

Oggetto dell'incarico		
STUDIO GEOLOGICO	MODELLAZIONE GEOLOGICA	MODELLAZIONE SISMICA
Committente		
BIOFIRE SRL		
Titolo dell'incarico		
Realizzazione impianto a Syngas		
Località		
Morcella – MARSCIANO		
Mappale		
FOGLIO 137		PARTICELLA 430
Spazio timbro professionista		Emissione/revisione
		settembre 2014
Spazio timbri		

PREMESSA

L'incarico in oggetto è stato commissionato dalla Biofire Srl e riguarda lo studio geologico per la realizzazione di un impianto a Syngas in località Morcella del comune di Marsciano.

Il quadro normativo di riferimento comprende principalmente il D.M. 14/01/2008, e successive modifiche.

L'intervento in progetto è di lieve entità con la posa di macchinari specialistici e con modeste opere murarie in elevazione.

L'area in esame è posta nella valle solcata dal F.Nestore, a nord/ovest di Marsciano, all'interno della C.T.R. dell'Umbria - Elemento 322081 - in scala 1:5.000 ed è distinta in planimetria catastale al foglio n°137 particella n°430. Le coordinate del sito sono: lat.=42.92557° long.=12.30490° (datum ED50).

Non ci sono vincoli che riguardano gli aspetti geologici riferiti alle carte PAI, IFFI, PTCP e PRG.

STUDIO GEOLOGICO

Il presente studio intende caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico l'area interessata dall'intervento descritto in premessa.

Al reperimento degli elaborati progettuali e della cartografia tematica del sito, sono seguiti i sopralluoghi e la raccolta delle notizie degli abitanti della zona; successivamente sono state effettuate le opportune indagini, valutate quelle di riferimento ed è stata redatta la presente relazione sulla base delle osservazioni compiute e dei risultati ottenuti.

Il sottosuolo dell'area in oggetto appartiene ai depositi alluvionali che costituiscono la valle del F.Nestore a sud di Morcella, posti al disopra del complesso sedimentario continentale Plio-Pleistocenico (Villafranchiano) affiorante lungo i versanti ed aventi uno spessore complessivo dell'ordine di alcune decine di metri dal p.c.; in profondità si trovano le formazioni rocciose del Macigno e degli Scisti Varicolori.

Si tratta, in particolare, di depositi di origine alluvionale antico/terrazzato costituiti in prevalenza da facies limoso-sabbiose/ghiaiose con intercalati livelli e strati limoso/argillosi di variabile spessore e granulometria.

Il terreno in esame ricade su un ripiano in destra idrografica del F.Nestore, caratterizzato da una morfologia sub/pianeggiante e con lievi pendenze. Non sono presenti dati sulla franosità storica del sito in oggetto, anche in considerazione della sua posizione sub/pianeggiante stabile.

La circolazione idrica del sottosuolo si sviluppa all'interno dei livelli sabbioso-ghiaiosi più permeabili presenti all'interno della successione alluvionale e forma falde acquifere sospese a diverse altezze stratigrafiche.

Il terreno in esame ricade ad una quota di circa 187 m s.l.m. ed assume una pendenza naturale di pochi punti percentuali verso est; insieme alla costruzione dell'immobile esistente è stato realizzato lo spianamento dell'area con modeste altezze di sbancamento e riporto e che non presentano attualmente indizi di instabilità.

Il reticolo idrografico non interessa la posizione del sito, rialzata e lontana da collettori idrici significativi.

Sulla base del rilievo idrogeologico dell'area, la circolazione idrica sotterranea più superficiale può essere posizionata mediamente ad una profondità di oltre -2.0/2.5 m dal p.c. attuale; tale circolazione, rilevata nel corso delle prove penetrometriche e vicino ai massimi di risalita stagionale, può subire risalite ulteriori rispetto ai valori indicati senza comunque raggiungere le opere superficiali in progetto poste alla quota del p.c.. Si consiglia la verifica della presenza e/o la realizzazione della migliore regimentazione delle acque meteoriche con almeno scoline superficiali, per ostacolare infiltrazioni idriche intorno alla struttura principale; non è da escludere infatti la presenza di circolazioni temporanee sui livelli più superficiali del sottosuolo durante gli eventi piovosi e successivi.

Le esondazioni fluviali non interessano la posizione rialzata in questione. La cartografia sulla propensione ai dissesti (carta PAI, IFFI, PTCP, PRG) non riporta alcuna zona che possa interessare il sito di studio.

Non ci sono vincoli di normativa derivanti dalla pericolosità idrogeologica ed idraulica e di PRG.

MODELLAZIONE GEOLOGICA

Le indagini di riferimento ed eseguite nell'area per un precedente intervento edilizio, sufficienti in relazione alla tipologia dell'intervento in progetto, sono consistite in n°2 prove penetrometriche DPM e in n°1 prospezione geofisica MASW; si fa riferimento inoltre alle notizie sulle perforazioni a scopo idrico e ad altre indagini di varia natura condotte nella zona, in terreni geologicamente analoghi.

L'ubicazione, la tipologia e la descrizione delle indagini eseguite nell'area sono riportate nelle tavole in appendice, insieme ai risultati dell'elaborazione dei rispettivi programmi specifici.

Per quanto riguarda l'indagine penetrometrica la strumentazione utilizzata è costituita da un penetrometro dinamico prodotto dalla Ditta Compac; per la prospezione sismica l'unità di acquisizione è della Sara Elettronic Instruments 24 canali – 24 bit, i sensori sono GS11D 4.5 Hz, l'energizzazione è data da una mazza da 8 kg su piastra metallica.

Da tali indagini è stato possibile, oltre che definire la modellazione sismica, ricostruire il seguente profilo stratigrafico-geotecnico del sottosuolo interessato dalla realizzazione dell'impianto a Syngas (modello geologico-geotecnico), a partire dalla quota attuale del p.c.:

da 0.0 a 0.5 m riporto eterogeneo superficiale compattato artificialmente (*comport. prev. incoerente*)

<i>Parametro</i>	<i>simb</i>	<i>Unità</i>	<i>valore rilevato</i>	<i>M1 v. caratter.</i>	<i>M2 v. progett.</i>
peso di volume naturale	γ	kN/m ³	18.5	18.5	18.5
peso di volume saturo	γ_{sat}	kN/m ³	20	20	20
coesione non drenata - <i>tensioni totali</i>	c_u	kN/m ²	0	0	0
coesione efficace - <i>tensioni effettive</i>	c'	kN/m ²	-	-	-
angolo attrito non drenato - <i>tensioni totali</i>	ϕ_u	gradi ses. (°)	25	25	20.4
angolo attrito interno efficace - <i>ten. effettive</i>	ϕ'	gradi ses. (°)	25	25	20.4
coefficiente sottofondo (cost. di Winkler)	K_0	kg/cm ³	0.5/1.0	0.5	0.5
grado di sovraconsolidazione	OCR	-	-	-	-
modulo di Poisson	ν	-	0.35	0.35	0.35
modulo elastico	E	kg/cm ²	50	50	50

da 0.5 a 1.3/1.4 m copertura eterogenea superficiale poco consistente (*comportamento prev. incoerente*)

<i>Parametro</i>	<i>simb</i>	<i>Unità</i>	<i>valore rilevato</i>	<i>M1 v. caratter.</i>	<i>M2 v. progett.</i>
peso di volume naturale	γ	kN/m ³	17.5	17.5	17.5
peso di volume saturo	γ_{sat}	kN/m ³	19	19	19
coesione non drenata - <i>tensioni totali</i>	c_u	kN/m ²	0	0	0
coesione efficace - <i>tensioni effettive</i>	c'	kN/m ²	-	-	-
angolo attrito non drenato - <i>tensioni totali</i>	ϕ_u	gradi ses. (°)	15/20	15	12
angolo attrito interno efficace - <i>ten. effettive</i>	ϕ'	gradi ses. (°)	15/20	15	12
coefficiente sottofondo (cost. di Winkler)	K_0	kg/cm ³	0.5/1.0	0.5	0.5
grado di sovraconsolidazione	OCR	-	-	-	-
modulo di Poisson	ν	-	0.35	0.35	0.35
modulo elastico	E	kg/cm ²	10	10	10

da 1.3/1.4 a 3.0/4.0 m limo-sabbioso/argilloso medio consistente – strato A (comportamento prev. incoerente)

Parametro	simb	Unità	valore rilevato	M1 v. caratter.	M2 v. progett.
peso di volume naturale	γ	kN/m ³	19	19	19
peso di volume saturo	γ_{sat}	kN/m ³	20	20	20
coesione non drenata - <i>tensioni totali</i>	c_u	kN/m ²	0	0	0
coesione efficace - <i>tensioni effettive</i>	c'	kN/m ²	-	-	-
angolo attrito non drenato - <i>tensioni totali</i>	ϕ_u	gradi ses. (°)	26/29	26	21
angolo attrito interno efficace - <i>ten. effettive</i>	ϕ'	gradi ses. (°)	26/29	26	21
coefficiente sottofondo (cost. di Winkler)	K_0	kg/cm ³	1/2	1	1
grado di sovraconsolidazione	OCR	-	>1	>1	>1
modulo di Poisson	ν	-	0.35	0.35	0.35
modulo elastico	E	kg/cm ²	100	100	100

da 3.0/4.0 a >7.0 m sabbia/ghiaia e limo da medio consistenti a consistenti – strato B (comp. prev. incoer.)

Parametro	simb	Unità	valore rilevato	M1 v. caratter.	M2 v. progett.
peso di volume naturale	γ	kN/m ³	18.5	18.5	18.5
peso di volume saturo	γ_{sat}	kN/m ³	20	20	20
coesione non drenata - <i>tensioni totali</i>	c_u	kN/m ²	0	0	0
coesione efficace - <i>tensioni effettive</i>	c'	kN/m ²	-	-	-
angolo attrito non drenato - <i>tensioni totali</i>	ϕ_u	gradi ses. (°)	35/36	35	29
angolo attrito interno efficace - <i>ten. effettive</i>	ϕ'	gradi ses. (°)	35/36	35	29
coefficiente sottofondo (cost. di Winkler)	K_0	kg/cm ³	2/4	2	2
grado di sovraconsolidazione	OCR	-	>1	>1	>1
modulo di Poisson	ν	-	0.35	0.35	0.35
modulo elastico	E	kg/cm ²	200	200	200

Il sito ricade in posizione sub/pianeggiante, è del tutto stabile e non necessita di verifiche di stabilità specifiche anche in relazione al modesto intervento in progetto ed alla posizione topografica del perimetro edilizio.

MODELLAZIONE SISMICA

La presente modellazione ha lo scopo di definire, in relazione alla tipologia d'intervento, l'azione sismica di progetto sulla base delle valutazioni geologiche-geomorfologiche del sito, derivanti anche dallo studio e modellazione geologica precedentemente illustrati e dai risultati della prospezione sismica condotta nell'area per un precedente intervento edilizio.

Il sito ricade in zona sismica di 2^a categoria (grado di sismicità pari a 9), come individuato nella D.G.R. del 18 settembre 2012 n. 1111 "Aggiornamento classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria" seguita alla D.G.R. del 18 giugno 2003 n. 852 "Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria" ed alle disposizioni dell'Ordinanza del P.C.M. n°3274 del 20/03/2003.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto è stata stabilita la vita nominale della struttura, la classe d'uso ed il periodo di riferimento; sulla base di ciò è stato stabilito il periodo di ritorno associato a ciascuno stato limite per la struttura in progetto ed è stata definita la pericolosità sismica di base (caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse) per una prefissata P_{VR} (probabilità di superamento associata ad ogni stato limite), in merito allo

studio dell'Istituto Nazionale e di Geofisica e Vulcanologia (INGV); alla pericolosità sismica di base è stata associata l'amplificazione sismica locale, dovuta alla litostratigrafia e topografia.

L'azione sismica di riferimento è stata rappresentata in termini di spettri di risposta elastici in spostamento, da cui, per mezzo del coefficiente di struttura di default, sono stati derivati i corrispondenti spettri di progetto.

In alternativa a quanto effettuato, l'azione sismica di progetto poteva essere definita per mezzo di accelerogrammi reali, artificiali o generati da simulazioni numeriche, dove nelle analisi di risposta sismica locale, l'azione sismica è descritta in termini di storia temporale di accelerazione su un sito di riferimento roccioso affiorante, con superficie topografica orizzontale.

Il ricorso a metodi semplificati è giustificato dalle NTC08 perché, come nel caso specifico, non si tratta di sito caratterizzato da terreni a bassa consistenza o suscettibili alla liquefazione (esclusione appartenenza categoria S1 ed S2) e da morfologia complessa superficiale o sepolta, neppure dalla presenza di eterogeneità laterali o di variabilità plano-altimetriche pronunciate del tetto del substrato; per l'applicabilità dei metodi devono infatti essere escluse tutte quelle situazioni dove sono possibili effetti bi- o tri-dimensionali, effetti di bacino e di focalizzazione dell'energia sismica per cui bisogna ricorrere a specifiche analisi di risposta sismica locale.

Il base alla tipologia dell'opera, possono essere definiti cautelativamente:

- vita nominale $V_N \geq 50$ anni;
- classe d'uso II ($C_U = 1$);
- periodo di riferimento $V_R \geq 50$ ($V_N \times C_U$).

Di supporto alla modellazione è stata considerata una prospezione geofisica MASW condotta nell'area per un precedente intervento edilizio, con stendimento, caratteristiche strumentali e modalità d'esecuzione riportati negli allegati in appendice, e con la quale è stato possibile definire la categoria B di sottosuolo, ossia "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)".

Per quanto riguarda la categoria topografica si può assegnare al sito in esame la categoria T1 ossia "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ", visto la semplice morfologia superficiale/sepolta e le basse pendenze del sito.

I risultati della modellazione sismica sono riportati in appendice e devono essere presi come indicativi in quanto non sono ottenuti dai reali parametri della struttura in elevazione.

Nell'ambito della zona in esame non sono inoltre superficialmente rilevabili evidenti lineazioni morfologiche di faglie sismogenetiche in grado di testimoniare fenomeni tettonici attivi.

