	1,57	7,4	336	504	141	38	33	36	38	41	31	31	0,076	78	118	141	
7,60	45	20	4/f/	1,85	1,41	1,50	6,8	356	535	135	36	33	36	38	41	31	31	0,071	75	113	135	
7,80	50	19	4/f/	1,85	1,44	1,67	7,5	353	530	150	39	33	36	38	41	31	31	0,078	83	125	150	
8,00	47	17	4/f/	1,85	1,48	1,57	6,7	377	565	141	36	33	36	38	41	31	31	0,072	78	118	141	
8,20	42	17	4/f/	1,85	1,52	1,40	5,7	408	612	126	32	32	35	38	41	30	30	0,062	70	105	126	
8,40	39	16	4/f/	1,85	1,55	1,30	5,0	429	643	117	29	32	35	37	40	29	30	0,055	65	98	117	
8,60	38	18	4/f/	1,85	1,59	1,27	4,7	442	663	114	27	32	35	37	40	29	30	0,052	63	95	114	
8,80	41	18	4/f/	1,85	1,63	1,37	5,0	449	673	123	29	32	35	37	40	29	30	0,057	68	103	123	
9,00	35	16	4/f/	1,85	1,66	1,17	4,0	464	697	105	23	31	34	37	40	28	29	0,045	58	88	105	
9,20	33	22	4/f/	1,85	1,70	1,10	3,6	481	721	99	21	31	34	37	40	28	29	0,040	55	83	99	
9,40	38	25	4/f/	1,85	1,74	1,27	4,2	486	729	114	25	32	34	37	40	28	30	0,048	63	95	114	
9,60	45	20	4/f/	1,85	1,78	1,50	5,1	489	733	135	31	32	35	38	40	29	31	0,059	75	113	135	
9,80	45	21	4/f/	1,85	1,81	1,50	5,0	501	752	135	30	32	35	38	40	29	31	0,058	75	113	135	
10,00	44	18	4/f/	1,85	1,85	1,47	4,7	514	772	132	29	32	35	37	40	29	31	0,055	73	110	132	
10,20	41	19	4/f/	1,85	1,89	1,37	4,2	527	791	123	26	32	34	37	40	28	30	0,049	68	103	123	
10,40	46	21	4/f/	1,85	1,92	1,53	4,7	535	802	138	29	32	35	37	40	29	31	0,056	77	115	138	
10,60	41	17	4/f/	1,85	1,96	1,37	4,0	547	820	123	25	31	34	37	40	28	30	0,047	68	103	123	
10,80	37	21	4/f/	1,85	2,00	1,23	3,4	562	844	111	21	31	34	37	40	28	30	0,040	62	93	111	
11,00	32	--	3/III	1,85	2,03	--	--	--	--	--	15	30	33	36	39	27	29	0,030	53	80	96	

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note :

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y ^r t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
0,20	22	--	4/f	1,85	0,04	0,85	99,9	144	216	66	100	42	43	45	46	45	28	0,258	37	55	66	
0,40	14	30	4/f	1,85	0,07	0,64	92,5	108	162	48	68	38	39	41	43	40	26	0,153	23	35	42	
0,60	7	26	2/III	1,85	0,11	0,35	26,4	59	89	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	16	16	2/III	1,85	0,15	0,70	43,5	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	16	16	2/III	1,85	0,19	0,70	32,9	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	19	15	2/III	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,40	22	14	4/f	1,85	0,26	0,85	27,6	144	216	66	53	35	38	40	42	36	28	0,111	37	55	66	
1,60	26	16	4/f	1,85	0,30	0,93	26,2	158	237	78	55	36	38	40	42	36	28	0,118	43	65	78	
1,80	29	15	4/f	1,85	0,33	0,98	24,3	167	251	87	56	36	38	40	43	36	29	0,120	48	73	87	
2,00	41	15	4/f	1,85	0,37	1,37	32,1	232	349	123	66	37	39	41	43	38	30	0,146	68	103	123	
2,20	82	27	4/f	1,85	0,41	2,73	67,9	465	697	246	87	40	42	43	45	40	33	0,213	137	205	246	
2,40	82	18	4/f	1,85	0,44	2,73	60,9	465	697	246	85	40	41	43	45	40	33	0,206	137	205	246	
2,60	68	19	4/f	1,85	0,48	2,27	43,6	385	578	204	77	39	40	42	44	39	32	0,179	113	170	204	
2,80	68	17	4/f	1,85	0,52	2,27	39,7	385	578	204	75	38	40	42	44	38	32	0,174	113	170	204	
3,00	53	14	4/f	1,85	0,55	1,77	26,7	300	451	159	65	37	39	41	43	37	31	0,143	88	133	159	
3,20	48	16	4/f	1,85	0,59	1,60	21,8	272	408	144	60	36	38	41	43	36	31	0,129	80	120	144	
3,40	45	14	4/f	1,85	0,63	1,50	18,6	255	383	135	56	36	38	41	43	36	31	0,119	75	113	135	
3,60	37	14	4/f	1,85	0,67	1,23	13,6	210	315	111	48	35	37	39	42	34	30	0,098	62	93	111	
3,80	37	14	4/f	1,85	0,70	1,23	12,7	210	315	111	46	34	37	39	42	33	30	0,095	62	93	111	
4,00	37	14	4/f	1,85	0,74	1,23	11,9	210	315	111	45	34	37	39	42	33	30	0,092	62	93	111	
4,20	32	12	4/f	1,85	0,78	1,07	9,3	185	278	96	39	33	36	38	41	32	29	0,067	53	80	96	
4,40	27	11	4/f	1,85	0,81	0,95	7,6	199	298	81	32	32	35	38	41	31	28	0,072	45	68	81	
4,60	36	15	4/f	1,85	0,85	1,20	9,6	206	308	108	41	34	36	39	41	32	30	0,082	60	90	108	
4,80	33	13	4/f	1,85	0,89	1,10	8,2	212	318	99	37	33	36	38	41	31	29	0,072	55	83	99	
5,00	34	15	4/f	1,85	0,93	1,13	8,1	221	332	102	37	33	36	38	41	31	29	0,073	57	85	102	
5,20	36	15	4/f	1,85	0,96	1,20	8,3	229	344	108	38	33	36	38	41	31	30	0,075	58	90	108	
5,40	38	15	4/f	1,85	1,00	1,27	8,4	237	356	114	39	33	36	38	41	32	30	0,077	63	95	114	
5,60	35	16	4/f	1,85	1,04	1,17	7,3	256	384	105	35	33	35	38	41	31	29	0,069	58	88	105	
5,80	40	17	4/f	1,85	1,07	1,33	6,2	256	384	120	39	33	36	38	41	31	30	0,077	67	100	120	
6,00	36	17	4/f	1,85	1,11	1,20	6,9	280	420	108	34	33	35	38	41	31	30	0,067	60	90	108	
6,20	39	18	4/f	1,85	1,15	1,30	7,3	283	424	117	36	33	36	38	41	31	30	0,071	65	98	117	
6,40	35	19	4/f	1,85	1,18	1,17	6,2	311	466	105	32	32	35	38	41	30	29	0,062	58	88	105	
6,60	29	23	4/f	1,85	1,22	0,98	4,8	339	508	87	25	31	34	37	40	29	29	0,047	48	73	87	
6,80	30	19	4/f	1,85	1,26	1,00	4,7	350	525	90	25	32	34	37	40	29	29	0,048	50	75	90	
7,00	29	19	4/f	1,85	1,30	0,98	4,4	361	542	87	23	31	34	37	40	29	29	0,044	48	73	87	
7,20	28	19	4/f	1,85	1,33	0,97	4,2	372	558	84	21	31	34	37	40	28	28	0,040	47	70	84	
7,40	25	16	4/f	1,85	1,37	0,91	3,8	386	579	75	17	30	33	36	39	27	28	0,032	42	63	75	
7,60	34	20	4/f	1,85	1,41	1,13	4,8	390	585	102	27	32	34	37	40	29	29	0,051	57	85	102	
7,80	36	26	4/f	1,85	1,44	1,20	5,0	398	598	108	28	32	35	37	40	29	30	0,053	60	90	108	
8,00	49	21	4/f	1,85	1,48	1,63	7,1	369	554	147	38	33	36	38	41	31	31	0,075	82	123	147	
8,20	36	17	4/f	1,85	1,52	1,27	5,0	419	628	114	29	32	35	37	40	29	30	0,055	63	95	114	
8,40	38	18	4/f	1,85	1,55	1,27	4,9	430	645	114	28	32	35	37	40	29	30	0,054	63	95	114	
8,60	36	17	4/f	1,85	1,59	1,20	4,4	444	666	108	26	32	34	37	40	29	30	0,049	60	90	108	
8,80	37	17	4/f	1,85	1,63	1,23	4,4	454	681	111	26	32	34	37	40	29	30	0,049	62	93	111	
9,00	46	19	4/f	1,85	1,66	1,53	5,7	448	672	138	33	33	35	38	41	30	31	0,064	77	115	138	
9,20	48	19	4/f	1,85	1,70	1,60	5,8	455	682	144	34	33	35	38	41	30	31	0,066	80	120	144	
9,40	49	17	4/f	1,85	1,74	1,63	5,8	465	697	147	34	33	35	38	41	30	31	0,066	82	123	147	
9,60	44	19	4/f	1,85	1,78	1,47	4,9	491	736	132	30	32	35	38	40	29	31	0,057	73	110	132	
9,80	46	15	4/f	1,85	1,81	1,53	5,1	499	748	138	31	32	35	38	40	29	31	0,059	77	115	138	
10,00	58	16	4/f	1,85	1,85	1,93	6,6	473	710	174	38	33	36	38	41	31	31	0,076	97	145	174	
10,20	57	20	4/f	1,85	1,89	1,90	6,3	491	736	171	37	33	36	38	41	30	31	0,073	95	143	171	
10,40	46	26	4/f	1,85	1,92	1,53	4,7	535	802	138	29	32	35	37	40	29	31	0,056	77	115	138	
10,60	49	28	4/f	1,85	1,96	1,63	5,0	541	812	147	31	32	35	38	40	29	31	0,060	82	123	147	
10,80	43	21	4/f	1,85	2,00	1,43	4,1	558	837	129	26	32	34	37	40	28	30	0,050	72	108	129	
11,00	39	21	4/f	1,85	2,03	1,30	3,6	574	862	117	22	31	34	37	40	28	30	0,042	65	98	117	
11,20	47	24	4/f	1,85	2,07	1,57	4,4	578	867	141	28	32	35	37	40	29	31	0,054	78	118	141	
11,40	60	24	4/f	1,85	2,11	2,00	5,9	562	843	180	36	33	36	38	41	30	32	0,071	100	150	180	
11,60	54	17	4/f	1,85	2,15	1,80	0,0	592	887	162	32	33	35	38	41	29	31	0,062	90	135	162	
11,80	34	13	4/f	1,85	2,18	1,13	2,8	579	869	102	16	30	33	36	39	27	29	0,030	57	85	102	
12,00	37	16	4/f	1,85	2,22	1,23	3,0	607	911	111	18	31	33	36	39	27	30	0,035	62	93	111	
12,20	47	20	4/f	1,85	2,26	1,57	4,0	630	946	141	26	32	34	37	40	28	31	0,050	78	118	141	
12,40	54	15	4/f	1,85	2,29	1,80	4,6	639	958	162	31	32	35	38	40	29	31	0,059	90	135	162	
12,60	45	14	4/f	1,85	2,33	1,50	3,6	658	987	135	24	31	34	37	40	28	31	0,045	75	113	135	
12,80	45	16	4/f	1,85	2,37	1,50	3,5	668	1002	135	24	31	34	37	40	28	31	0,045	75	113	135	
13,00	52	18	4/f	1,85	2,40	1,73	4,2	672	1007	156	28	32	35	37	40	28	31	0,049	82	123	156	
13,20	49	17	4/f	1,85	2,44	1,63	3,8	688	1032	147	26	32	34	37	40	28	31	0,047	80	120	147	
13,40	50	16	4/f	1,85	2,48	1,67	3,8	698	1046													