Per quanto riguarda l'amplificazione si indicano:

- coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s compreso tra $1 \leq 1.4 - 0.4F_{0a_g}/g \leq 1.2$;
- coefficiente C_c pari a $1.1 (T_c)^{-0.2}$;
- coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1$.

L'esclusione della verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle circostanze indicate nel punto 7.11.3.4 del DM 14.01.2008:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al p. campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna ...;
4. depositi costituiti da sabbie pulite ...;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1

Quando nessuna delle condizioni precedenti risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

La valutazione in oggetto è stata effettuata con i metodi semplificati di “Seed e Idriss” e “To-kimatsu e Yoshimi” che si basano sul rapporto fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ.

Per la verifica alla liquefazione si è considerato un valore cautelativo dell' N_{spt} , stimabile dalle indagini di riferimento, e l'accelerazione sismica massima (g) come $g = a_g \times S_s \times S_t = 0.156 \times 1.2 \times 1 = 0.1872$ dove S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica per la categoria B di sottosuolo e S_t è quello di amplificazione topografica per la categoria T1.

I risultati della valutazione riportati in appendice si riferiscono al livello acquifero posto ad oltre -2 m di profondità dal p.c. ed escludono in definitiva la possibilità di liquefazione del terreno in fase sismica.

CONCLUSIONI

Da un punto di vista geologico, si può concludere che non esistono controindicazioni all'intervento in progetto in relazione alla sua tipologia ed, in particolare:

- i terreni del sottosuolo sono di natura alluvionale (antico/terrazzato) ed hanno buone caratteristiche geotecniche, non sono suscettibili di liquefazione in fase di sisma e non hanno una disposizione eterotipica significativa;
- il sito non è interessato attualmente da movimenti gravitativi in atto o latenti e da azioni morfogenetiche delle acque superficiali, né tale stabilità può essere alterata dall'intervento stesso;
- la falda idrica sotterranea è posta attualmente a circa -2.0/2.5 m di profondità dal p.c., possibile di ulteriori risalite e senza comunque interferire con i manufatti e le opere superficiali in progetto poste alla quota del p.c.;
- non esistono altre problematiche ambientali che possano essere di rilevante pericolosità.

Visto il modello geologico e le caratteristiche geotecniche/morfologiche dei terreni e considerando la tipologia degli interventi, si può ritenere idoneo la realizzazione dell'impianto a Syngas come da progetto considerando la presenza:

- del riporto eterogeneo compattato di spessore intorno a 0.5 m dal p.c.;
- del terreno compreso tra 0.5 m e 1.3/1.4 m di profondità dal p.c. poco consistente e di uno strato A sottostante che offre maggiori garanzie di portanza.

La verifica di quanto riportato dovrà essere fatta in fase di scavo ovunque al disotto del perimetro edilizio.

La verifica della tipologia, dimensione ed incasso delle fondazioni, sarà comunque valutata e definita dal progettista strutturale, sulla base di quanto riportato.

Si consiglia la verifica della presenza e/o la realizzazione della migliore regimentazione delle acque meteoriche con almeno scoline superficiali, per ostacolare infiltrazioni pericolose intorno alla struttura esistente; non è da escludere infatti la presenza di circolazioni temporanee sui livelli più superficiali del sottosuolo durante gli eventi piovosi più gravosi e successivi.

Eventuali discordanze tra quanto esposto in tale sede e quanto direttamente rilevato in fase di realizzazione degli interventi, dovranno essere tempestivamente comunicate allo scrivente al fine di valutare correttamente la reale incidenza delle stesse sulle opere in progetto.

Pertanto si prescrive di dare inizio all'edificazione soltanto dopo aver verificato la corrispondenza con quanto relazionato; nel caso contrario e per il quale non venga data comunicazione, il sottoscritto si riterrà necessariamente sollevato dall'incarico e da ogni responsabilità ad esso conseguente e correlato.

TAVOLE:

- corografia topografica, planimetria catastale, cartografia vincoli, cartografia geologica tematica, planimetria progettuale, sezione geologica.

ALLEGATI:

- indagini geognostiche e geofisiche in sito (precedente intervento edilizio);
- verifica alla liquefazione;
- risultati della valutazione dell'azione sismica di progetto.

Marsciano, settembre 2014

IL GEOLOGO

Luca Servettini

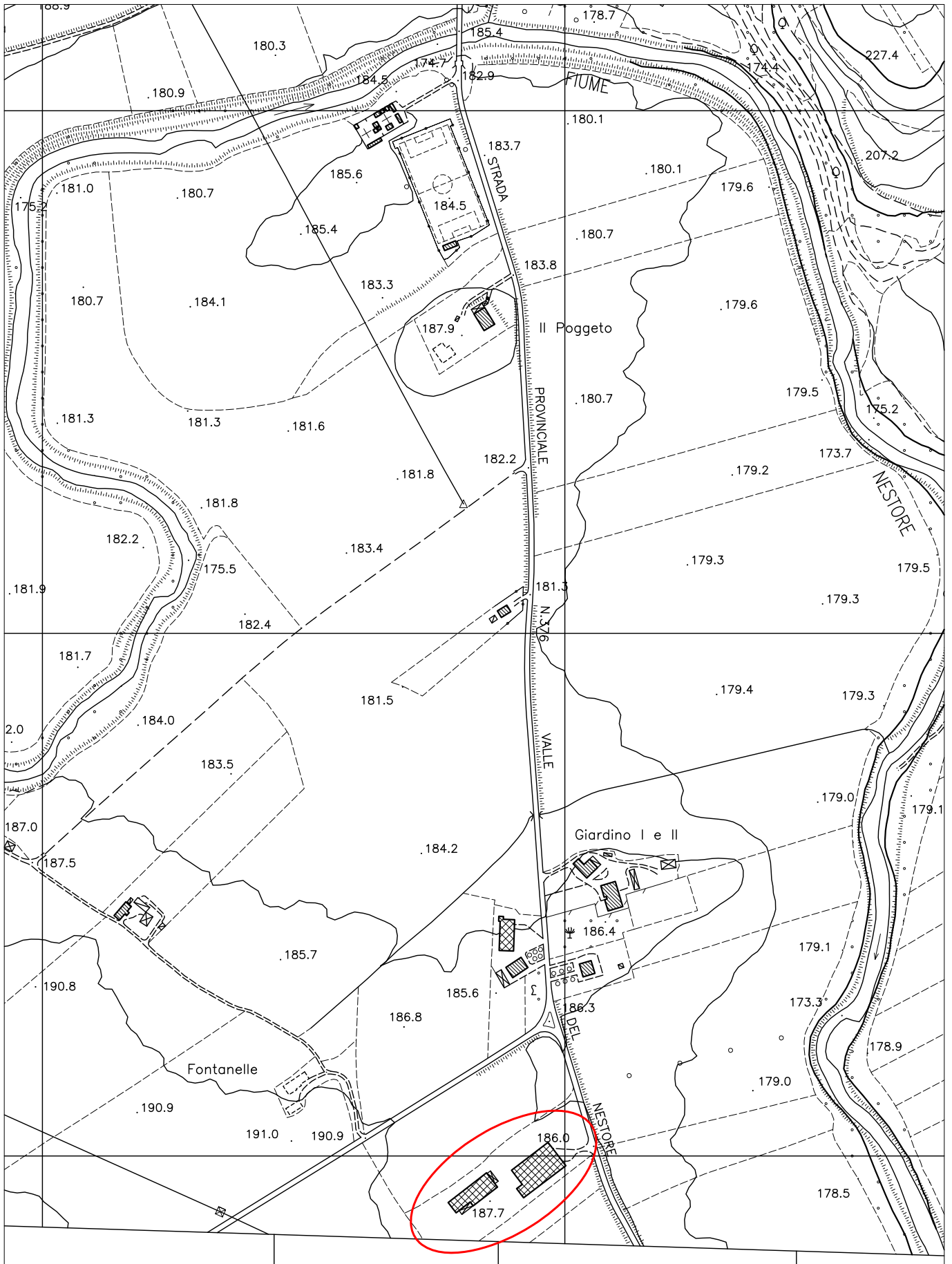


This is a detailed topographic map of the Morcella area in Italy. The map shows the Fersinone river flowing through the landscape, with several tributaries and smaller streams. Numerous place names are labeled, including Morcella, Poggio Aquilone, Civitella de' Conti, and various smaller settlements and hamlets. Elevation contours are drawn across the map, indicating the terrain's slope and peaks. A grid system is overlaid on the map, with numerical coordinates provided along the edges. A black circle is drawn on the map, highlighting a specific location near the center, close to the intersection of the Fersinone river and the road to Poggio Aquilone. The map also shows various roads, paths, and other geographical features like hills and valleys.



Area in oggetto

Corografia C.T.R. - scala 1:5.000
Elemento n°322081 (Morcella)