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.01PG05-180

- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note : falda presente ma non rilevata

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	22	--	4/f	1,85	0,04	0,85	99,9	144	216	66	100	42	43	45	46	45	28	0,258	37	55	66
0,40	21	24	4/f	1,85	0,07	0,82	99,9	140	210	63	82	39	41	43	45	42	27	0,196	35	53	63
0,60	19	20	2/III	1,85	0,11	0,78	71,3	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	18	15	2/III	1,85	0,15	0,75	47,7	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	18	15	2/III	1,85	0,19	0,75	36,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	19	16	2/III	1,85	0,22	0,78	30,0	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	16	12	2/III	1,85	0,26	0,70	21,6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	22	16	4/f	1,85	0,30	0,85	23,3	144	216	66	50	35	37	40	42	35	28	0,103	37	55	66
1,80	26	19	4/f	1,85	0,33	0,93	22,6	158	237	78	53	35	38	40	42	36	28	0,110	43	65	78
2,00	28	22	4/f	1,85	0,37	0,97	20,8	164	246	84	52	35	38	40	42	35	28	0,110	47	70	84
2,20	26	16	4/f	1,85	0,41	0,93	17,6	158	237	78	48	35	37	39	42	34	28	0,098	43	65	78
2,40	46	31	3/III	1,85	0,44	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	37	31	0,145	77	115	138
2,60	58	21	4/f	1,85	0,48	1,93	35,7	329	493	174	71	38	40	42	44	38	31	0,162	97	145	174
2,80	57	20	4/f	1,85	0,52	1,90	31,9	323	485	171	69	38	39	41	43	38	31	0,155	95	143	171
3,00	48	16	4/f	1,85	0,55	1,60	23,6	272	408	144	61	37	39	41	43	36	31	0,134	80	120	144
3,20	49	15	4/f	1,85	0,59	1,63	22,3	278	417	147	60	36	38	41	43	36	31	0,131	82	123	147
3,40	43	15	4/f	1,85	0,63	1,43	17,6	244	366	129	54	36	38	40	42	35	30	0,115	72	108	129
3,60	44	18	4/f	1,85	0,67	1,47	16,8	249	374	132	54	36	38	40	42	35	31	0,113	73	110	132
3,80	42	13	4/f	1,85	0,70	1,40	14,9	238	357	126	51	35	37	40	42	34	30	0,106	70	105	126
4,00	37	15	4/f	1,85	0,74	1,23	11,9	210	315	111	45	34	37	39	42	33	30	0,092	62	93	111
4,20	41	13	4/f	1,85	0,78	1,37	12,7	232	349	123	48	35	37	39	42	33	30	0,098	68	103	123
4,40	46	17	4/f	1,85	0,81	1,53	13,9	261	391	138	50	35	37	40	42	34	31	0,105	77	115	138
4,60	43	18	4/f	1,85	0,85	1,43	12,0	244	366	129	47	35	37	39	42	33	30	0,096	72	108	129
4,80	56	25	4/f	1,85	0,89	1,87	15,9	317	476	168	55	36	38	40	42	34	31	0,117	93	140	168
5,00	36	22	4/f	1,85	0,93	1,20	8,7	219	329	108	39	33	36	38	41	32	30	0,077	60	90	108
5,20	37	31	3/III	1,85	0,96	--	--	--	--	--	39	33	36	38	41	32	30	0,077	62	93	111
5,40	26	21	4/f	1,85	1,00	0,93	5,7	268	402	78	26	32	34	37	40	29	28	0,049	43	65	78
5,60	32	44	3/III	1,85	1,04	--	--	--	--	--	32	32	35	38	41	30	29	0,062	53	80	96
5,80	38	30	4/f	1,85	1,07	1,27	7,7	260	390	114	37	33	36	38	41	31	30	0,073	63	95	114
6,00	41	17	4/f	1,85	1,11	1,37	8,1	265	398	123	39	33	36	38	41	31	30	0,077	66	103	123
6,20	40	30	4/f	1,85	1,15	1,33	7,6	280	420	120	37	33	36	38	41	31	30	0,073	67	100	120
6,40	74	38	3/III	1,85	1,18	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	34	32	0,124	123	185	222
6,60	75	47	3/III	1,85	1,22	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	32	0,123	125	188	225
6,80	68	41	3/III	1,85	1,26	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	34	32	0,112	113	170	204
7,00	67	31	3/III	1,85	1,30	--	--	--	--	--	52	35	37	40	42	33	32	0,109	112	168	201
7,20	59	88	3/III	1,85	1,33	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	32	32	0,096	98	148	177
7,40	89	36	3/III	1,85	1,37	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	35	33	0,131	148	223	267
7,60	68	41	3/III	1,85	1,41	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	33	32	0,105	113	170	204
7,80	58	26	4/f	1,85	1,44	1,93	9,0	342	514	174	44	34	37	39	42	32	31	0,090	97	145	174
8,00	87	27	4/f	1,85	1,48	2,90	14,6	493	740	261	58	36	38	40	43	34	33	0,124	145	218	261
8,20	68	21	4/f	1,85	1,52	2,27	10,4	385	578	204	49	35	37	39	42	32	32	0,100	113	170	204
8,40	79	17	4/f	1,85	1,55	2,63	12,1	448	672	237	53	35	38	40	42	33	33	0,112	132	198	237
8,60	106	22	4/f	1,85	1,59	3,53	17,0	601	901	318	63	37	39	41	43	35	34	0,136	177	265	318
8,80	87	22	4/f	1,85	1,63	2,90	12,9	493	740	261	55	36	38	40	42	33	33	0,118	145	218	261
9,00	58	20	4/f	1,85	1,66	1,93	7,6	406	610	174	41	34	36	39	41	31	31	0,082	97	145	174
9,20	69	19	4/f	1,85	1,70	2,30	9,1	404	607	207	46	34	37	39	42	32	32	0,095	115	173	207
9,40	93	19	4/f	1,85	1,74	3,10	12,9	527	791	279	56	36	38	40	42	33	33	0,120	155	233	279
9,60	69	16	4/f	1,85	1,78	2,30	8,7	421	631	207	45	34	37	39	42	32	32	0,092	115	173	207
9,80	37	8	4/f	1,85	1,81	1,23	3,9	509	764	111	23	31	34	37	40	28	30	0,044	62	93	111
10,00	79	33	3/III	1,85	1,85	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	32	33	0,101	132	198	237
10,20	56	37	3/III	1,85	1,89	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	30	31	0,072	93	140	168
10,40	64	22	4/f	1,85	1,92	2,13	7,1	479	719	192	41	34	36	39	41	31	32	0,081	107	160	192
10,60	70	24	4/f	1,85	1,96	2,33	7,8	474	711	210	43	34	36	39	41	31	32	0,088	117	175	210
10,80	68	20	4/f	1,85	2,00	2,27	7,4	493	739	204	42	34	36	39	41	31	32	0,084	113	170	204
11,00	84	28	4/f	1,85	2,03	2,80	9,4	486	729	252	49	35	37	39	42	32	33	0,101	140	210	252
11,20	80	31	3/III	1,85	2,07	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	32	33	0,095	133	200	240
11,40	78	22	4/f	1,85	2,11	2,60	8,2	504	756	234	45	34	37	39	42	31	33	0,092	130	195	234
11,60	64	33	3/III	1,85	2,15	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	30	32	0,075	107	160	192
11,80	64	25	4/f	1,85	2,18	2,13	6,1	575	862	192	38	33	36	38	41	30	32	0,074	107	160	192
12,00	62	--	3/III	1,85	2,22	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	30	32	0,071	103	155	186

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.01PG05-180

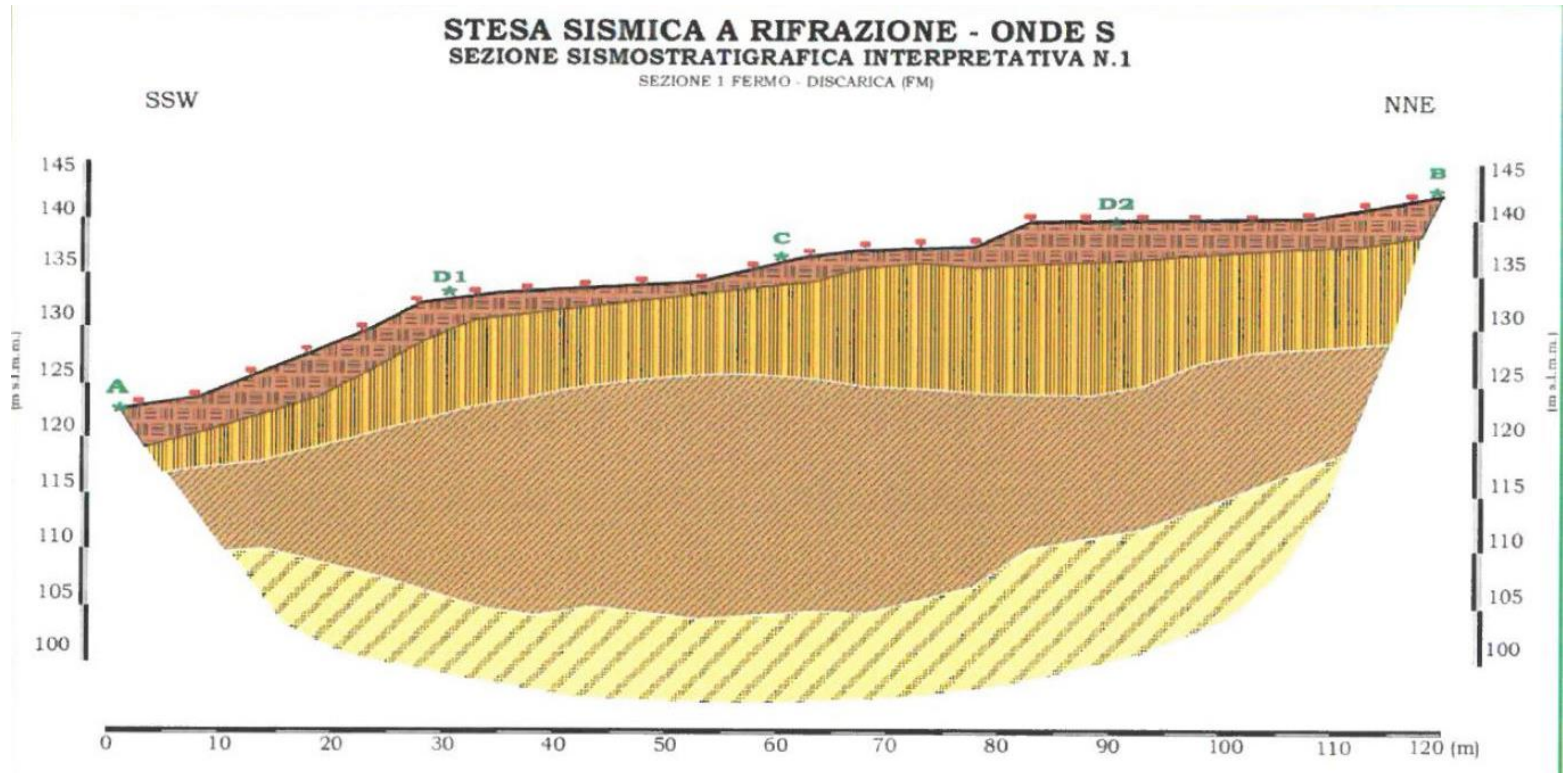
- committente : Dott. Geol. Sergio RACCICHINI
- lavoro : Discarica FERMO - Loc. San Biagio
- località : FERMO
- note : falda presente ma non rilevata

- data : 07/04/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y ^r t/m³	d _{vo} kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	adm (°)	emy (°)	A _{max} /g	E50 kg/cm²	E25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	22	--	4/2	1,85	0,04	0,85	99,9	144	216	66	100	42	43	45	46	45	28	0,258	37	55	66
0,40	7	17	2/III	1,85	0,07	0,35	43,8	59	89	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	5	15	1/III	1,85	0,11	0,25	17,3	10	15	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	11	41	4/2	1,85	0,15	0,54	31,4	81	137	42	43	34	36	39	41	35	26	0,086	18	28	33
1,00	19	24	2/III	1,85	0,19	0,78	37,7	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	13	14	2/III	1,85	0,22	0,60	22,0	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	19	19	2/III	1,85	0,26	0,78	24,7	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	14	15	2/III	1,85	0,30	0,64	16,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	19	16	2/III	1,85	0,33	0,78	18,1	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	17	12	2/III	1,85	0,37	0,72	14,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	18	16	2/III	1,85	0,41	0,75	13,5	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	13	10	2/III	1,85	0,44	0,60	9,2	106	159	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	15	20	2/III	1,85	0,48	0,67	9,4	115	173	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	22	18	4/2	1,85	0,52	0,85	11,6	144	216	66	36	33	36	38	41	32	28	0,071	37	55	66
3,00	19	18	2/III	1,85	0,55	0,78	9,5	133	200	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	14	12	2/III	1,85	0,59	0,64	6,9	150	224	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	19	17	2/III	1,85	0,63	0,78	8,2	150	225	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	24	18	4/2	1,85	0,67	0,89	9,0	158	237	72	33	33	35	38	41	31	28	0,064	40	60	72
3,80	26	18	4/2	1,85	0,70	0,93	8,9	167	250	78	34	33	35	38	41	31	28	0,067	43	65	78
4,00	23	16	4/2	1,85	0,74	0,87	7,7	180	270	69	29	32	35	37	40	30	28	0,055	38	58	69
4,20	22	17	4/2	1,85	0,78	0,85	7,0	195	293	66	26	32	34	37	40	30	28	0,050	37	55	66
4,40	22	19	4/2	1,85	0,81	0,85	6,6	209	313	66	25	31	34	37	40	30	28	0,048	37	55	66
4,60	25	21	4/2	1,85	0,85	0,91	6,8	216	323	75	28	32	35	37	40	30	28	0,054	42	63	75
4,80	20	19	4/2	1,85	0,89	0,80	5,5	241	361	60	20	31	34	36	40	29	27	0,037	33	50	60
5,00	22	22	4/2	1,85	0,93	0,85	5,6	249	374	66	22	31	34	37	40	29	28	0,042	37	55	66
5,20	27	20	4/2	1,85	0,96	0,95	6,2	253	379	81	28	32	35	37	40	30	28	0,054	45	68	81
5,40	29	18	4/2	1,85	1,00	0,98	6,2	262	393	87	29	32	35	37	40	30	29	0,057	48	73	87
5,60	27	17	4/2	1,85	1,04	0,95	5,6	279	419	81	26	32	34	37	40	29	28	0,050	45	68	81
5,80	31	20	4/2	1,85	1,07	1,03	6,0	284	426	93	30	32	35	38	40	30	29	0,058	52	78	93
6,00	31	18	4/2	1,85	1,11	1,03	5,7	298	446	93	29	32	35	37	40	30	29	0,056	52	78	93
6,20	31	20	4/2	1,85	1,15	1,03	5,5	311	466	93	28	32	35	37	40	30	29	0,054	52	78	93
6,40	22	14	4/2	1,85	1,18	0,85	4,1	331	496	66	16	30	33	36	39	28	28	0,030	37	55	66
6,60	18	4	2/III	1,85	1,22	0,75	3,4	343	515	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	141	101	3/III	1,85	1,26	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	36	0,084	235	353	423
7,00	154	77	3/III	1,85	1,30	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	36	0,192	257	385	462
7,20	95	42	3/III	1,85	1,33	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	34	0,139	158	238	285
7,40	58	21	4/2	1,85	1,37	1,93	9,7	331	497	174	46	34	37	39	42	32	31	0,093	97	145	174
7,60	89	44	3/III	1,85	1,41	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	34	33	0,130	148	223	267
7,80	79	27	4/2	1,85	1,44	2,63	13,3	448	672	237	55	36	38	40	42	34	33	0,117	132	198	237
8,00	125	41	3/III	1,85	1,48	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	35	0,159	208	313	375
8,20	48	24	4/2	1,85	1,52	1,60	6,7	387	580	144	37	33	36	38	41	31	31	0,072	80	120	144
8,40	24	12	4/2	1,85	1,55	0,89	3,1	430	644	72	12	30	33	36	39	27	28	0,024	40	60	72
8,60	24	40	3/III	1,85	1,59	--	--	--	--	--	12	30	33	36	39	26	28	0,023	40	60	72
8,80	15	5	2/III	1,85	1,63	0,67	2,1	371	557	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	98	59	3/III	1,85	1,66	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	34	34	0,127	163	245	294
9,20	105	18	4/2	1,85	1,70	3,50	15,5	595	893	315	61	36	39	41	43	34	34	0,132	175	263	315
9,40	103	11	4/2	1,85	1,74	3,43	14,7	584	876	309	60	36	38	41	43	34	34	0,129	172	258	309
9,60	114	16	4/2	1,85	1,78	3,80	16,2	646	969	342	62	37	39	41	43	35	34	0,137	190	285	342
9,80	146	26	4/2	1,85	1,81	4,87	21,6	827	1241	438	70	38	40	42	44	36	36	0,161	243	365	438
10,00	113	--	3/III	1,85	1,85	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	34	34	0,134	188	283	339