○ Area in oggetto

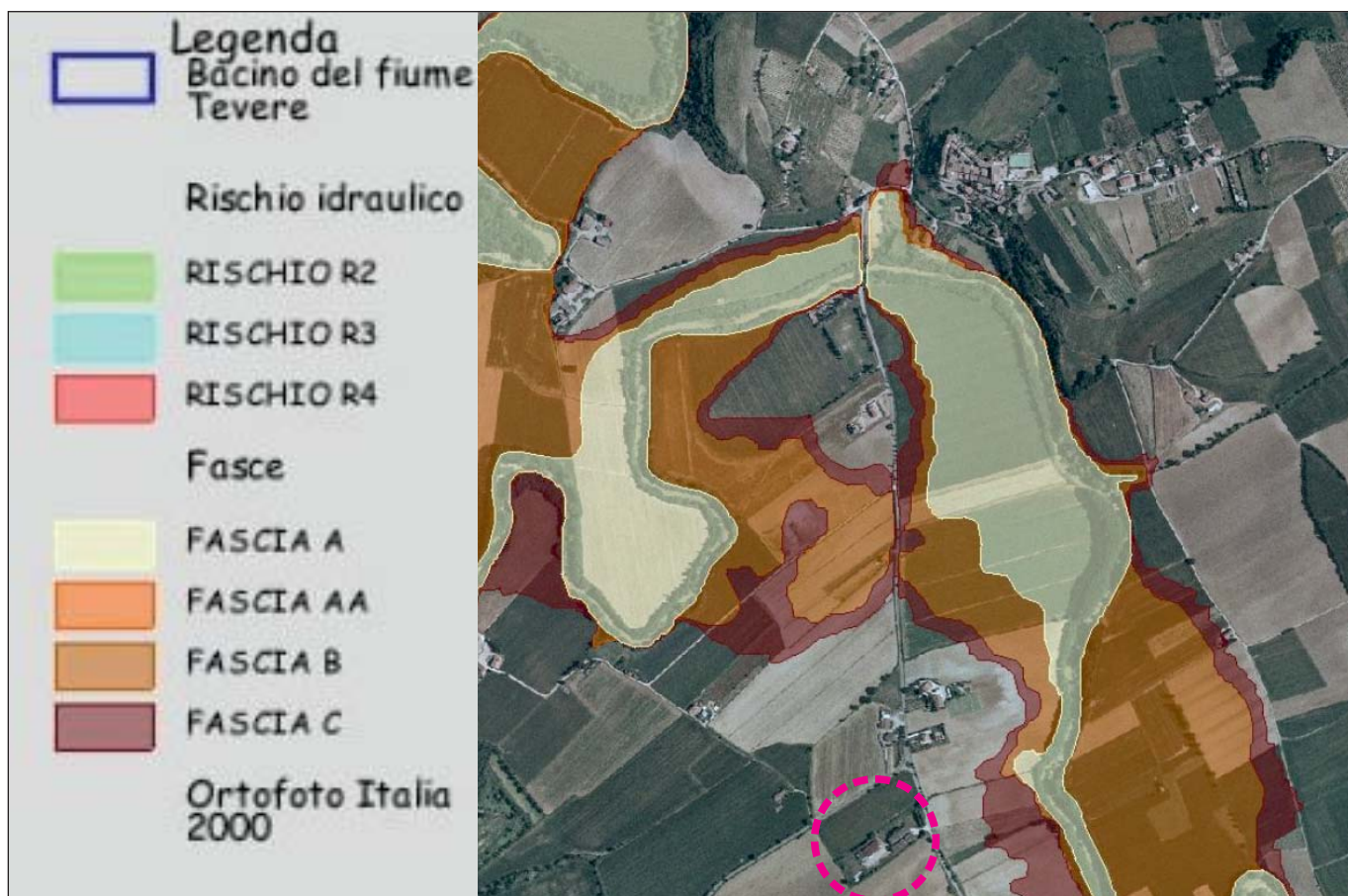
Planimetria catastale - scala 1:2.000

i Catastali - Direttore GIULIETTI PAOLO

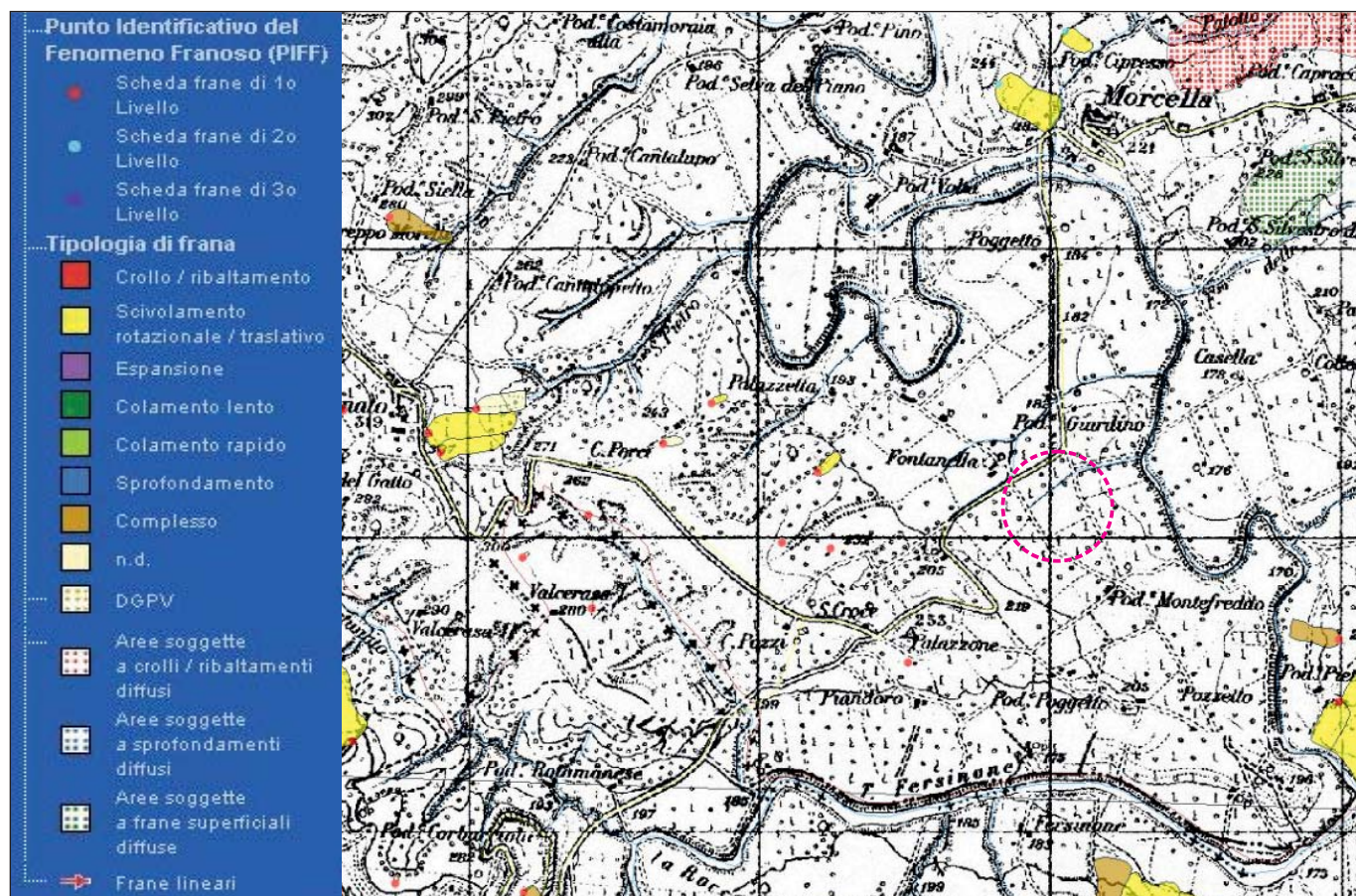


Particella in esame

Cartografia PAI (geomorfologia ed idraulica) - non in scala



Cartografia PAI / IFFI - non in scala



Cartografia PTCP / PRG - non in scala

Elaborato

A.1.3

SENSIBILITA' A RISCHIO IDROGEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E SISMICO

Scala 1:100.000

✱ Progetto AVI - catalogo delle aree colpite da movimenti franosi
• movimenti franosi di dimensioni troppo ridotte per poter essere cartografate alla scala della carta

Eventi meteorologici del periodo Dic. '96 - Genn. '97

★ I Fascia
★ II Fascia
★ III Fascia

Frane piano straordinario Autorità di Bacino

Aree a massimo rischio di esondazione (Autorità di Bacino del Fiume Tevere) e a pericolosità idraulica molto elevata (Autorità di Bacino del Fiume Arno)

Inventario movimenti franosi (CNR-IRPI)

movimenti franosi
conoidi detritici ed alluvionali
area in erosione

PROGETTO SCAI (studio dei centri instabili in Umbria)

centri abitati instabili
scossoni colate e frane complesse
crolli
instabilità diffusa

Sismicità

sismicità Livello I (Lr. 27/2000)
sismicità Livello IIa (DGR. 224 del 14/3/2001)
sismicità Livello IIb (DGR. 224 del 14/3/2001)

insediamenti urbani
zone industriali

Limiti

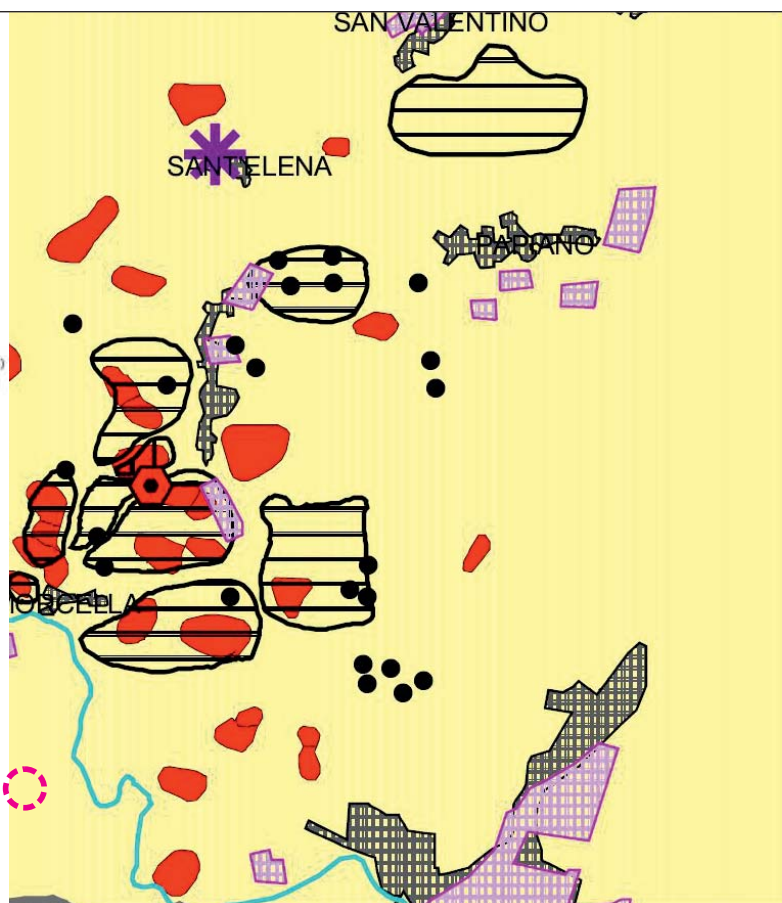
Provincie

Comuni

Geografia

Laghi

Fiumi



AMBITI DI TUTELA AI SENSI DELLA L. 431/1985 (ARTT. 17, 52 N.T.A.):

AREE BOSCHIVE

VEGETAZIONE RIPARIALE

CORSI D'ACQUA

EMERGENZE BOTANICHE, VIALI E FILARI ALBERATI (ART. 24 N.T.A.)

VINCOLO IDROGEOLOGICO R.D. 3267/1923 (ART. 17 N.T.A.)

AMBITI SOGGETTI A RISCHIO IDRAULICO (ART. 20 N.T.A.):

Re1 AREE A MAGGIOR RISCHIO DI ESONDAZIONE

Re2 AREE A MINOR RISCHIO DI ESONDAZIONE

AMBITI SOGGETTI A RISCHIO IDROGEOLOGICO (ART. 20 N.T.A.):

Rf1 AREE CON FORME ASSOCIABILI A FENOMENI FRANOSI

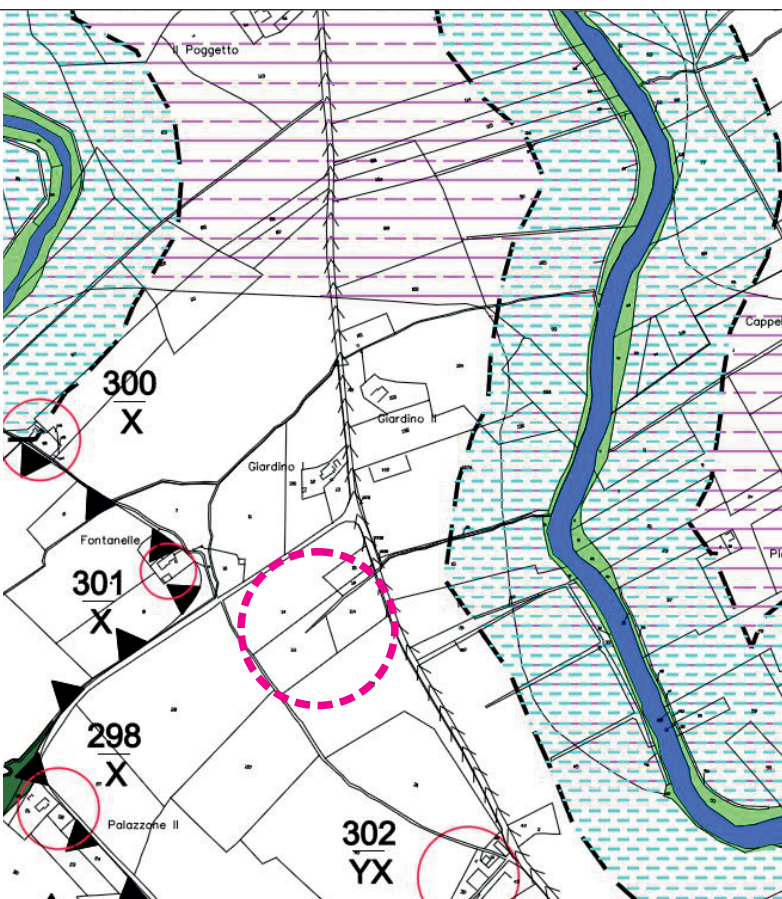
Rf2 AREE A FRANOSITA' DIFFUSA O CON INDIZI DI INSTABILITA'

Δ VINCOLO DI RISPETTO DELLE SORGENTI (ART. 18 N.T.A.)

○ VINCOLO DI RISPETTO DEI POZZI (ART. 18 N.T.A.)

AMBITO DI RISPETTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI OLMETO (ART. 18 N.T.A.)

VINCOLO CIMITERIALE (ART. 18 N.T.A.)