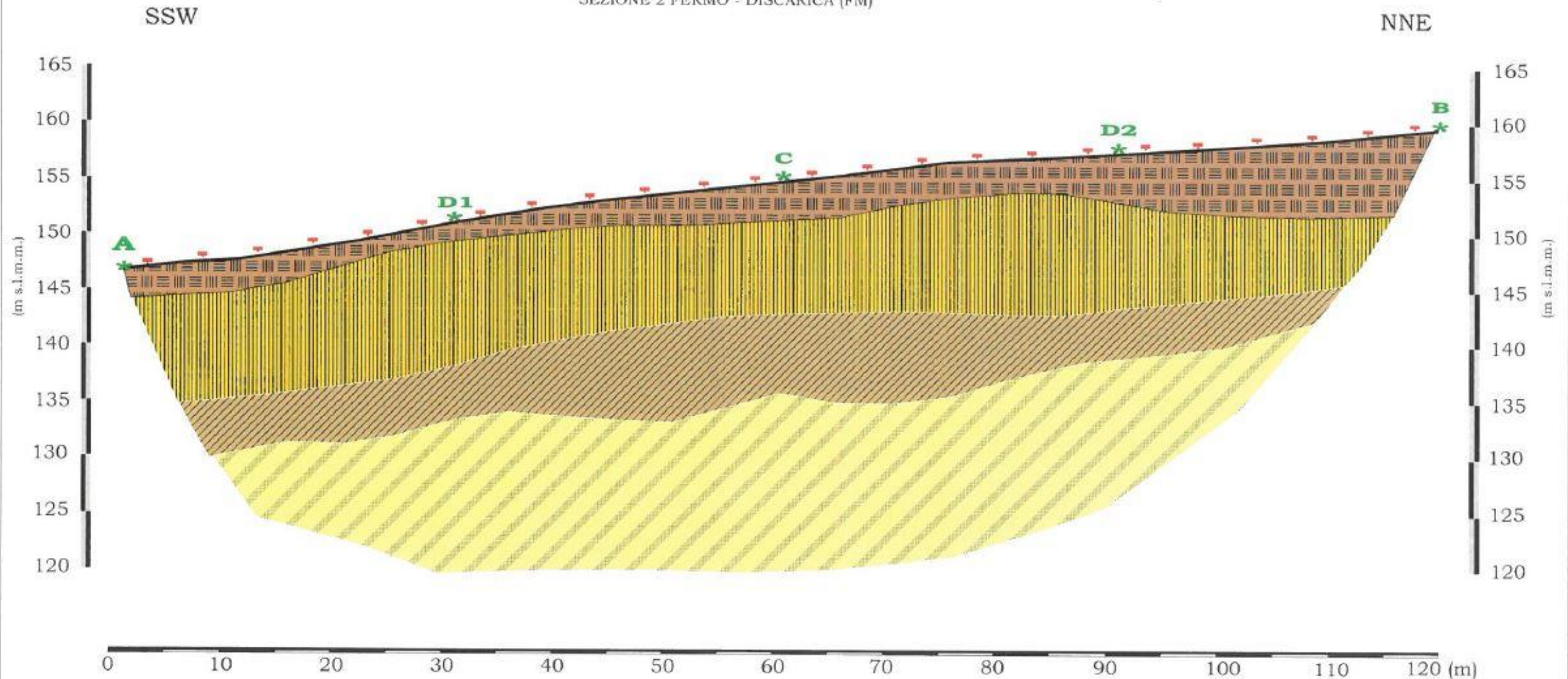
Linee Sismiche a Rifrazione

Figura 26 – Linee sismiche a rifrazione campagna 2011 (n.1,n.2,n.3,n.4,n.5)



STESA SISMICA A RIFRAZIONE - ONDE S SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA N.2

SEZIONE 2 FERMO - DISCARICA (FM)



Legenda:

Punti di scoppio
 posizione geofoni

Strato 1
 Strato 2

Strato 3
 Strato 4

TAVOLA 2- Scala 1:500

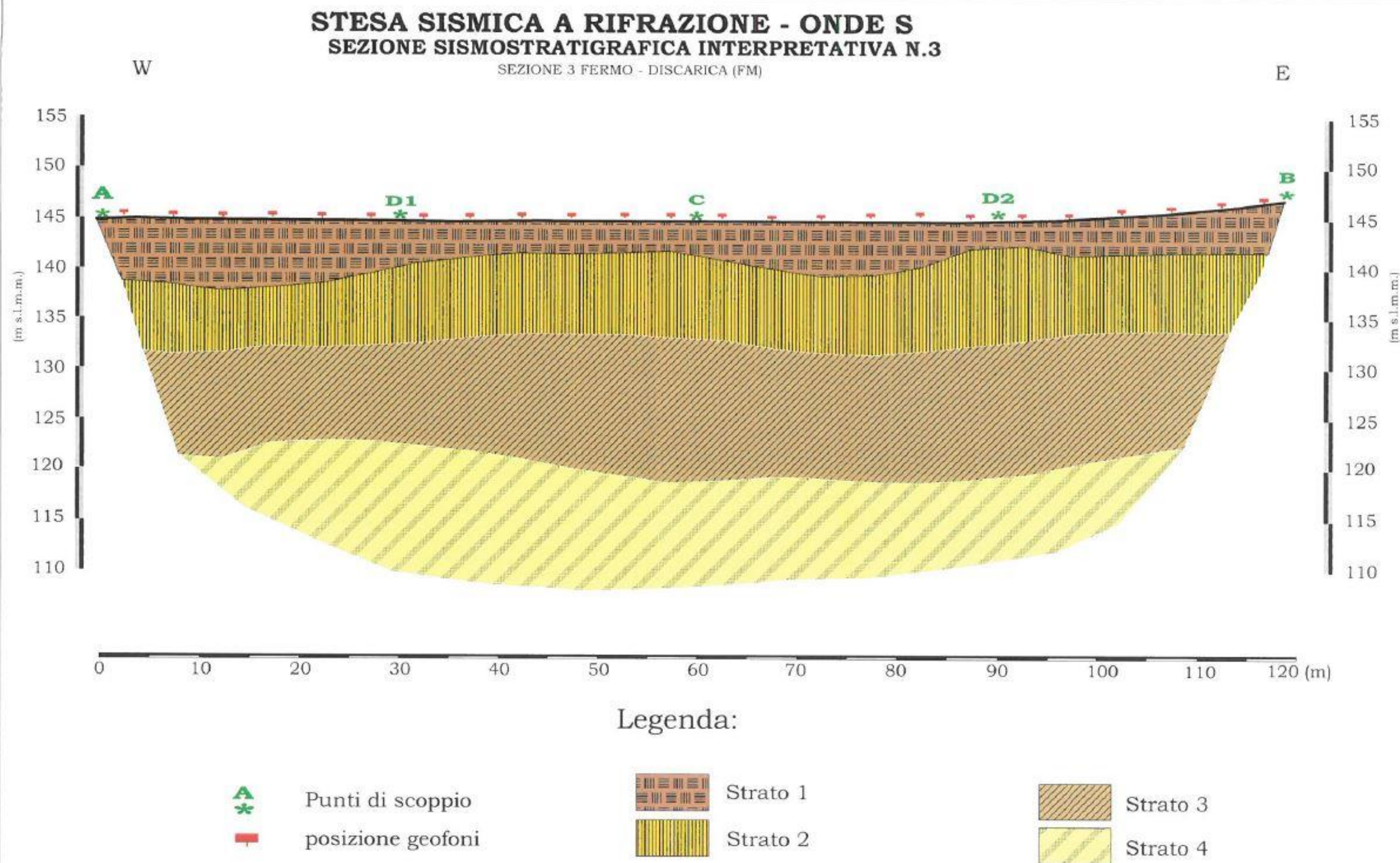
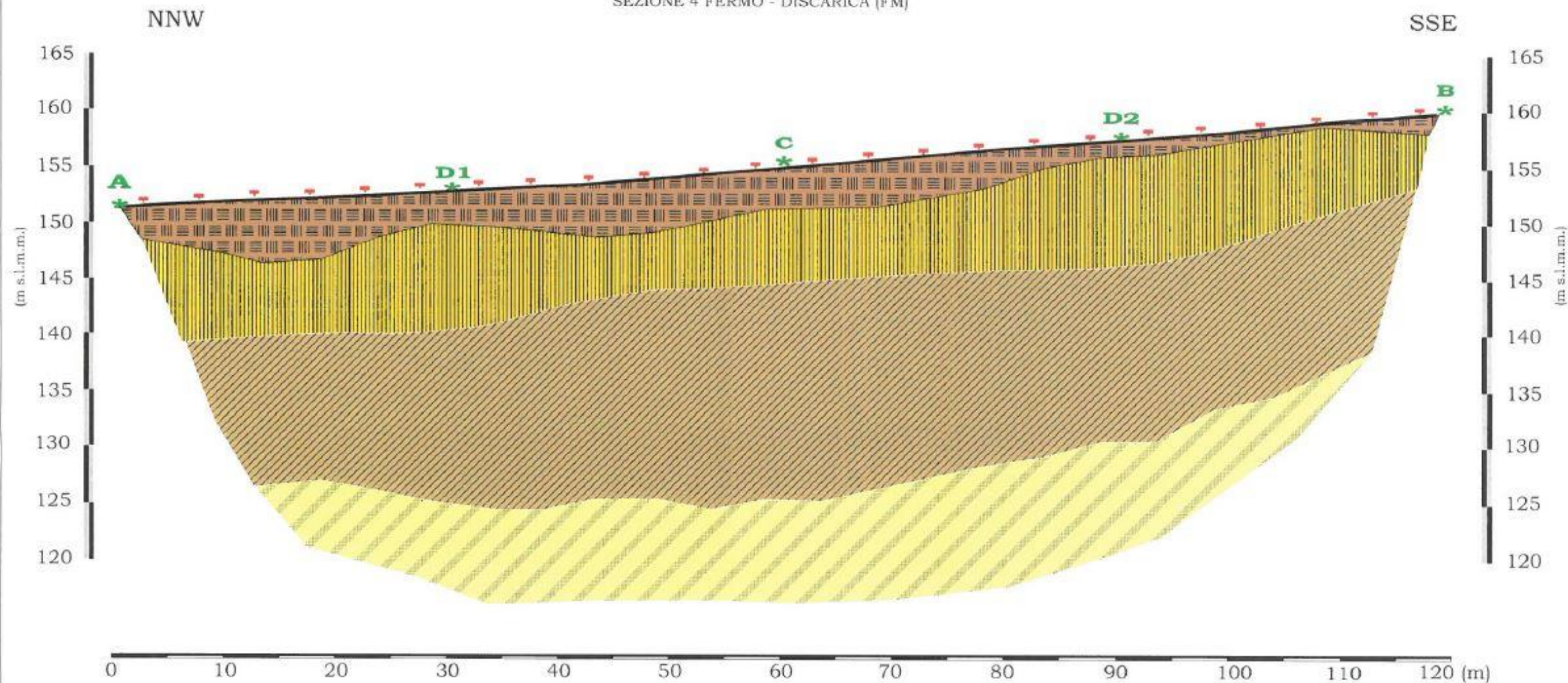