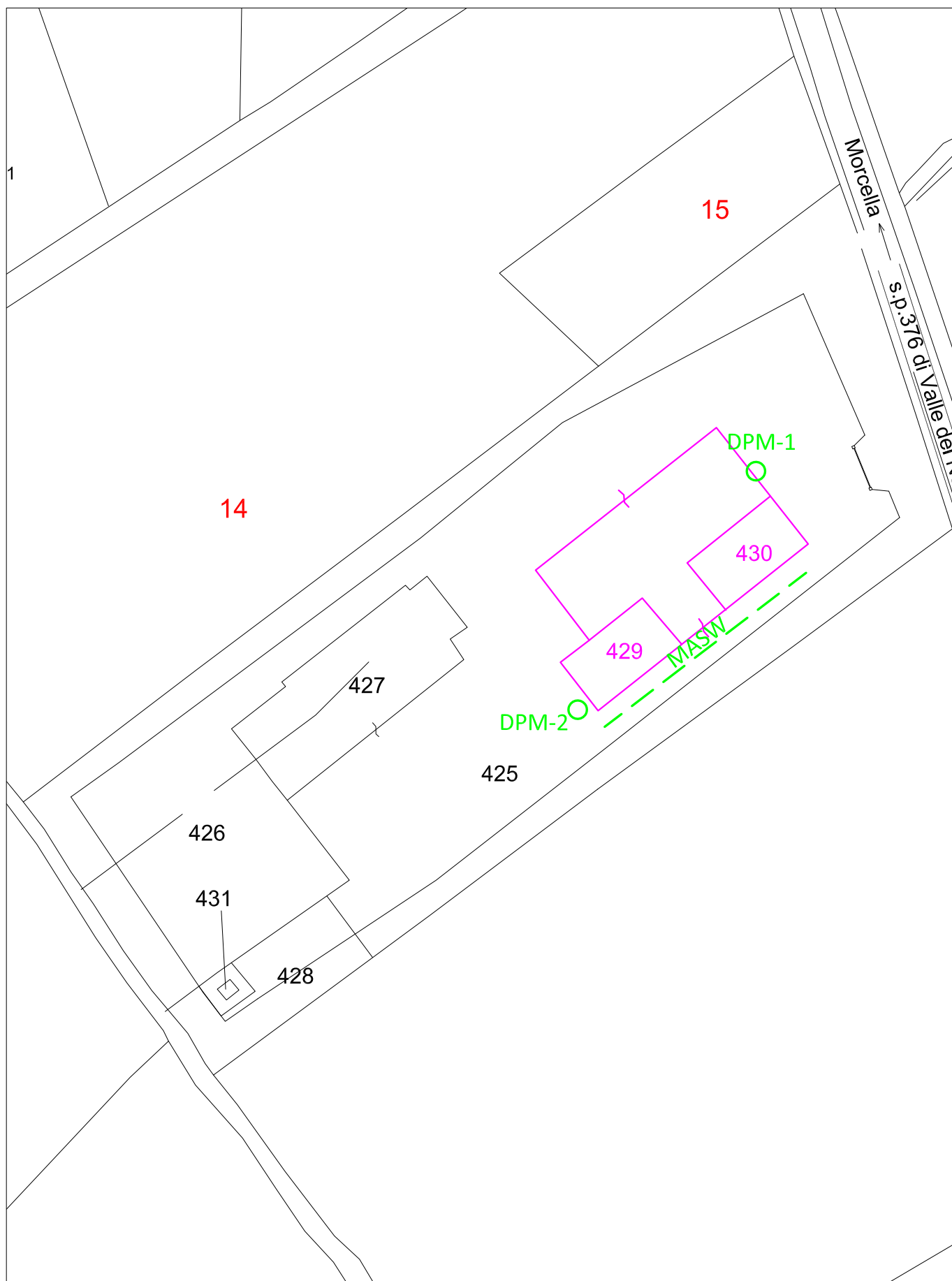


Carta geologica - non in scala



○ Area in oggetto

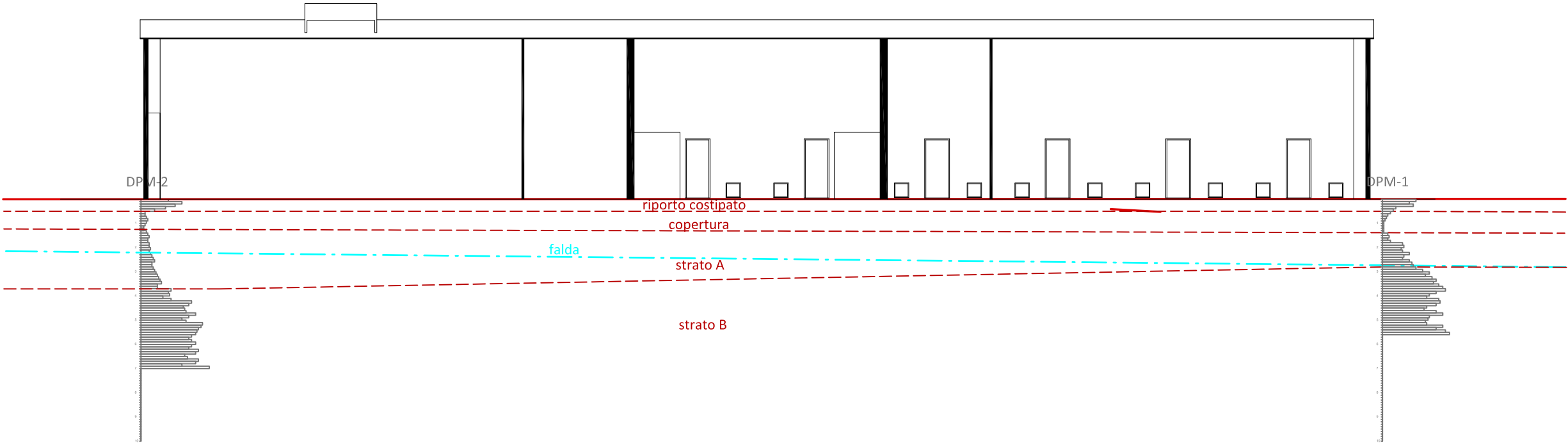
Planimetria generale - scala 1:1.000



— Prospezione sismica

○ Prova penetrometrica

SEZIONE A-A

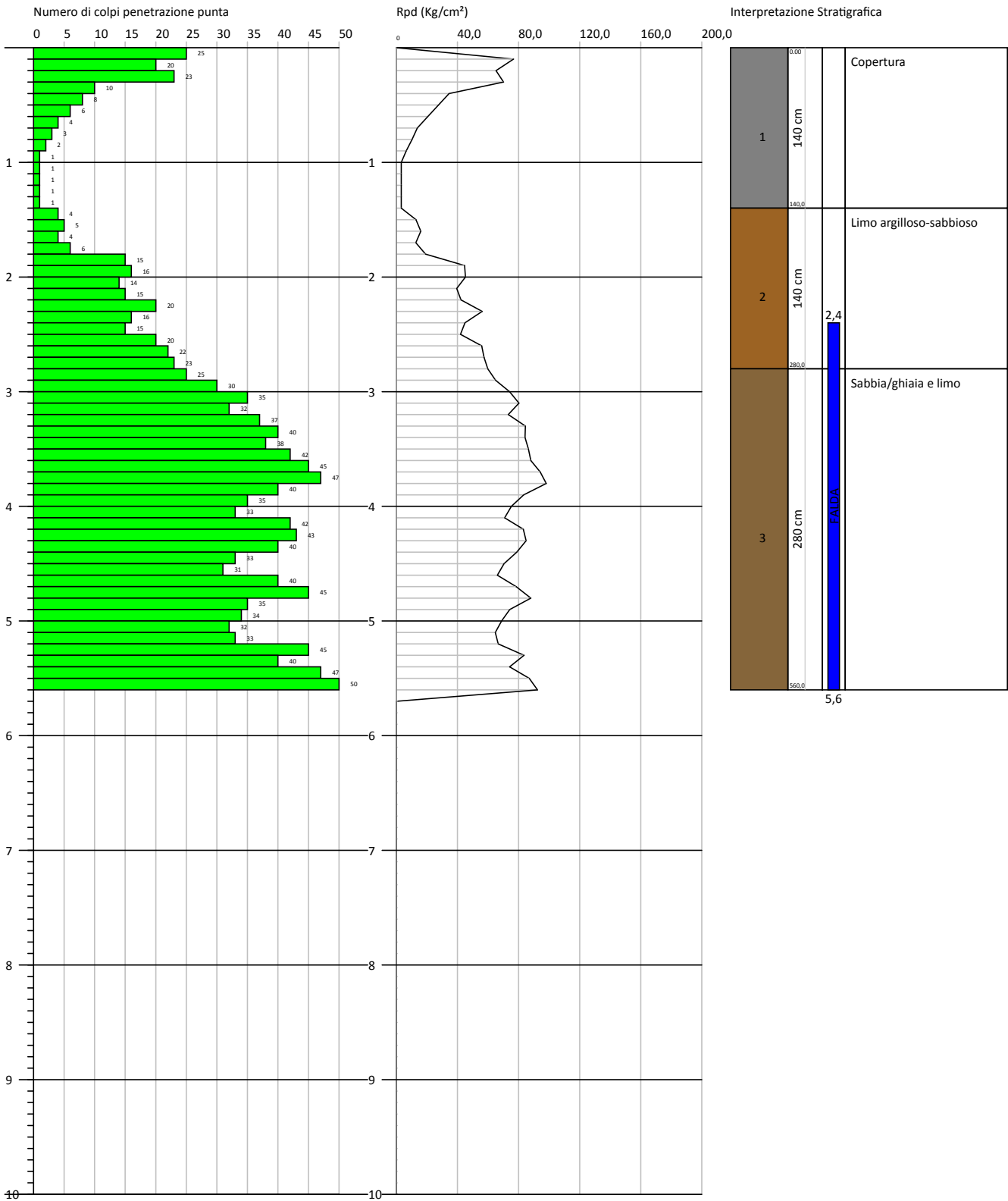


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... PENNY 30

Committente: Società Agricolacooperative riunite del puglia società Cooperativa
Cantiere: Accertamento conformità immobile industriale
Località: Morcella di MARSCIANO

Data: 24/04/2014

Scala 1:50

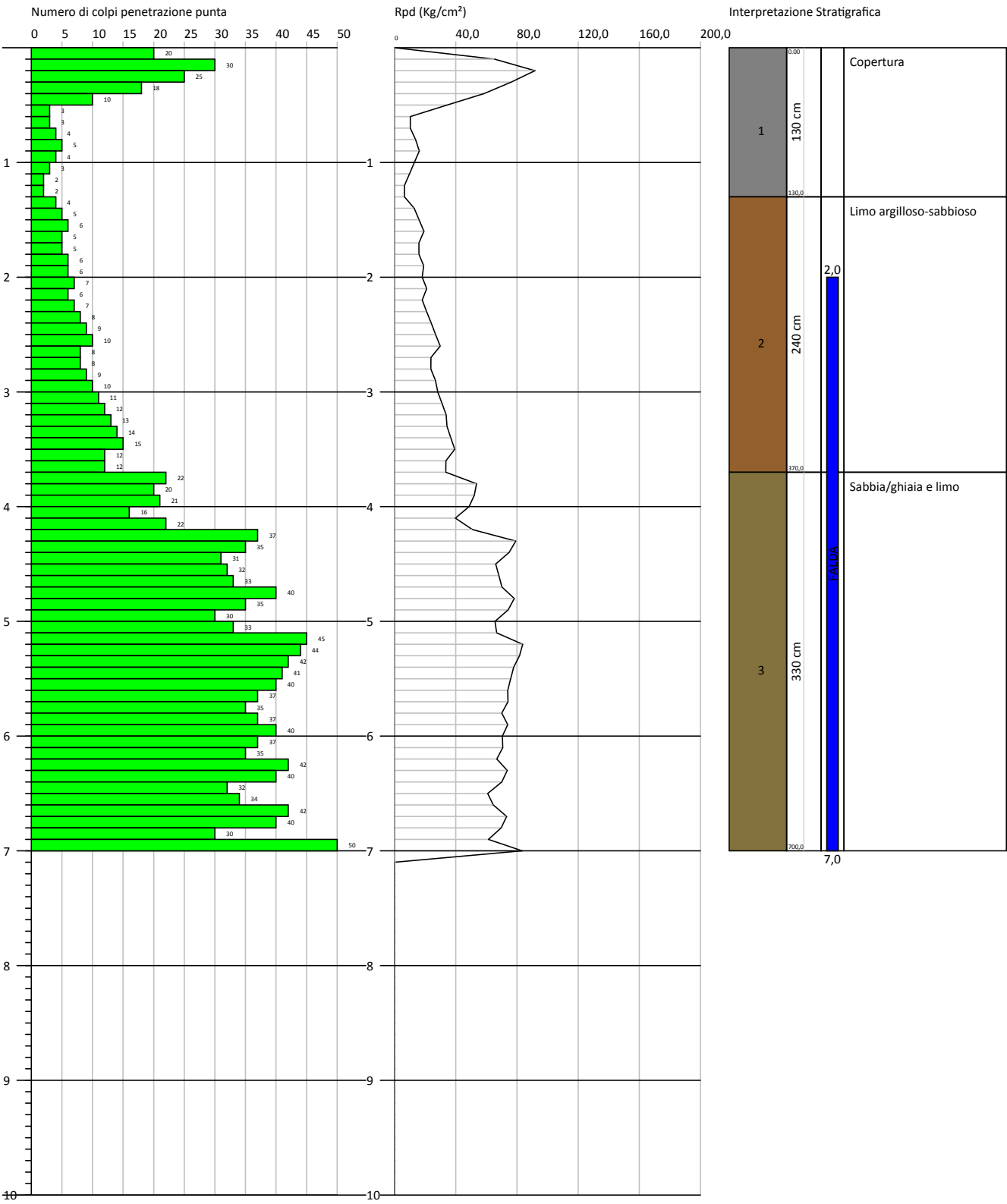


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
 Strumento utilizzato... PENNY 30

Committente: Società Agricolacooperative riunite del puglia società Cooperativa
 Cantiere: Accertamento conformità immobile industriale
 Località: Morcella di MARSCIANO

Data: 24/04/2014

Scala 1:50



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Società Agricolacooperative riunite del puglia società Cooperativa Cantiere: Accertamento conformità immobile industriale Località: Morcella di MARSCIANO	
---	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PENNY 30

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	12 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,90 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,765
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

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

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

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

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

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

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

penetrometri in uso in Italia

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

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono $A = 10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono $A = 10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta = 30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro D = 50.8 mm, area base cono $A = 20.27 \text{ cm}^2$ rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M = 63.5 kg, altezza caduta H = 0.75 m, avanzamento $\delta = 20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro D = 50.5 mm, area base cono $A = 20 \text{ cm}^2$, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

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

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

Dove:

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

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

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

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ/N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione.

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

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

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

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

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

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

Media

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

Media minima

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

Massimo

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

Minimo

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

Scarto quadratico medio

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

Media deviata

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

Media + s

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

Media - s

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

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $s_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

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

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**Liquefazione**

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

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

Correzione N_{spt} in presenza di falda

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

N_{spt} è il valore medio nello strato

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

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).

- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo $< 5\%$ a profondità < 5 mt. e con % di limo $> 5\%$ a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

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

Modulo Edometrico

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

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

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

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck 1948-1967

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

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

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

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

Modulo di deformazione di taglio (G)

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

Modulo di reazione (K_0)

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

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c=20$ e $Q_c/N_{spt}=2$.
- Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata C_u (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

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

Modulo Di Young (E_Y)

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

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

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

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...

PENNY 30

Prova eseguita in data

24/04/2014

Profondità prova

5.60 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	25	0,757	76,68	101,35	3,83	5,07
0,20	20	0,805	65,24	81,08	3,26	4,05
0,30	23	0,753	70,18	93,24	3,51	4,66
0,40	10	0,851	34,49	40,54	1,72	2,03
0,50	8	0,849	27,53	32,43	1,38	1,62
0,60	6	0,847	20,60	24,32	1,03	1,22
0,70	4	0,845	13,71	16,22	0,69	0,81
0,80	3	0,843	10,26	12,16	0,51	0,61
0,90	2	0,842	6,82	8,11	0,34	0,41
1,00	1	0,840	3,23	3,85	0,16	0,19
1,10	1	0,838	3,22	3,85	0,16	0,19
1,20	1	0,836	3,22	3,85	0,16	0,19
1,30	1	0,835	3,21	3,85	0,16	0,19
1,40	1	0,833	3,20	3,85	0,16	0,19
1,50	4	0,831	12,79	15,38	0,64	0,77
1,60	5	0,830	15,95	19,23	0,80	0,96
1,70	4	0,828	12,74	15,38	0,64	0,77
1,80	6	0,826	19,07	23,08	0,95	1,15
1,90	15	0,775	44,70	57,69	2,23	2,88
2,00	16	0,773	45,26	58,54	2,26	2,93
2,10	14	0,772	39,52	51,22	1,98	2,56
2,20	15	0,770	42,26	54,88	2,11	2,74
2,30	20	0,769	56,24	73,17	2,81	3,66
2,40	16	0,767	44,91	58,54	2,25	2,93
2,50	15	0,766	42,02	54,88	2,10	2,74
2,60	20	0,764	55,92	73,17	2,80	3,66
2,70	22	0,713	57,37	80,49	2,87	4,02
2,80	23	0,711	59,86	84,15	2,99	4,21
2,90	25	0,710	64,94	91,46	3,25	4,57
3,00	30	0,709	74,16	104,65	3,71	5,23
3,10	35	0,657	80,26	122,09	4,01	6,10
3,20	32	0,656	73,23	111,63	3,66	5,58
3,30	37	0,655	84,50	129,07	4,23	6,45
3,40	40	0,603	84,20	139,53	4,21	6,98
3,50	38	0,652	86,45	132,56	4,32	6,63
3,60	42	0,601	88,03	146,51	4,40	7,33
3,70	45	0,600	94,13	156,98	4,71	7,85
3,80	47	0,598	98,11	163,95	4,91	8,20
3,90	40	0,597	83,33	139,53	4,17	6,98
4,00	35	0,646	75,37	116,67	3,77	5,83
4,10	33	0,645	70,93	110,00	3,55	5,50
4,20	42	0,594	83,12	140,00	4,16	7,00
4,30	43	0,593	84,93	143,33	4,25	7,17
4,40	40	0,591	78,86	133,33	3,94	6,67
4,50	33	0,640	70,44	110,00	3,52	5,50
4,60	31	0,639	66,05	103,33	3,30	5,17
4,70	40	0,588	78,42	133,33	3,92	6,67
4,80	45	0,587	88,07	150,00	4,40	7,50
4,90	35	0,636	74,21	116,67	3,71	5,83
5,00	34	0,635	68,91	108,51	3,45	5,43
5,10	32	0,634	64,75	102,13	3,24	5,11
5,20	33	0,633	66,67	105,32	3,33	5,27
5,30	45	0,582	83,59	143,62	4,18	7,18
5,40	40	0,581	74,18	127,66	3,71	6,38
5,50	47	0,580	87,01	150,00	4,35	7,50
5,60	50	0,579	92,41	159,57	4,62	7,98

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman	De Beer
[1] - Copertura	5,79	1,40	0,36	0,72	0,25	0,24	0,57	0,92	0,52	0,87	0,29	0,85	0,72
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	0,72	1,33	0,50	0,43	1,05	1,54	0,94	1,25	0,53	1,51	1,33
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	1,97	3,65	1,00	1,10	2,90	3,85	2,38	3,01	1,46	4,36	3,65

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)	
[1] - Copertura	5,79	1,40	Robertson (1983)	11,58
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	Robertson (1983)	21,32
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	Robertson (1983)	58,42

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Copertura	5,79	1,40	26,57	86,85	60,85	72,38
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	48,91	--	110,52	106,60
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	134,02	--	299,72	292,10

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Copertura	5,79	1,40	46,19	57,90
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	102,19	106,60
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	315,52	292,10

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Copertura	5,79	1,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Copertura	5,79	1,40	Meyerhof ed altri	1,80
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	Meyerhof ed altri	1,99
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	Meyerhof ed altri	2,15

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Copertura	5,79	1,40	Meyerhof ed altri	1,89
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	Meyerhof ed altri	2,19
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	Meyerhof ed altri	2,35

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Copertura	5,79	1,40		0
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80		0
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Copertura	5,79	1,40	27,16	55,6	68,18	22,91
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	34,46	65,63	67,83	34,43
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	45,67	83,82	82,92	54,23

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukui 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79	28,65	21,65	29,62	32,34	32	0	<30	24,32	28,74	33,85	25,76
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66	30,05	23,05	30,98	30,87	33,92	37,19	<30	27,65	30,2	38,17	29,6
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105	33,32	26,32	34,19	30,83	37,68	39,73	30-32	33,21	33,63	43,41	36,03

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzel (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79	---	46,32	---	---	---
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66	233,05	85,28	126,49	259,95	128,30
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105	335,60	176,84	261,54	345,79	185,52

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79	---	39,36	41,11	63,82
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66	63,96	49,36	75,69	85,54
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105	132,63	72,87	156,95	136,59

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79	Meyerhof ed altri	1,57
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66	Meyerhof ed altri	1,75
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105	Meyerhof ed altri	2,03

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,44

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79	(A.G.I.)	0,34
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66	(A.G.I.)	0,33
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79	338,71	365,52
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66	601,18	530,73
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105	1193,26	828,69

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79	Ohta & Goto (1978) Limi	86,53
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66	Ohta & Goto (1978) Limi	118,88
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105	Ohta & Goto (1978) Limi	154,17

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79		---
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66		---
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Copertura	5,79	1,40	5,79		---
[2] - Limo argilloso-sabbioso	10,66	2,80	10,66		---
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	29,21	5,60	22,105		---

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...

Prova eseguita in data

Profondità prova

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

PENNY 30

24/04/2014

7.00 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	20	0,807	65,40	81,08	3,27	4,05
0,20	30	0,755	91,78	121,62	4,59	6,08
0,30	25	0,753	76,29	101,35	3,81	5,07
0,40	18	0,801	58,43	72,97	2,92	3,65
0,50	10	0,849	34,41	40,54	1,72	2,03
0,60	3	0,847	10,30	12,16	0,52	0,61
0,70	3	0,845	10,28	12,16	0,51	0,61
0,80	4	0,843	13,68	16,22	0,68	0,81
0,90	5	0,842	17,06	20,27	0,85	1,01
1,00	4	0,840	12,92	15,38	0,65	0,77
1,10	3	0,838	9,67	11,54	0,48	0,58
1,20	2	0,836	6,43	7,69	0,32	0,38
1,30	2	0,835	6,42	7,69	0,32	0,38
1,40	4	0,833	12,81	15,38	0,64	0,77
1,50	5	0,831	15,98	19,23	0,80	0,96
1,60	6	0,830	19,14	23,08	0,96	1,15
1,70	5	0,828	15,92	19,23	0,80	0,96
1,80	5	0,826	15,89	19,23	0,79	0,96
1,90	6	0,825	19,03	23,08	0,95	1,15
2,00	6	0,823	18,07	21,95	0,90	1,10
2,10	7	0,822	21,04	25,61	1,05	1,28
2,20	6	0,820	18,00	21,95	0,90	1,10
2,30	7	0,819	20,96	25,61	1,05	1,28
2,40	8	0,817	23,92	29,27	1,20	1,46
2,50	9	0,816	26,86	32,93	1,34	1,65
2,60	10	0,814	29,79	36,59	1,49	1,83
2,70	8	0,813	23,79	29,27	1,19	1,46
2,80	8	0,811	23,75	29,27	1,19	1,46
2,90	9	0,810	26,67	32,93	1,33	1,65
3,00	10	0,809	28,21	34,88	1,41	1,74
3,10	11	0,807	30,98	38,37	1,55	1,92
3,20	12	0,806	33,74	41,86	1,69	2,09
3,30	13	0,755	34,22	45,35	1,71	2,27
3,40	14	0,753	36,79	48,84	1,84	2,44
3,50	15	0,752	39,36	52,33	1,97	2,62
3,60	12	0,801	33,52	41,86	1,68	2,09
3,70	12	0,800	33,47	41,86	1,67	2,09
3,80	22	0,698	53,60	76,74	2,68	3,84
3,90	20	0,747	52,13	69,77	2,61	3,49
4,00	21	0,696	48,72	70,00	2,44	3,50
4,10	16	0,745	39,73	53,33	1,99	2,67
4,20	22	0,694	50,87	73,33	2,54	3,67
4,30	37	0,643	79,25	123,33	3,96	6,17
4,40	35	0,641	74,83	116,67	3,74	5,83
4,50	31	0,640	66,17	103,33	3,31	5,17
4,60	32	0,639	68,19	106,67	3,41	5,33
4,70	33	0,638	70,20	110,00	3,51	5,50
4,80	40	0,587	78,28	133,33	3,91	6,67
4,90	35	0,636	74,21	116,67	3,71	5,83
5,00	30	0,685	65,59	95,74	3,28	4,79
5,10	33	0,634	66,77	105,32	3,34	5,27
5,20	45	0,583	83,73	143,62	4,19	7,18
5,30	44	0,582	81,73	140,43	4,09	7,02
5,40	42	0,581	77,88	134,04	3,89	6,70
5,50	41	0,580	75,90	130,85	3,80	6,54
5,60	40	0,579	73,93	127,66	3,70	6,38
5,70	37	0,628	74,18	118,09	3,71	5,90
5,80	35	0,627	70,07	111,70	3,50	5,59
5,90	37	0,626	73,97	118,09	3,70	5,90
6,00	40	0,575	70,47	122,45	3,52	6,12
6,10	37	0,625	70,74	113,27	3,54	5,66
6,20	35	0,624	66,83	107,14	3,34	5,36
6,30	42	0,573	73,65	128,57	3,68	6,43
6,40	40	0,572	70,04	122,45	3,50	6,12
6,50	32	0,621	60,85	97,96	3,04	4,90
6,60	34	0,620	64,57	104,08	3,23	5,20

6,70	42	0,570	73,23	128,57	3,66	6,43
6,80	40	0,569	69,64	122,45	3,48	6,12
6,90	30	0,668	61,34	91,84	3,07	4,59
7,00	50	0,567	83,41	147,06	4,17	7,35

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman	De Beer
[1] - Copertura	7,59	1,30	0,47	0,95	0,25	0,31	0,74	1,20	0,68	1,01	0,38	1,18	0,95
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	0,41	0,83	0,25	0,27	0,65	0,94	0,60	0,93	0,33	0,70	0,83
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	1,80	3,33	1,00	1,01	2,65	3,33	2,20	2,74	1,33	3,70	3,33

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)	
[1] - Copertura	7,59	1,30	Robertson (1983)	15,18
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	Robertson (1983)	13,26
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	Robertson (1983)	53,32

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Copertura	7,59	1,30	34,82	--	79,21	94,88
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	30,42	--	69,41	82,88
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	122,32	--	273,71	266,60

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Copertura	7,59	1,30	66,89	75,90
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	55,85	66,30
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	286,19	266,60

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Copertura	7,59	1,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Copertura	7,59	1,30	Meyerhof ed altri	1,88
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	Meyerhof ed altri	1,84
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	Meyerhof ed altri	2,13

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Copertura	7,59	1,30	Meyerhof ed altri	1,90
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	Meyerhof ed altri	1,89
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	Meyerhof ed altri	2,27

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Copertura	7,59	1,30		0
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70		0
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Copertura	7,59	1,30	32,64	63,8	78,22	27,42
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	24,59	51,15	53,14	25,05
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	43,57	80,04	79,23	52,44

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59	29,17	22,17	30,13	32,85	32,73	0	<30	25,67	29,28	36,23	27,32
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63	28,89	21,89	29,86	29,96	32,34	0	<30	24,97	28,99	33,93	26,52
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83	32,95	25,95	33,83	30,59	37,32	39,21	30-32	32,68	33,25	42,72	35,41

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzel (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59	---	60,72	---	---	---
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63	---	53,04	---	---	---
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83	325,77	166,64	246,49	336,23	179,15

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59	---	43,05	53,89	71,85
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63	---	41,08	47,07	67,57
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83	124,98	70,25	147,89	130,90

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59	Meyerhof ed altri	1,64
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63	Meyerhof ed altri	1,61
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83	Meyerhof ed altri	2,01

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,41

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59	(A.G.I.)	0,34
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63	(A.G.I.)	0,34
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59	436,86	431,26
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63	384,71	397,06
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83	1128,45	799,15

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59	Ohta & Goto (1978) Limi	89,39
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63	Ohta & Goto (1978) Limi	113,25
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83	Ohta & Goto (1978) Limi	159,89

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59		---
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63		---
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Copertura	7,59	1,30	7,59		---
[2] - Limo argilloso-sabbioso	6,63	3,70	6,63		---
[3] - Sabbia/ghiaia e limo	26,66	7,00	20,83		---

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

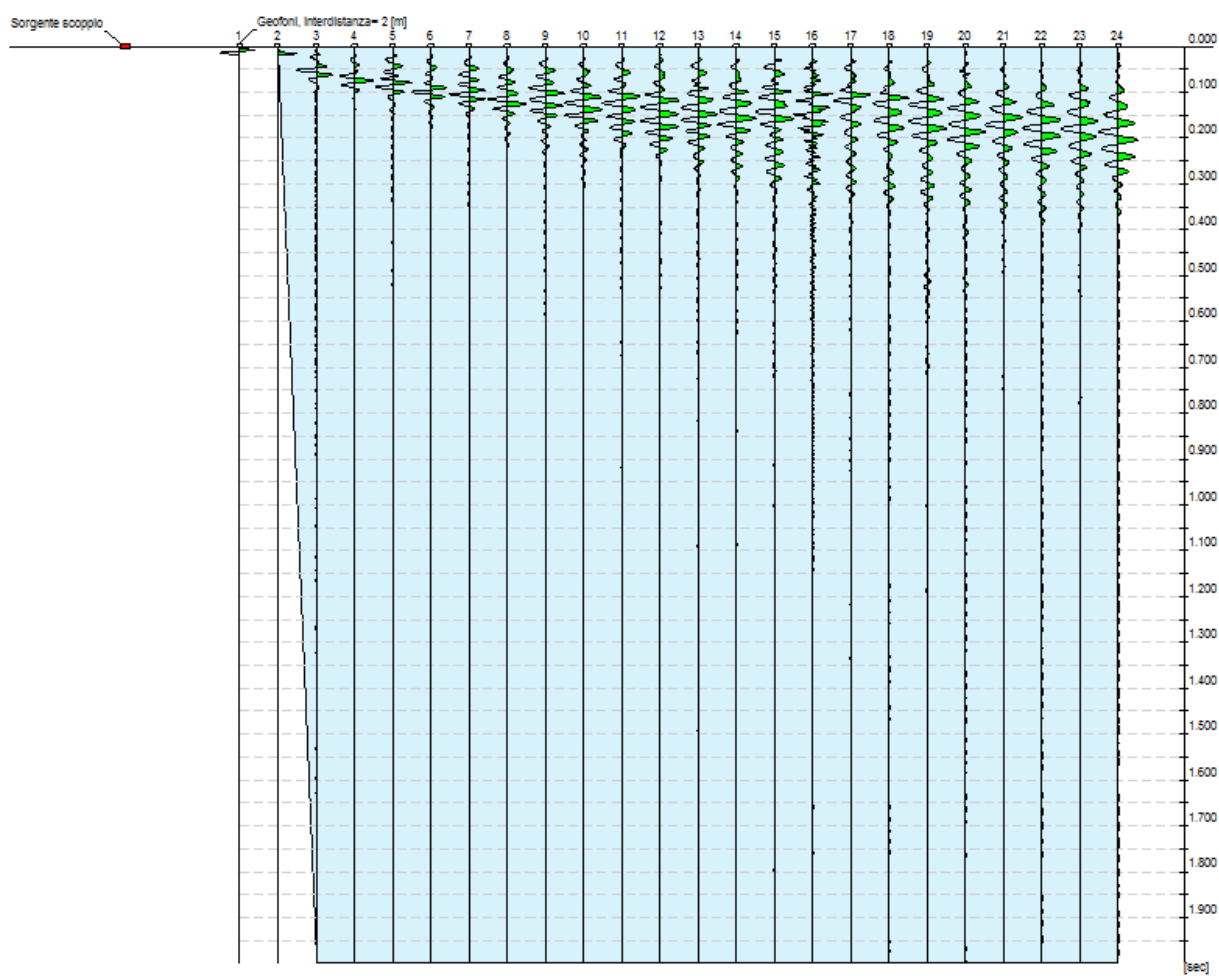
Dati generali

Committente	Società Agricolacooperative riunite del puglia società Cooperativa
Cantiere	Accertamento conformità immobile industriale
Località	Morcella di MARSCIANO
Operatore	Dott. Geol. Servettini Luca
Responsabile	Dott. Geol. Servettini Luca
Data	24/04/2014

Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00

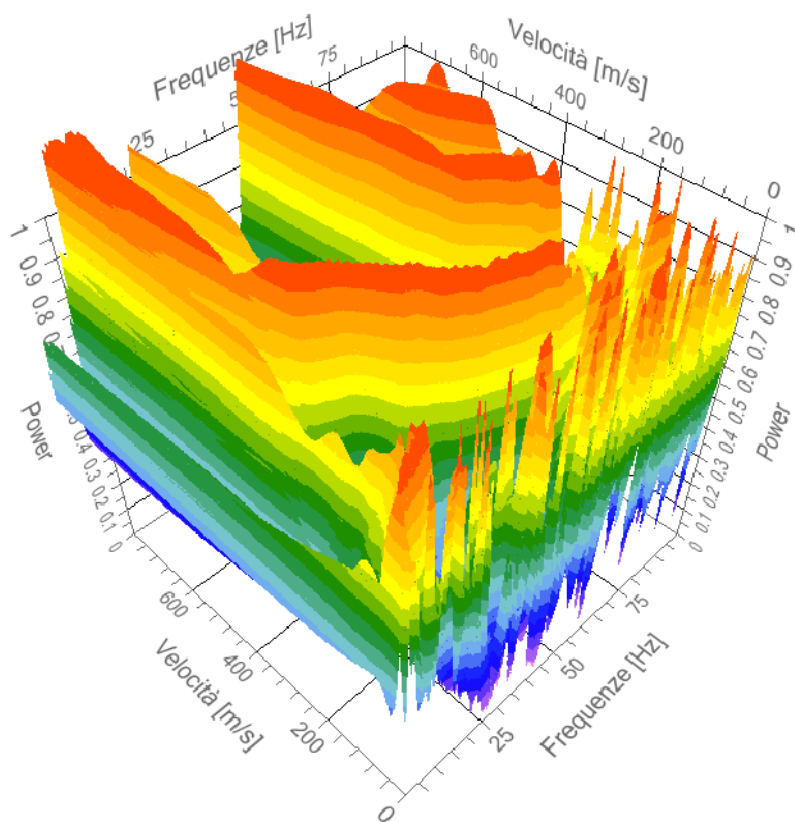
Committente: Società Agricola cooperative riunite del puglia società Cooperativa
 Cantiere: Accertamento conformità immobile industriale
 Località: Morcella di MARSCIANO
 Operatore: Dott. Geol. Servettini Luca
 Responsabile: Dott. Geol. Servettini Luca
 Data: 24/04/2014



Analisi spettrale

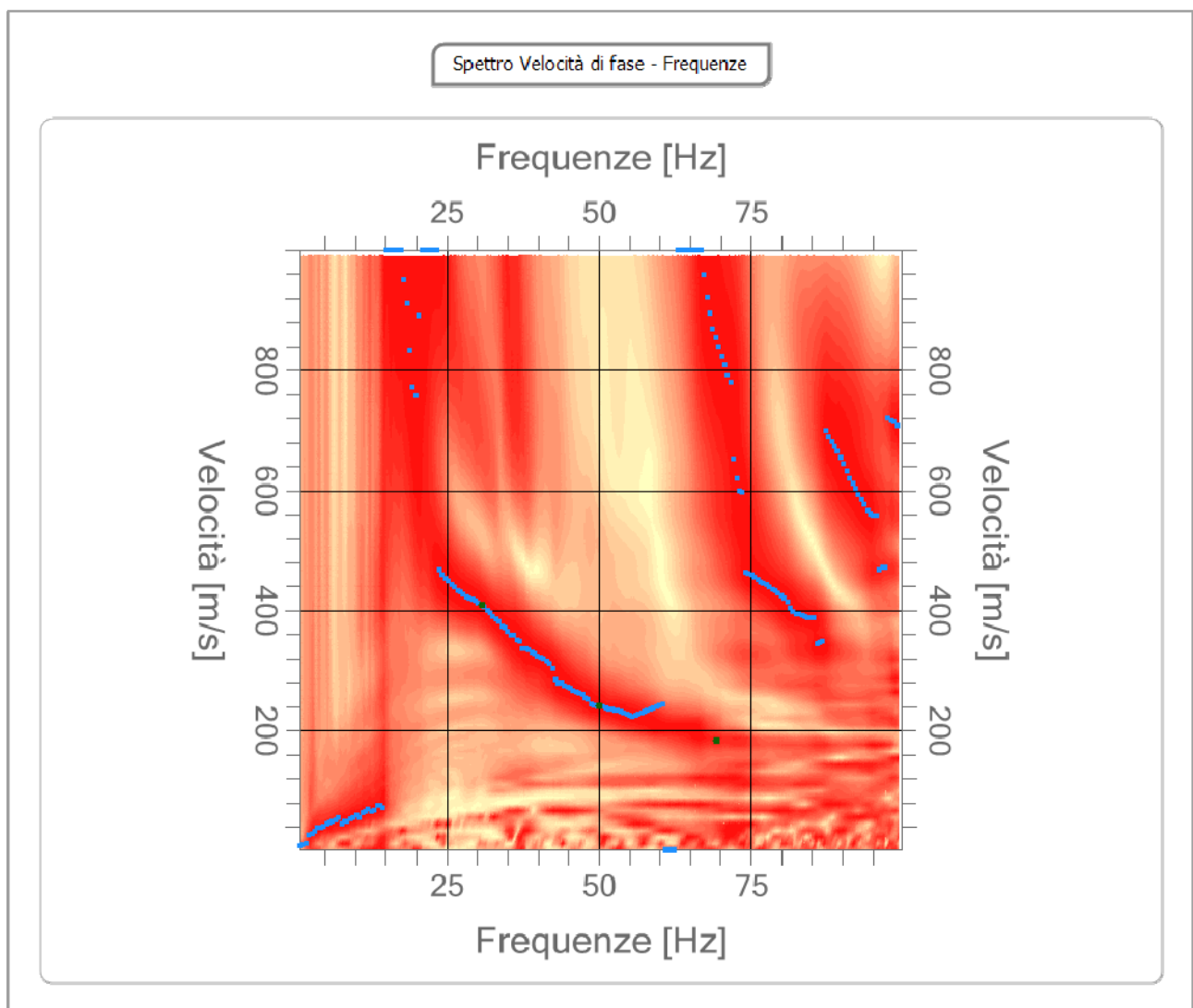
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	100
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1000
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



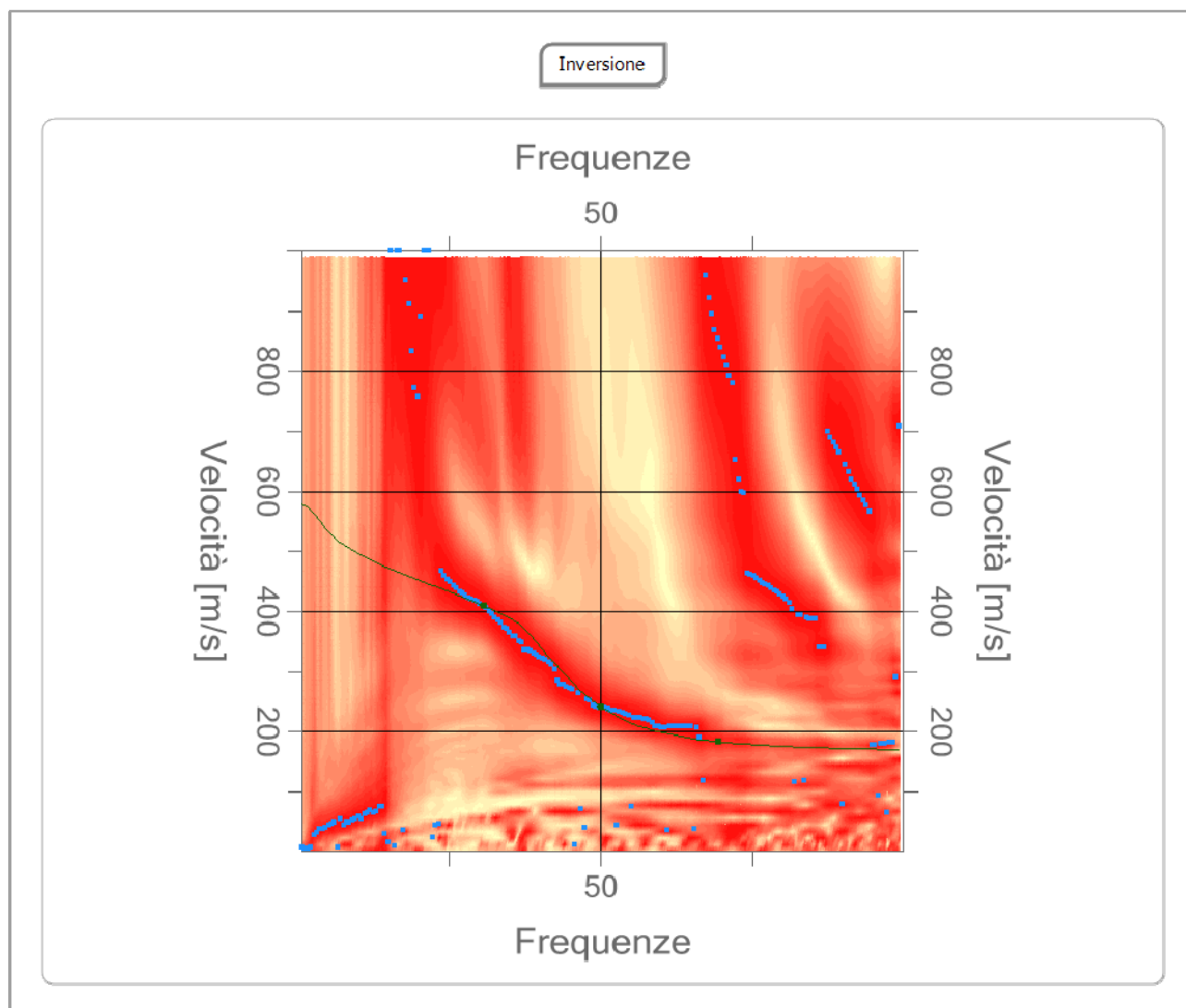
Curva di dispersione

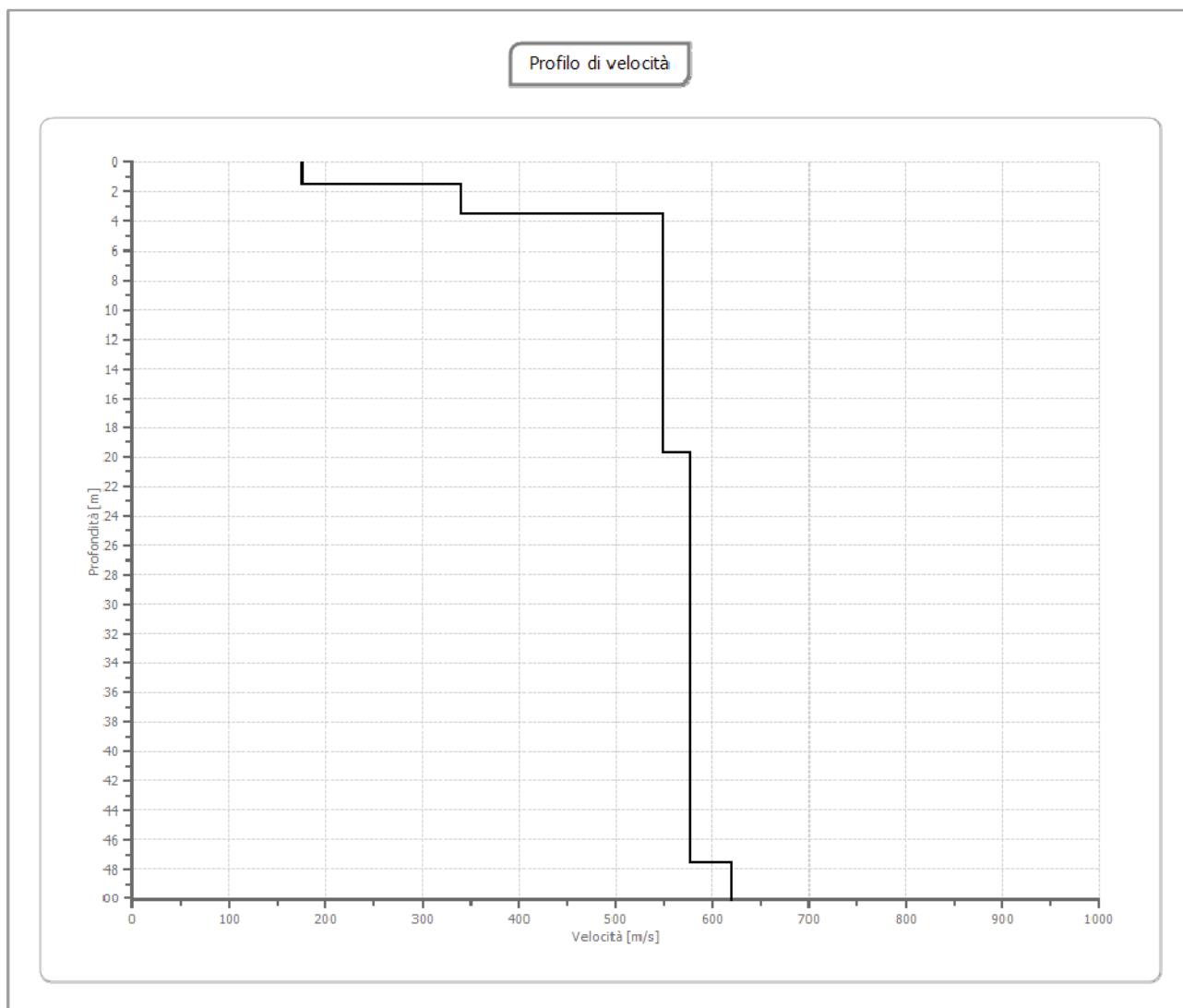
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	30.8	408.8	0
2	50.1	240.5	0
3	69.4	182.2	0



Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficient e Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.50	1.50	2000.0	0.4	No	430.7	175.8
2		3.50	2.00	1900.0	0.4	Si	706.3	339.3
3		19.70	16.20	1950.0	0.4	Si	1144.4	549.7
4		47.59	27.89	2100.0	0.4	No	1202.1	577.5
5		78.80	31.20	2100.0	0.4	No	1288.8	619.1
6		oo	oo	2200.0	0.4	No	1303.2	626.0





Risultati

Profondità piano di posa	0.00
[m]	
Vs30 [m/sec]	485.98
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Verifica alla liquefazione

Cerca Posizione

Via Morcella n° Cap Marsciano Prov. Perugia

Coordinate WGS84 Latitudine Longitudine Isole

Determinazione dei parametri sismici

(1)* Coordinate WGS84 Lat. 42.924601 Long. 12.303954

(1)* Coordinate ED50 Lat. 42.925570 Long. 12.304000

Classe dell'edificio Affollamento normale Assenza di funz. pubbliche e sc. >= 1

Vita nominale Oper. provvisoria <= 10, Oper. ordinaria >= 10, Grandi opere >= 100

Interpolazione Media ponderata

Calcola

Stato Limite Tr [anni] α_s [at] F_0 [N] T_c [s]

Operatività (SLO) 30 0.055 2.529 0.263

Danno (SLD) 50 0.067 2.535 0.275

Salvaguardia vita (SLV) 475 0.156 2.463 0.300

Prevenzione collasso (SLC) 975 0.195 2.467 0.310

Periodo di riferimento per l'azione sismica 50

Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

H [m] 1

us [m] 0.1

Categoria sottosuolo B

Categoria topografica T1

SLO SLD SLV SLC

Sa* Amplificazione sismografica 1.20 1.20 1.20 1.20

Cc* Coeff. funz. categoria 1.44 1.42 1.40 1.39

Sa* Amplificazione topografica 1.00 1.00 1.00 1.00

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti SLO SLD SLV SLC

Sh 0.013 0.015 0.045 0.056

Iv 0.007 0.005 0.022 0.025

Amav [m/s²] 0.645 0.768 1.837 2.296

Beta 0.200 0.200 0.240 0.240

Calcola

* I valori di Sa, Cc ed St possono essere variati.

Mappe Satellite

Google

Da: mappa, 1. Termini e condizioni d'uso, 2. Segnala un errore nella mappa

42.924601, 12.303953

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

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

(2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato

Metodo di calcolo

Seed e Idriss

Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	2
Profondità della falda dal p. c. (m)	2
Peso di volume del terreno (l/mc)	1.9
Numero di colpi SPT o SCPT	5
Frazione argillosa (%)	10
Accelerazione sismica massima (g)	0.1872

Calcola

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,38
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,38
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	12,8704
Resistenza alla liquefazione (R)	0,1542
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,118
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	1,3062
Il deposito non è liquefacibile	

Metodo di calcolo

Seed e Idriss

Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	2.5
Profondità della falda dal p. c. (m)	2
Peso di volume del terreno (l/mc)	1.9
Numero di colpi SPT o SCPT	7
Frazione argillosa (%)	10
Accelerazione sismica massima (g)	0.1872

Calcola

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,475
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,425
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	15,5778
Resistenza alla liquefazione (R)	0,183
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,1309
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	1,3978
Il deposito non è liquefacibile	

Metodo di calcolo

Seed e Idriss

Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	3
Profondità della falda dal p. c. (m)	2
Peso di volume del terreno (l/mc)	1.9
Numero di colpi SPT o SCPT	8
Frazione argillosa (%)	10
Accelerazione sismica massima (g)	0.1872

Calcola

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,57
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,47
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	16,6239
Resistenza alla liquefazione (R)	0,1992
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,1409
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	1,4135
Il deposito non è liquefacibile	

Metodo di calcolo

Seed e Idriss

Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	3.5
Profondità della falda dal p. c. (m)	2
Peso di volume del terreno (l/mc)	1.9
Numero di colpi SPT o SCPT	10
Frazione argillosa (%)	10
Accelerazione sismica massima (g)	0.1872

Calcola

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,665
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,515
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	18,9918
Resistenza alla liquefazione (R)	0,2565
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,1489
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	1,7226
Il deposito non è liquefacibile	

Metodo di calcolo

Seed e Idriss

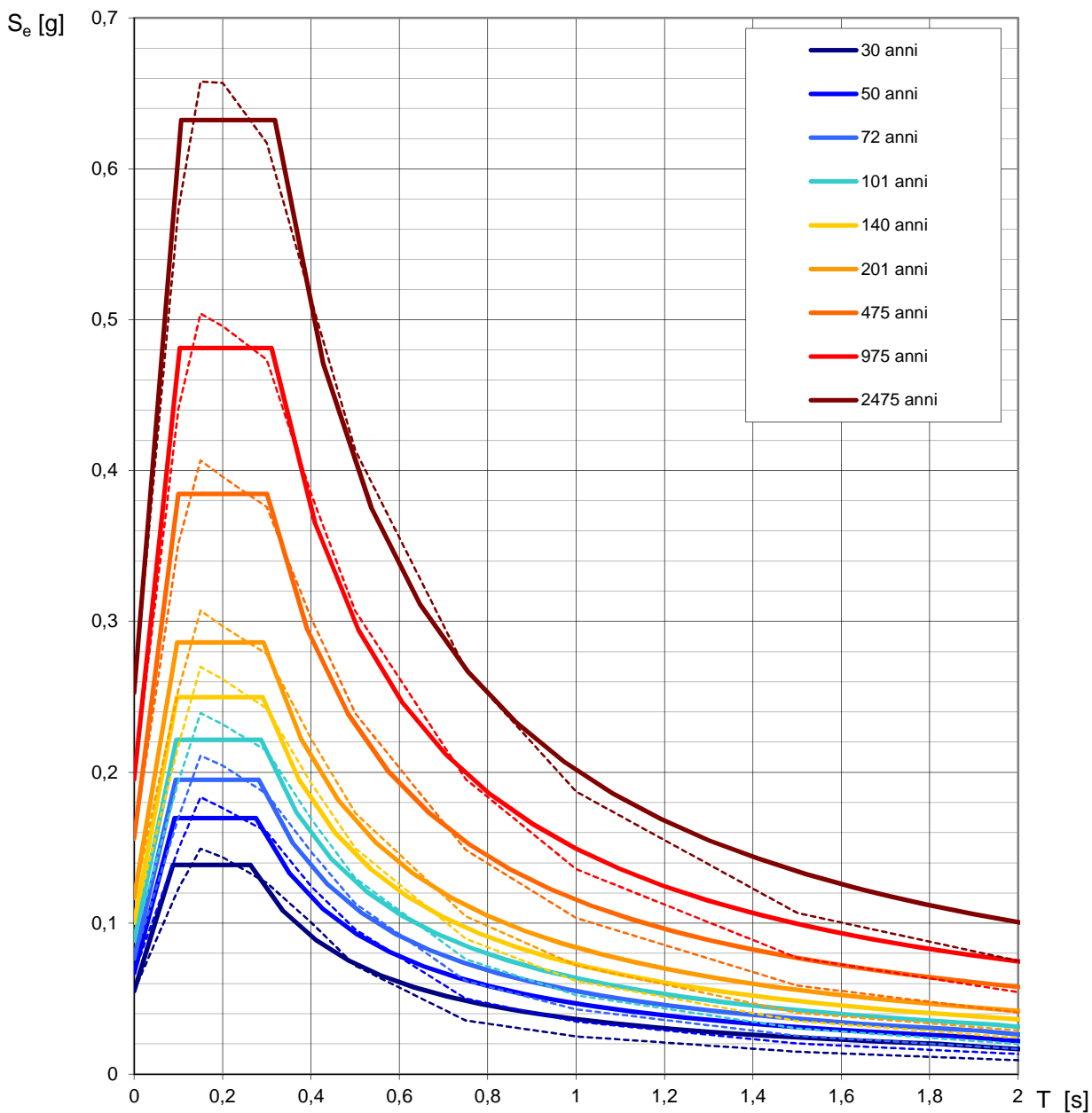
Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	4
Profondità della falda dal p. c. (m)	2
Peso di volume del terreno (l/mc)	1.85
Numero di colpi SPT o SCPT	12
Frazione argillosa (%)	10
Accelerazione sismica massima (g)	0.1872

Calcola

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,74
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,54
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	21,4516
Resistenza alla liquefazione (R)	0,369
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,1567
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	2,3541
Il deposito non è liquefacibile	

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento

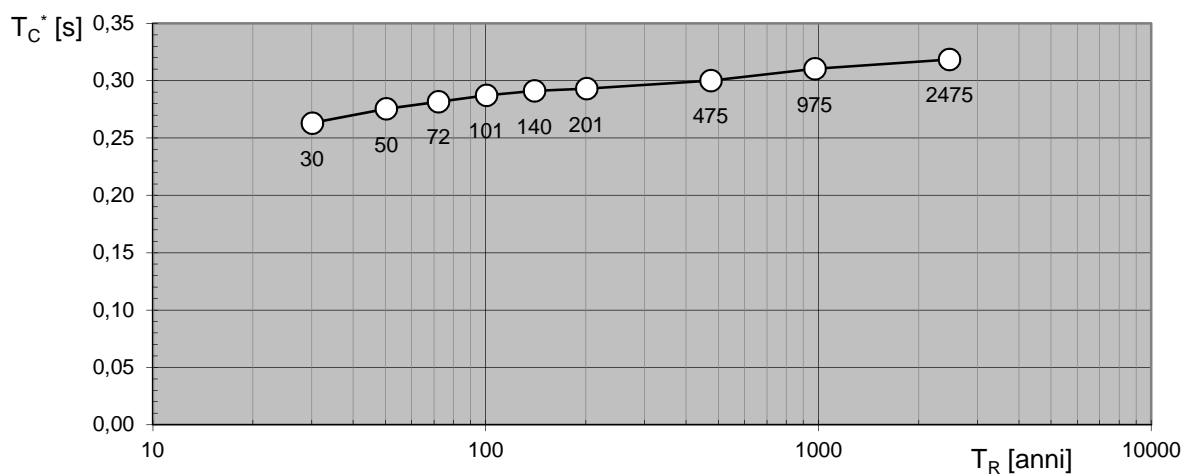
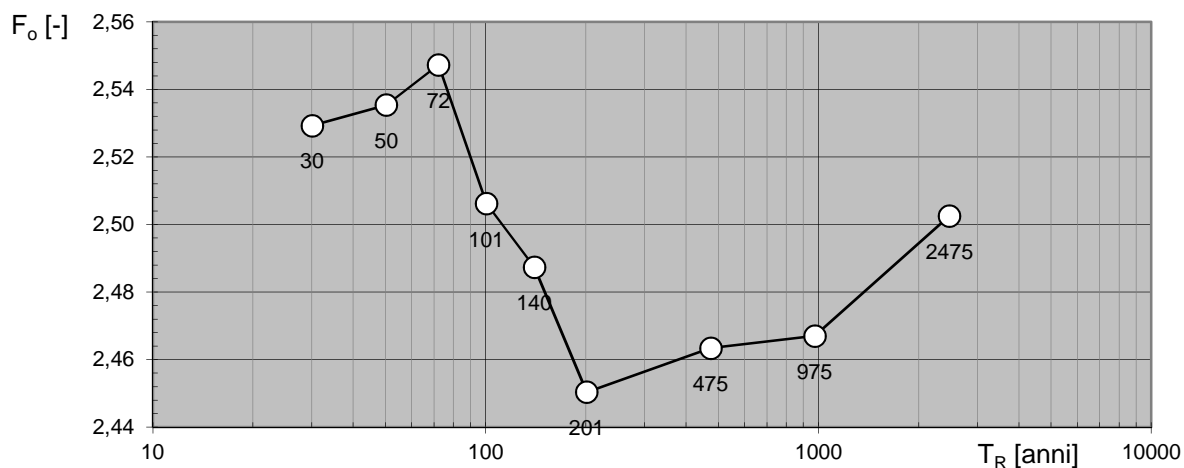
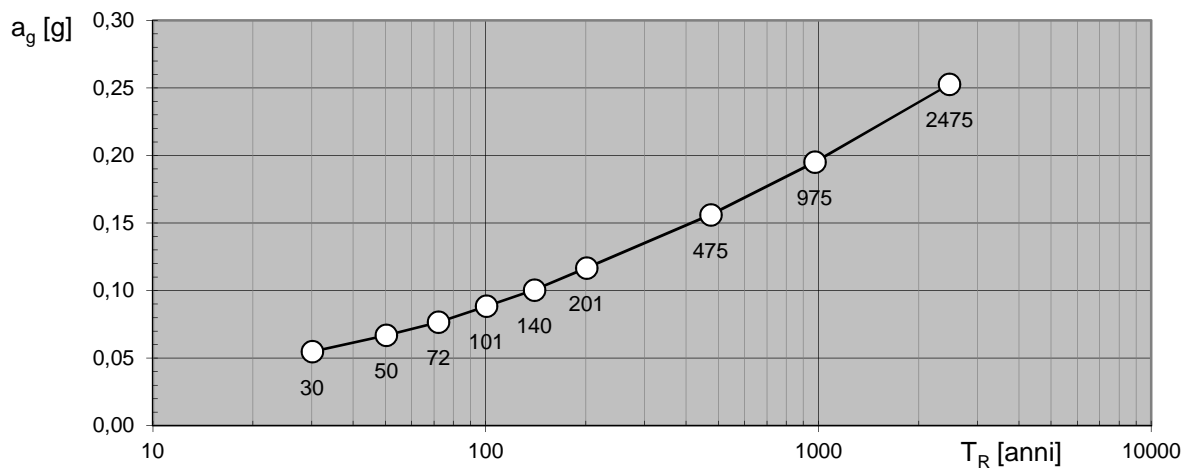


NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



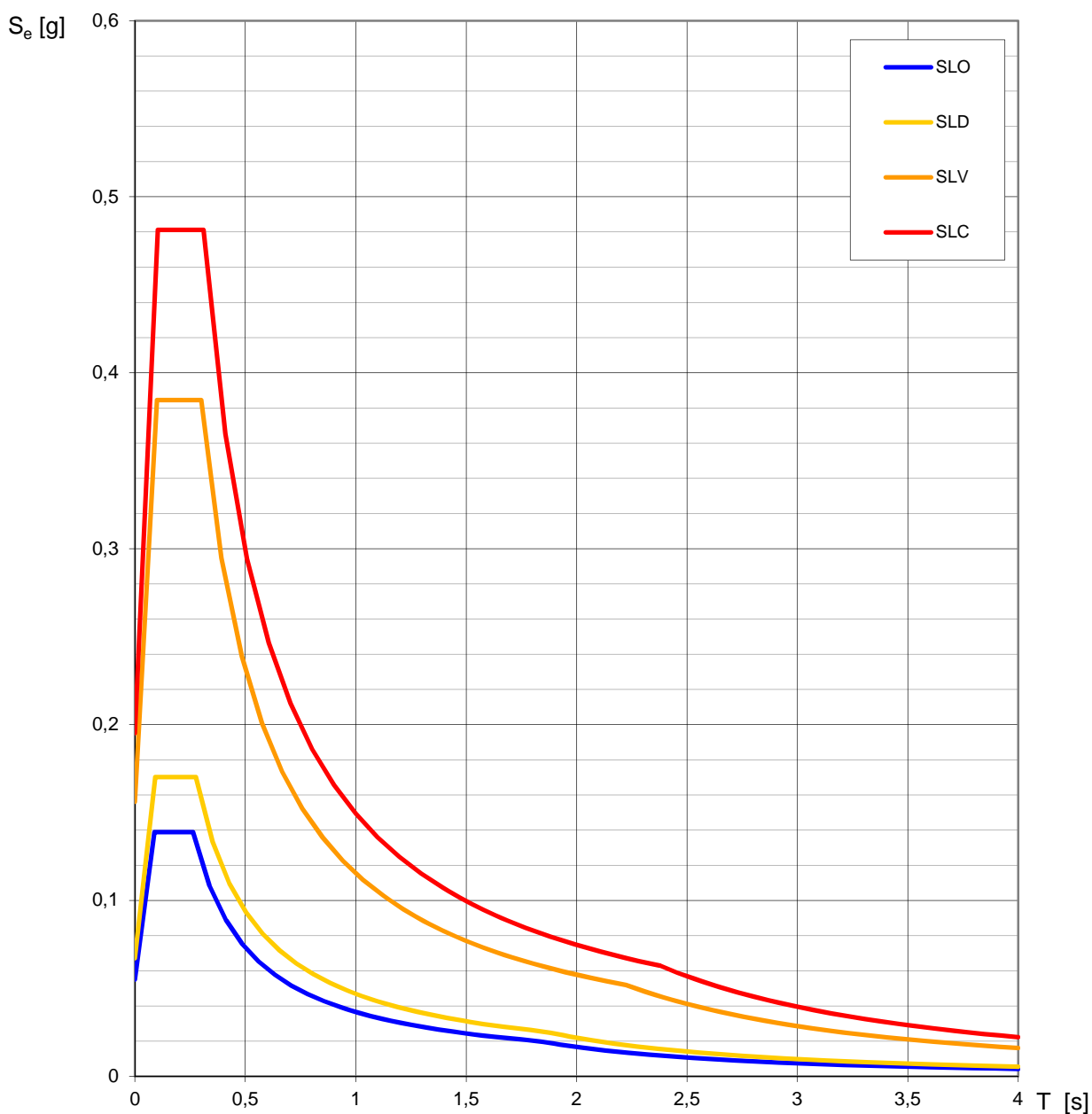
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,055	2,529	0,263
50	0,067	2,535	0,275
72	0,077	2,547	0,282
101	0,088	2,506	0,287
140	0,100	2,487	0,291
201	0,117	2,450	0,293
475	0,156	2,463	0,300
975	0,195	2,467	0,310
2475	0,253	2,503	0,319

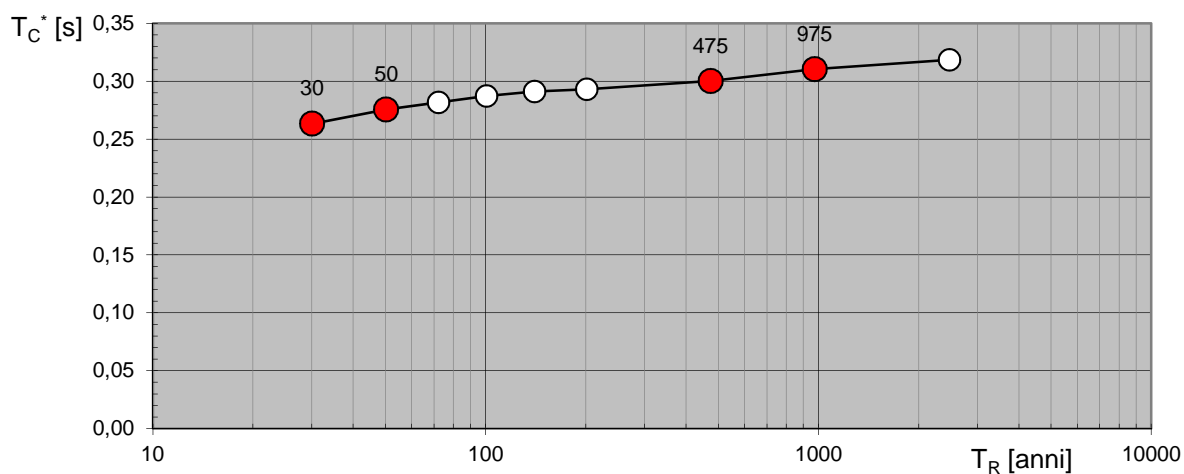
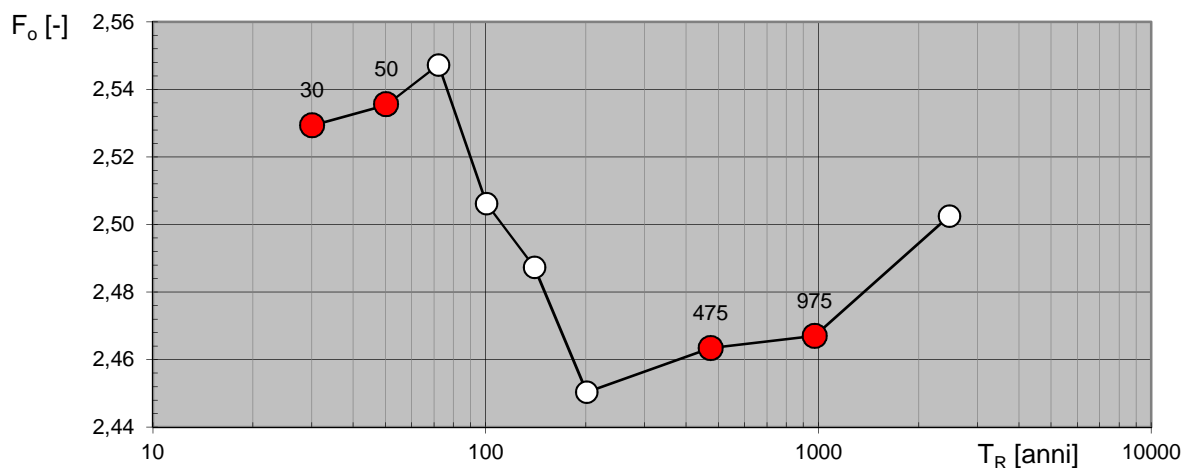
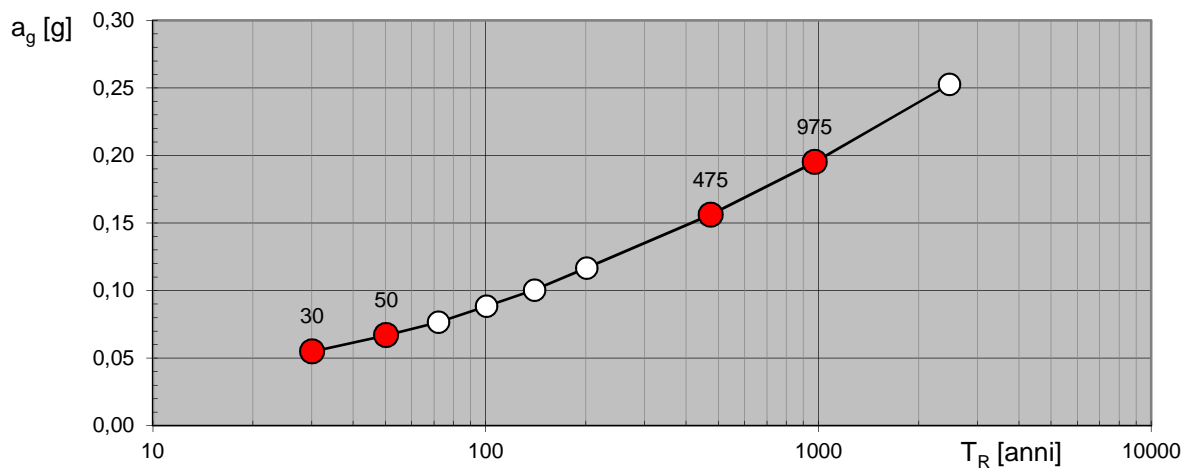
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R

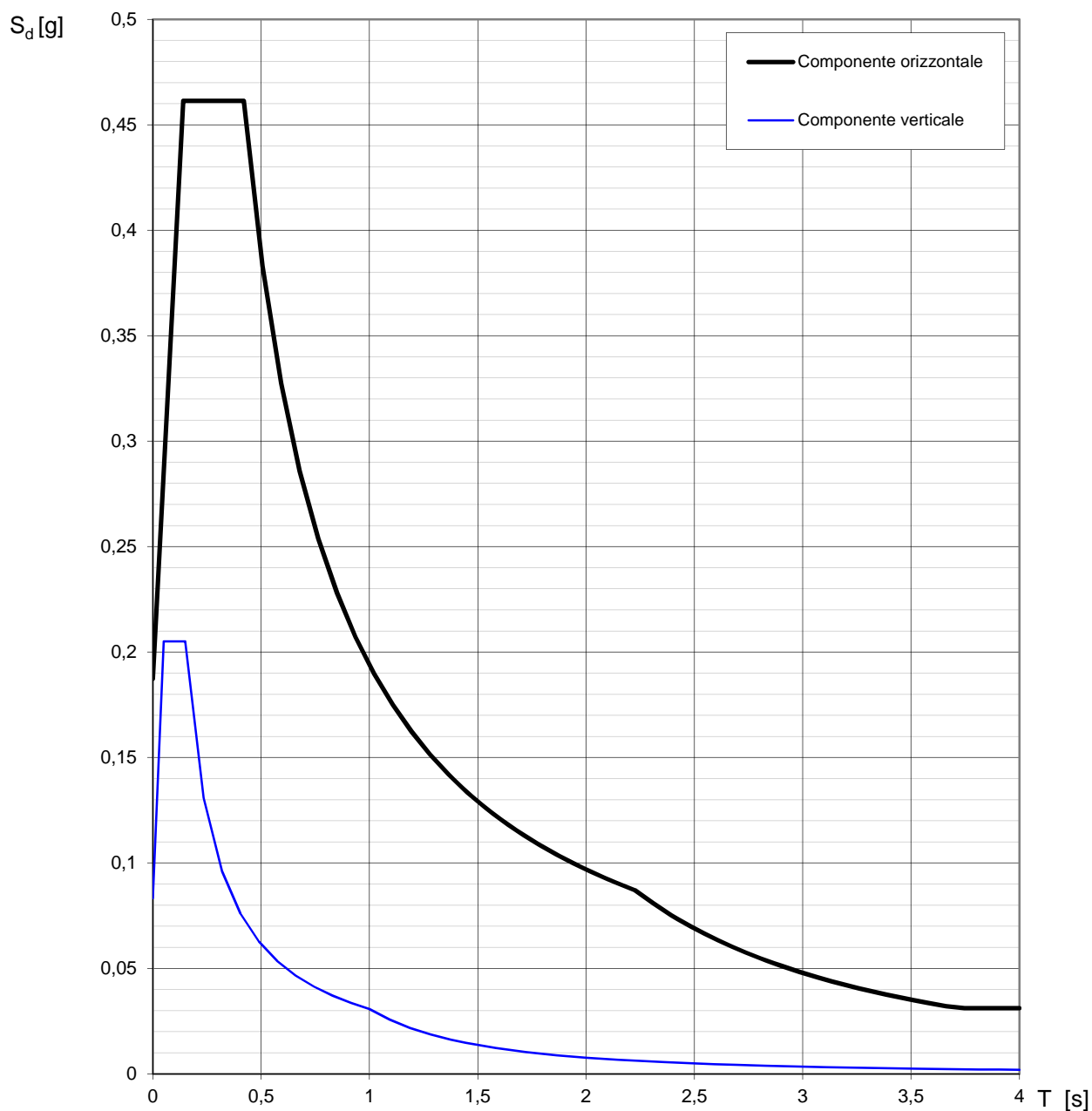


La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,055	2,529	0,263
SLD	50	0,067	2,536	0,276
SLV	475	0,156	2,463	0,300
SLC	975	0,195	2,467	0,310

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.