TAVOLA 2- Scala 1:500

STESA SISMICA A RIFRAZIONE - ONDE S SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA N.4

SEZIONE 4 FERMO - DISCARICA (FM)



Legenda:

Punti di scoppio
 posizione geofoni

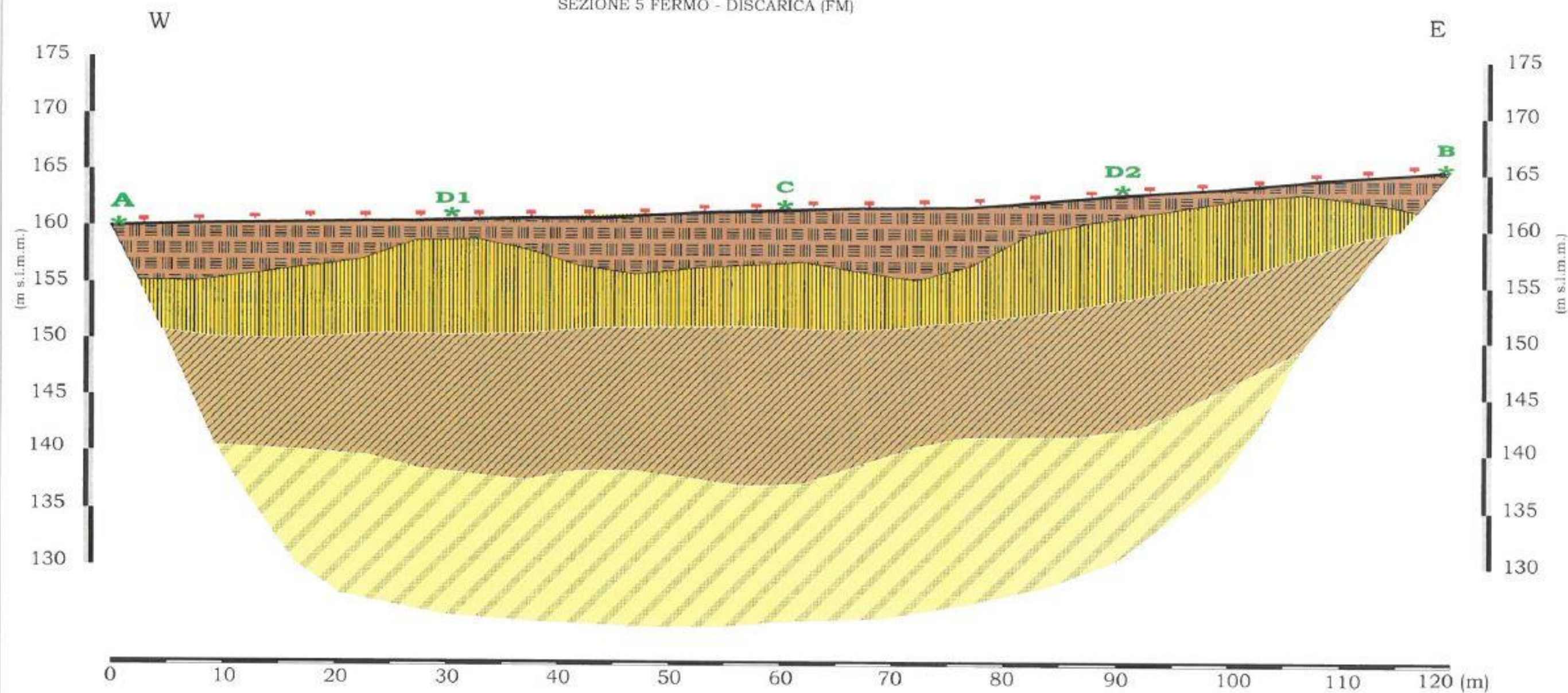
Strato 1
 Strato 2

Strato 3
 Strato 4

TAVOLA 2- Scala 1:500

STESA SISMICA A RIFRAZIONE - ONDE S SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA N.5

SEZIONE 5 FERMO - DISCARICA (FM)



Legenda:

Punti di scoppio
 posizione geofoni

Strato 1
 Strato 2

Strato 3
 Strato 4

TAVOLA 2- Scala 1:500

Indagini 2013

Figura 27 – Schede sondaggi indagini geognostiche 2013 (S1,S2,S3,S4, HVSR)

<div><div><div>Geologia Geotecnica Ambiente</div><div></div></div><div><div>Dr. Gabriele Cutini</div><div>Geologo</div><div>Via A. Gentili, 9 63837 Falerone (FM)</div><div>Tel 0734-759672 cell 347-5585539</div><div>e-mail: gabriele.cutini67@gmail.it</div></div></div>														<div>SONDAGGIO S1</div> <div>dicembre 2013</div>					
COMMITTENTE: FERMO ASITE SRL														Profondità m 16.00					
CANTIERE: "Impianto Biodigestione" - San Biagio - Fermo														Quota s.l.m.:189.049 m					
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE												QUOTA		Simbolo grafico	TERRENO ATTRAVERSATO	
			S.P.T												POKET	FALDA			Assoluta m.s.m
			5	10	15	20	25	30	35	40	45								
Rotazione Ø 220 mm		Trivelsonda												2.5			1.00	TERRENO DI RIPOORTO	
																	2.00	Argille e sabbie frammiste prive di struttura interna di colore beige. DEPOSITI COLLUVIALI	
															3.5				Alternanza di argille marnose grigio/avana a stratificazione sub-orizzontale con intercalati livelli e/o strati di sabbie fini ocra a tratti ossidate;
															3.5			7.00	Alternanza di argille marnose grigie a stratificazione sub-orizzontale con sabbia.
															3.5			10.00	A circa -10.00 m il litotipo si presenta più sabbioso di colore beige con presenza a 13 m di venuta idrica abbondante.
															13.00				FORMAZIONE ALTERATA
																		13.50	Alternanza di argille marnose grigie a stratificazione sub-orizzontale con intercalati livelli millimetrici di sabbie fini di colore grigio; litotipo molto consistente.
																		15.00	
																		15.45	FORMAZIONE INTEGRA
																		16.00	


<div><div><div>Geologia Geotecnica Ambiente</div><div></div></div><div><div>Dr. Gabriele Cutini</div><div>Geologo</div><div>Via A. Gentili, 9 63837 Falerone (FM) Tel 0734-759672 cell 347-5585539 e-mail: gabriele.cutini67@gmail.it</div></div></div>															<div>SONDAGGIO S2</div> <div>dicembre 2013</div>							
COMMITTENTE: FERMO ASITE SRL															Profondità m 15.00							
CANTIERE: "Impianto Biodigestione" - San Biagio - Fermo															Quota s.l.m.: 186.71 m							
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE												QUOTA		Simbolo grafico	TERRENO ATTRAVERSATO				
			S.P.T												POKET	FALDA			campioni	relativa		
			5	10	15	20	25	30	35	40	45								Classificazione litologica e condizioni fisiche			
Rotazione Ø 220 mm																						
Trivelsonda																						Argille e sabbie frammiste prive di struttura interna di colore beige. DEPOSITI COLLUVIALI
																						Alternanza di argille marnose beige e grigie a stratificazione sub-orizzontale con intercalati livelli millimetrici di sabbie fini ocra a tratti ossidate alternate a livelli sabbiosi prevalenti; a -5.50 m da p.c. livello idrico.
																						Alternanza di argille marnose grigie a stratificazione sub-orizzontale con intercalati livelli eo strati di sabbie fini ocra a tratti ossidate; litotipo consistente.
																						FORMAZIONE ARGILLOSA ALTERATA
																						Alternanza di argille marnose grigie a stratificazione sub-orizzontale con intercalati livelli millimetrici di sabbie fini di colore grigio; litotipo molto consistente.
																						FORMAZIONE INTEGRA
																						A -15.00 m fine sondaggio
															</							

Geologia

Geotecnica

Ambiente

<

 <div>Dr. Gabriele Cutini Geologo Via A. Gentili, 9 63837 Falerone (FM) Tel 0734-759672 cell 347-5585539 e-mail: gabriele.cutini67@gmail.it</div>			SONDAGGIO S4 dicembre 2013															
COMMITTENTE: FERMO ASITE SRL CANTIERE: "Impianto Biodigestione" - San Biagio - Fermo													Profondità m 11.00 Quota s.l.m.: 150. m					
PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	CAROTTAGGIO	PROVE PENETROMETRICHE												QUOTA		Simbolo grafico	TERRENO ATTRAVERSATO
			S.P.T										POKET	FALDA	campioni	relativa		
			5	10	15	20	25	30	35	40	45							
Rotazione Ø 220 mm	Trivelsonda												3.50				TERRENO DI RIPORETO	
												1		4.00		Argille e sabbie frammiste prive di struttura interna di colore marroni scuro beige. Litotipo plastico da -4.50m. Acqua in foro a partire dai -3.50 m		
												3		6.00		DEPOSITI COLLUVIALI		
												3		10.00		Alternanza di argille marnose a stratificazione sub-orizzontale con intercalati livelli di sabbie fini ; A partire dai -6.50 m il litotipo diviene più consistente all'aumentare della componente argillosa. Montaggio arpione a circa 10.00 m - forte presenza di acqua in foro.		
																Alternanza di sabbie fini beige con livelli argillosi grigi a stratificazione sub-orizzontale FORMAZIONE ALTERATA		
														11.00		A -11.00 m fine sondaggio x problemi di avanzamento per forte presenza di acqua in foro		



Cerreto d'Esina il 03 settembre 2013
Comm.: ASITE s.r.l.
Cant.: Area Ex Camacci - Fermo
Indagine HVSR - N°: 1 del: 02/09/2013

Comm: ASITE s.r.l. - Cant.: Area Ex Camacci – Fermo

Cielo	Sereno	Vento	Assente	Precipitazioni	Assenti	Orientamento	0°N
-------	--------	-------	---------	----------------	---------	--------------	-----

Instrument: TEP-0040/01-09

Start recording: 02/09/13 09:45:01 End recording: 02/09/13 09:59:02

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS location: 013°40.6238 E, 43°07.3233 N (175.3 m)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 04

Trace length: 0h14'00". Analyzed 98% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

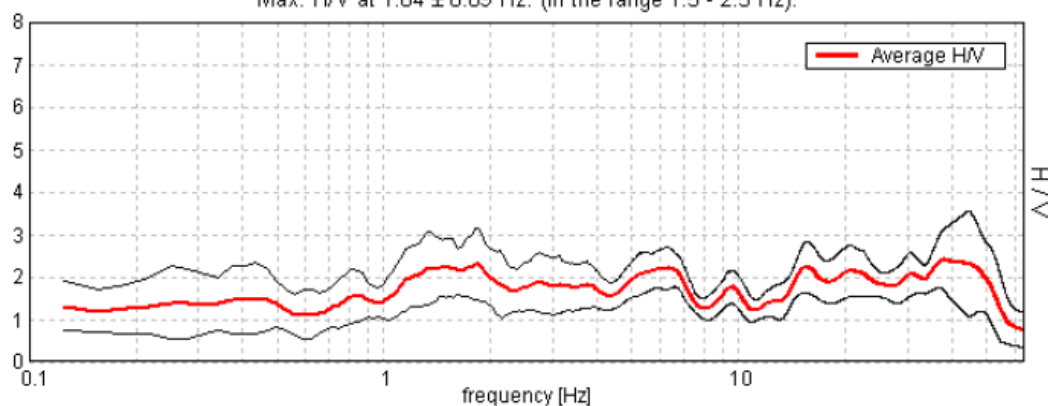
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

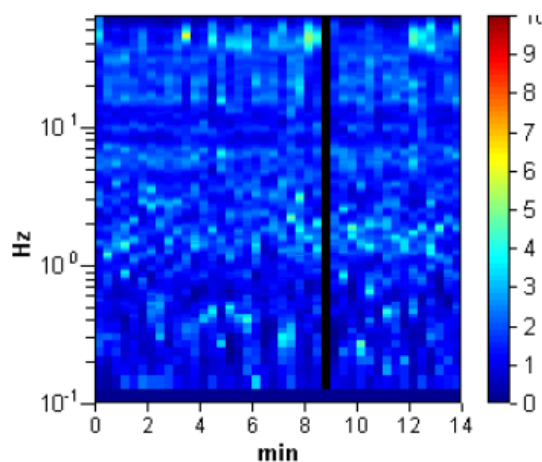
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

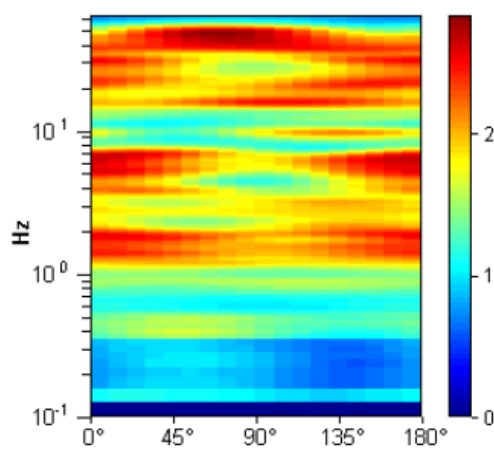
Max. H/V at 1.84 ± 0.09 Hz. (In the range 1.5 - 2.5 Hz).



H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

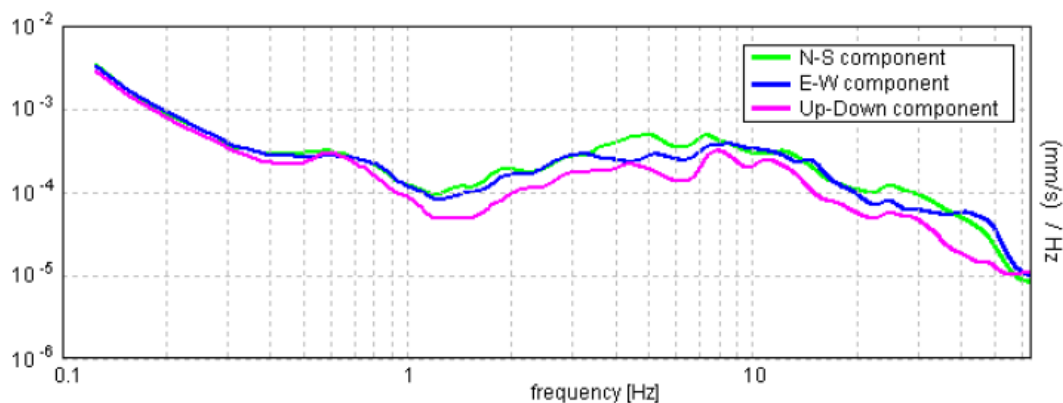


* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



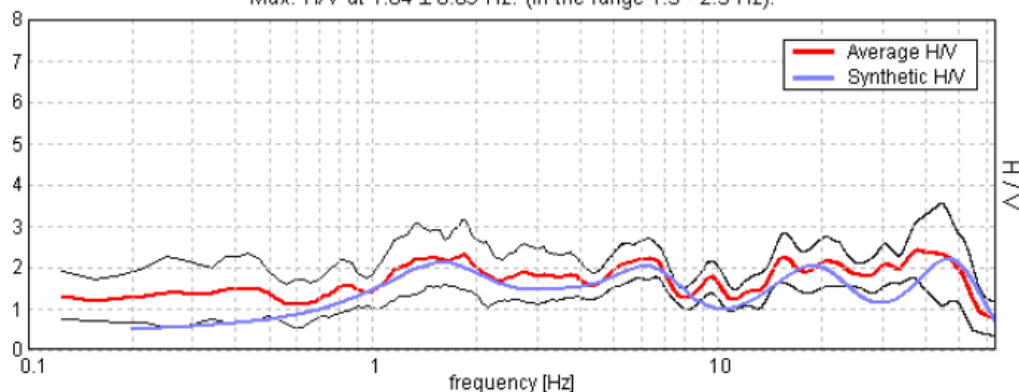
Cerreto d'Esi il 03 settembre 2013
Comm.: ASITE s.r.l.
Cant.: Area Ex Camacci - Fermo
Indagine HVSR - N°: 1 del: 02/09/2013

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 1.84 ± 0.09 Hz. (In the range 1.5 - 2.5 Hz).



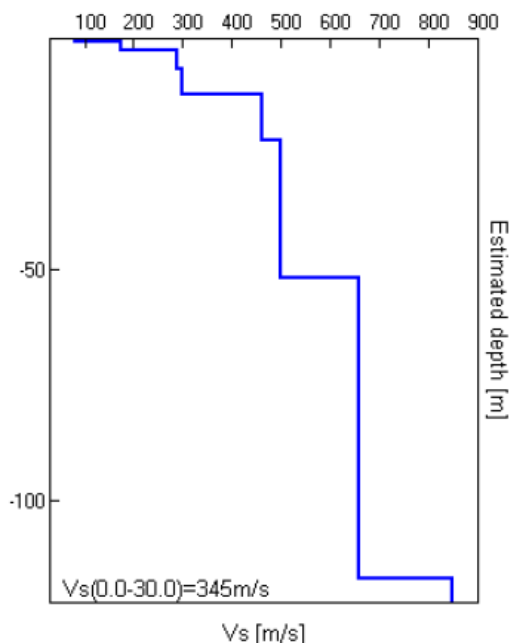
Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.45	0.45	80	0.40
2.45	2.00	175	0.42
6.45	4.00	290	0.42
11.95	5.50	300	0.44
21.95	10.00	460	0.44
51.95	30.00	500	0.48
116.95	65.00	660	0.48
inf.	inf.	850	0.49

$Vs(0.0-30.0)=345\text{m/s}$

* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



Cerreto d'Esi il 03 settembre 2013
Comm.: ASITE s.r.l.
Cant.: Area Ex Camacci - Fermo
Indagine HVSR - N°: 1 del: 02/09/2013



Categoria	Descrizione
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale aumento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{sp30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)

NOTA: la categoria di sottosuolo viene stabilita in funzione del valore di V_{s30} calcolato a partire dalla quota del Piano Campagna

Commento sul profilo delle velocità.

L'analisi del profilo delle velocità mostra una successione di terreni caratterizzati da:

sismostrato 1: ha uno spessore complessivo di m.11,95 probabilmente riconducibile alla copertura e alla porzione della formazione alterata.

sismostrato 2: da m. 11,95 correlabile alla formazione caratterizzata da velocità delle onde progressivamente crescenti con la profondità fino ad un valore stimato di V_s pari a m/s 850.

Frequenza fondamentale di sito e frequenza di risonanza ai fini progettuali

Ogni sito è caratterizzato da una propria frequenza di risonanza fondamentale che può andare da millesimi di Hz a decine di Hz, in particolare in questo caso si è misurata una frequenza massima di picco pari a $Hz\ 1,84 \pm 0,09$.

L'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico standard è invece $0,5 - 10\ Hz$ (corrispondenti alle frequenze principali di strutture approssimativamente da 30 a 1 piano). Essendo dunque l'intervallo di frequenze del sottosuolo più esteso di quello possibile per le strutture, alcune frequenze del sottosuolo possono essere trascurate ai fini della progettazione in zona sismica in quanto non comportano aggravii particolari per le strutture standard. In quest'ottica ad esempio non verranno segnalate le frequenze superiori a 20 Hz. Nel caso in esame si evidenzia che l'area sollecitata da input sismico amplifica le onde di superficie ad una frequenza di risonanza prossima a $1,84 \pm 0,09\ Hz$. Poiché la coincidenza di risonanze tra suolo e struttura comporta un aggravio nell'ampiezza dell'input sismico, la condizione ideale è che la frequenza della struttura sia inferiore rispetto a quella del sottosuolo, tuttavia quando questa condizione non può essere rispettata, è raccomandabile che la struttura venga progettata con frequenze proprie principali maggiori almeno il 40% dei valori segnalati per il sottosuolo.

* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



Cerreto d'Esi il 03 settembre 2013
Comm.: ASITE s.r.l.
Cant.: Area Ex Camacci - Fermo
Indagine HVSR - N°: 1 del: 02/09/2013

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 1.84 ± 0.09 Hz (in the range 1.5 - 2.5 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.84 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1511.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 90 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.656 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.31 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02391 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04408 < 0.18438$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4117 < 1.78$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



Cerreto d'Esi il 03 settembre 2013
Comm.: ASITE s.r.l.
Cant.: Area Ex Camacci - Fermo
Indagine HVSR - N°: 1 del: 02/09/2013

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso