

IDROGEOCONSUL

Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale

Dott. Geol. Piergiovanni Valentini

Indagini e Consulenze



Comune di San Ginesio

(Provincia di Macerata)

Oggetto:

VARIANTE URBANISTICA

Committente:

Comune di San Ginesio

Elaborato:

Relazione geologica

Allegati: - 14 tavole

- 4 colonnine stratigrafiche
- rapporto prove DPSH
- rapporti acquisizione geofisiche (MASW, HVSR)

Data:

maggio 2019

Il Tecnico



Via G. Zaccagnini - 62026 SAN GINESIO (MC) - tel. 0733656843 - 3487324164
e. mail: p.valent@tiscali.it - PEC: p.valent@epap.sicurezza-postale.it
c.f. VLNPGV62M22H876A - p. I.V.A. 01127240438

- INDICE -

PREMESSA	pag.	1
METODOLOGIA D'INDAGINE	"	2
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	"	3
GEOMORFOLOGIA	"	3
IDROGEOLOGIA	"	7
QUADRO DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE	"	8
CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE	"	9
CARATTERISTICHE LITOTECNICHE	"	11
PERICOLOSITA' GEOLOGICHE LOCALI	"	12
PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	"	13
COMPATIBILITA' E INVARIANZA IDRAULICA	"	14
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	"	15

RELAZIONE

PREMESSA

Nella presente relazione geologica, redatta secondo la normativa e le indicazioni vigenti (D.P.R. n. 380/2001 art.89, D.L. n. 189/2016, P.P.A.R. – N.T.A., P.T.C. – N.T.A., P.A.I. – N.A., L.R. n. 34/92, L.R. n. 25/2017, D.G.R. 1287ME/URB 1997, Circolari Regione Marche n. 14/90 e 15/90, Nota Servizio Decentrato OO.PP. e Difesa del Suolo di Macerata del 28.08.97 Prot. n. 9257), sono illustrati i risultati di uno studio sulle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e stratigrafiche di un'area corrispondente al Parco del Colle Ascarano (stralcio 1) ed alla zona sottostante a cavallo delle mura castellane (stralcio 2), per le quali è proposta una variante urbanistica finalizzata sostanzialmente a regolarizzare le trasformazioni avvenute in seguito agli eventi sismici del 2016 e ad individuare aree in cui potenziare le attività esistenti nell'ottica di una ripresa delle normali condizioni di vita della popolazione.

Lo studio, mirato alla valutazione della fattibilità geologica delle previsioni di progetto, è stato articolato in una raccolta ed analisi dei documenti disponibili

sulle caratteristiche generali delle due aree dal punto di vista geo-idro-morfologico e da quello geotecnico e sismico a cui ha fatto seguito un approfondimento di tipo stratigrafico e geotecnico-sismico, sempre sulla base di dati resi disponibili dal sottoscritto in relazione a specifiche indagini per progettazioni esecutive di singole strutture, realizzate (Centro della Comunità) o da realizzare.

METODOLOGIA D'INDAGINE

La raccolta di dati preliminari, che trovano sintesi nella definizione degli scenari di pericolosità geologica come da cartografia allegata al P.R.G., trova la sua esplicitazione nei seguenti elaborati:

- corografia generale (scala 1:25000) - Tav. 1;
- stralcio del Carta del rischio idrogeologico (P.A.I.) - Tav. 2;
- carta geologica regionale (scala 1:10000) - Tav. 3;
- carta geomorfologica da P.R.G. (scala 1:10000) - Tav. 4;
- carta clivometrica da P.R.G. (scala 1:5000) - Tav. 5;
- carta delle pericolosità geologiche da P.R.G. (scala 1:10000) - Tav. 6.
- stralcio carta geologico-tecnica da MZS I – III (scala 1:5000) - Tav. 7;
- sezione geologico-tecnica da MZS I - III (scala 1:2000) - Tav. 8;
- stralcio carta della Microzonazione sismica (MZS III - scala 1:5000) - Tav. 9.

Per meglio dettagliare le caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e sismiche locali, relativamente alle due specifiche aree oggetto di variante (stralcio 1 e stralcio 2), sono stati analizzati dati, acquisiti anche recentemente, ottenuti da perforazioni di sondaggio, prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH), stendimenti geofisici con analisi mediante tecnica MASW e acquisizioni e processazioni da microtremore (analisi HVSR).

Tutti questi ulteriori dati analizzati hanno permesso di verificare con sufficiente grado d'attendibilità le condizioni stratigrafiche nell'ambito delle aree di stretto interesse progettuale saggiando la consistenza dei terreni e le particolarità anche sismo-stratigrafiche locali.

Tutte le informazioni acquisite e le conclusioni tratte dalla loro analisi incrociata sono state illustrate nei seguenti elaborati:

- carta ubicazione prove (area Centro Comunità – stralcio 1) (scala 1:200) - Tav. 10;
- rapporti prove DPSH e prove “MASW” e “HVSr” (area Centro Comunità);
- sezione stratigrafica (area Centro Comunità) (scala 1:100) - Tav. 11;
- schema stratigrafico – geotecnico (area Centro Comunità – stralcio 1);
- carta ubicazione sondaggi (area stralcio 2) (scala 1:2000) - Tav. 12;
- quattro colonnine stratigrafiche sondaggi - area stralcio 2;
- sezione stratigrafica (area stralcio 2) (scala 1:200) - Tav. 13;
- rapporto prova “MASW” (area stralcio 2);
- carta della fattibilità geologica delle varianti (scala 1:2000) - Tav. 14.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di variante nel suo complesso (stralcio 1 e 2), come peraltro l'intero centro storico di San Ginesio e tutto l'edificato immediatamente circostante, è caratterizzata dai terreni miocenici, appartenenti alla Formazione delle Argille a colombacci, unità post-evaporitica anche coeva della Formazione della Laga (v. Tav. 3).

Tali terreni, affioranti in corrispondenza di vari tratti delle mura castellane circostanti e, molto estesamente, in corrispondenza di ampie scarpate strutturali marginali al centro storico, sono costituiti da strati arenacei di spessore variabile,

mediamente intorno ai 40 - 60 cm, ben cementati, in cui s'intercalano strati argillosi generalmente sottili (litofacies arenacea – FCOc).

Gli orizzonti arenacei risultano a loro volta intercalati nei litotipi essenzialmente argilloso-marnosi della litofacies pelitico-arenacea (FCOe).

La stratificazione, piuttosto netta nei litotipi arenacei, è caratterizzata da una generale immersione ad oriente con pendenze che sono più frequentemente comprese tra i 5 ed i 15 gradi.

Localmente, a copertura del substrato, si riscontrano depositi organici e di riporto, talora sovrapposti a sedimenti colluviali ed eluviali, i cui spessori, generalmente piuttosto modesti, possono risultare a luoghi anche decisamente consistenti.

GEOMORFOLOGIA

Il contesto geomorfologico, riferito ad un ampio intorno dell'area d'interesse progettuale (Parco Colle Ascarano – area stralcio 1 e zona sottostante – area stralcio 2) è strettamente legato alle caratteristiche lito-strutturali, fatte salve, evidentemente, per l'area del Parco, eventuali particolarità che avrebbero potuto essere proprie dell'originaria morfologia e che, trattandosi di area in pieno Centro Storico, possono sfuggire ad un'analisi di superficie (v. zona Centro della Comunità, Tav. 10) .

L'area superiore, in generale, declinava con probabili modesti valori di pendenza verso nord, delimitata, oltre la via comunale che sale al Colle Ascarano, al limite dello spazio verde pubblico, da una scarpata strutturale (assetto lito-strutturale) per ampi tratti contenuta da mura e torrioni di altezza variabile fino alle quote minime della sottostante area di sosta camper, impianti sportivi, ecc. con pendenze medie che superano i 15°.



Figura 1 Centro della Comunità lungo viale Grasselli (area stralcio 1 – 3FE.A)



Figura 2 Colle Ascarano (area stralcio 1 – 3FE.B)

L'area degli impianti sportivi e zona camper (area stralcio 2) è caratterizzata da una porzione di terreno pianeggiante delimitata a sud da una scarpata modellata sui litotipi del substrato mentre, verso nord-est, il pendio, che ospita sia edifici ad uso abitativo sia impianti sportivi, degrada con valori di pendenza media oscillanti intorno al 10%.



Figura 3 Area per impianti sportivi vista dal Colle Ascarano (area stralcio 2 – FD2)

Essendo evidente la stabilità dell'area di stretto interesse progettuale e di un suo ampio intorno (la scarpata a sud non è interessata da crolli o dissesti tali da pregiudicare o comunque sconsigliare le previsioni progettuali, tenuto conto degli elementi di valutazione emergenti anche dall'analisi della cartografia del PAI (v. Tav. 2), si è ritenuto del tutto giustificato omettere l'esecuzione di verifiche analitiche della stabilità per entrambe le aree oggetto di variante.

IDROGEOLOGIA

Una circolazione idrica sotterranea, favorita dalla porosità secondaria per fratturazione degli orizzonti arenacei rispetto ai quali i sottostanti orizzonti argillosi (litofacies pelitico-arenacea) costituiscono un acquiclude, è indubbiamente presente nell'ambito del corpo arenaceo costituente il substrato su cui è stato edificato il Centro Storico.

Tale contesto idrogeologico è testimoniato, oltre che dalla sorgente, seppure modesta, ubicata alla base della scarpata che borda estesamente il settore settentrionale dell'antico nucleo urbano, anche dai numerosi pozzi e grotte esistenti al suo interno.

I pozzi più vicini all'area di variante - stralcio 1 - presentano livelli idrici posti a 2,2 - 3,6 m dal p.c..

In uno dei fabbricati più vicini all'area di progetto è nota la presenza di vecchio pozzo, non raggiungibile attualmente, il cui livello idrico è stato, per decenni, assolutamente superficiale.

Nell'ambito di un contesto idrogeologico che, per motivi di quota, presenta evidenti elementi di "singolarità", non è determinata l'eventuale interferenza riferibile alla rete fognaria.

Relativamente all'area di variante - stralcio 2 - sondaggi effettuati nell'ambito della zona di progetto o immediatamente circostanti hanno consentito di verificare la sussistenza di percolazioni idriche nell'ambito degli strati/livelli sabbioso-arenacei del substrato a circa 12,4 – 12,7 m dal p.c. con risalita intorno agli 8 – 9 metri dal p.c. (v. S.4 e S.37).

La presenza di acqua a livello dell'immediato sottosuolo (S.36) era ragionevolmente da imputare a perdite acquedottistiche/fognarie.

QUADRO DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE

I dati geologici, geomorfologici ed idrogeologici precedentemente illustrati, considerata la sintesi cartografia a corredo del P.R.G. (stralcio della Carta dello scenario delle pericolosità geologiche – Tav. 6), si traducono in una differenziazione delle caratteristiche delle due aree d'interesse progettuale in ordine alla quali, per tutta l'area del Parco Colle Ascarano – area stralcio 1 si delinea una bassa pericolosità mentre per l'area stralcio 2 è stata delineata una classificazione variabile da elevata a massima pericolosità che, oggettivamente, non trova concreto riscontro di una così grande pericolosità almeno per tutta l'area oggetto di variante che, in ogni caso, non prevede costruzione impegnative ma la semplice realizzazione di strutture finalizzate al servizio minimo richiesto per l'uso di impianti sportivi non di massa (spogliatoi, locali di servizio).



Figura 4 Vista area per attrezzature camper (area stralcio 2 – FD3)

CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE

Per l'area di variante – stralcio 1 - sulla base dei dati acquisiti mediante le due prove DPSH (v. Tavv. 10 – 11), opportunamente interpretati alla luce di quanto accertato in aree vicine mediante scavi e prove in situ varie, si schematizza la seguente successione stratigrafica:

- a) Terreno organico e/o di riporto: limoso, a variabile frazione argilloso-sabbiosa, di colore marrone piuttosto scuro, è localmente frammisto a pietrisco/ghiaietto in superficie. Il suo spessore complessivo oscilla all'incirca tra 0,9 e 1,2 metri.
- b) Depositi eluviali: si distinguono, sostanzialmente, in due distinti orizzonti di cui quello superiore, con spessore stimabile in circa 2,7 - 4,2 metri, costituito da limi e sabbie arenacee e quello inferiore, invece, riscontrato solo in DPSH 1 per uno spessore complessivo di circa 2,4 metri è rappresentato con ogni probabilità da limi ed argille fratturate la cui base raggiunge la profondità di circa 6,0 metri dal p.c..
- c) Substrato inalterato: ragionevolmente arenaceo-pelitico, almeno nella sua immediata porzione superiore, si caratterizza per un aumento significativo della resistenza a penetrazione. E' stato riscontrato alla profondità di circa 5,4 - 6,0 metri dal p.c..

Per ogni ulteriore dettaglio si rimanda alle schede interpretative delle prove DPSH effettuate nonché alla sezione stratigrafica interpretativa di cui alla Tav. 11.

Per l'area di variante – stralcio 2 - sulla base dei dati di sondaggio a disposizione (v. Tavv. 12 – 13) si schematizza la seguente successione stratigrafica:

- a) Terreno e materiale di riporto: costituito da pezzame calcareo come fondo stradale e, subordinatamente, da limi argillosi con resti di laterizi, ha uno spessore complessivo variabile da 0,8 a 1,9 metri.
- b) Depositi colluviali: sono costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi, a luoghi limi argillo-sabbiosi, di colore nocciola, ad addensamento/consistenza variabili, tendenzialmente non elevati. Risultano in genere molto umidi e sono stati riscontrati in S.37 fino alla profondità di 5,2 metri dal p.c..
- c) Depositi eluviali: costituiti da limi argillosi e sabbiosi ed argille limo-sabbiose di colore grigio e nocciola, si presentano stratificati verso il basso a testimoniare la loro derivazione per forte alterazione in posto dei sedimenti del substrato. Sono stati rinvenuti fino alla profondità di circa 2,9 – 10,5 dal p.c..
- d) Substrato alterato: costituito da argille siltose con intercalazioni arenaceo-sabbiose e sabbioso-limose, rappresenta l'orizzonte di transizione ai sedimenti del bedrock geologico sostanzialmente non alterato. La base di tale orizzonte è sostanzialmente individuabile alla profondità di circa 5,1 – 11,2 metri dal p.c..
- e) Substrato: costituito da alternanze di argille marnose di colore grigio e strati arenacei localmente sottili, si presenta da poco alterato a sostanzialmente inalterato con tetto ubicato alla profondità di circa 5,1 – 11,2 metri dal p.c..

Per ogni ulteriore dettaglio sulle caratteristiche dei terreni e sui loro rapporti stratigrafici, si rimanda alle colonnine ed alla sezione (v. Tav. 13) allegata.

CARATTERISTICHE LITOTECNICHE

Per l'area di variante – stralcio 1 – i parametri di seguito riportati sono stati ottenuti dalla elaborazione statistica dei dati penetrometrici raccolti mediante le due prove DPSH ed opportunamente confrontati con l'ampia casistica a disposizione raccolta per gli stessi ed analoghi tipi di terreno nel corso di numerose indagini effettuate anche in aree limitrofe (pratica locale, riferimento al punto 6.2.2 della normativa vigente (NTC 2018)).

Limi e sabbie arenacee eluviali

peso di volume	$\gamma = 1,72 - 1,95 \text{ g/cm}^3$
angolo di res. al taglio	$\phi' = 24^\circ - 30^\circ$
modulo edometrico	$E_d = 60 - 110 \text{ kg/cm}^2$

Limi e argille eluviali

peso di volume	$\gamma = 1,55 - 1,90 \text{ g/cm}^3$
coesione non drenata	$C_u = 0,20 - 0,40 \text{ kg/cm}^2$
angolo di res. al taglio	$\phi' = 21^\circ - 24^\circ$
modulo edometrico	$E_d = 35 - 60 \text{ kg/cm}^2$

Substrato inalterato arenaceo-pelitico

peso di volume	$\gamma = 2,15 - 2,20 \text{ g/cm}^3$
coesione non drenata (arg.)	$C_u = 1,45 - 1,70 \text{ kg/cm}^2$
angolo di res. al taglio	$\phi' = 30^\circ - 34^\circ$
modulo edometrico	$E_d > 100 \text{ kg/cm}^2$

Per l'area di variante – stralcio 2 – sempre sulla base dei risultati di elaborazione dati penetrometrici (DPM) pregressi, si può indicare:

Sabbie e limi (colluvioni)

peso di volume	$\gamma = 1,70 - 1,95 \text{ g/cmc}$
angolo di res. al taglio	$\phi' = 24^\circ - 28^\circ$
modulo edometrico	$E_d = 40 - 60 \text{ kg/cmq}$

Limi e argille eluviali

peso di volume	$\gamma = 1,90 - 2,00 \text{ g/cmc}$
coesione non drenata	$C_u = 0,40 - 0,50 \text{ kg/cmq}$
angolo di res. al taglio	$\phi' = 23^\circ - 26^\circ$
modulo edometrico	$E_d = 50 - 75 \text{ kg/cmq}$

Per ulteriori dettagli circa la tipologia dei terreni ed alcuni dei loro parametri fisici e meccanici di massima si rimanda alle colonnine stratigrafiche ed alle schede interpretative dei dati penetrometrici allegate.

PERICOLOSITA' GEOLOGICHE LOCALI

Rispetto alla cartografia generale (Tav. 6) è stato possibile evidenziare, con maggior dettaglio, alcuni aspetti della pericolosità geologica altrimenti difficilmente cartografabili.

E' del tutto evidente, peraltro, che l'analisi incrociata del dato geologico-geomorfologico, idrogeologico e stratigrafico permette di ottenere una caratterizzazione ottimale della situazione di rischio potenziale certamente non definibile in una fase di studio generale.

Si ribadisce, pertanto, alla luce dei dati stratigrafici pregressi e dei dati geofisici di recente acquisizione che per entrambe le aree oggetto di variante,

seppure nella loro netta differenza in termini stratigrafici e geotecnici, non si rilevano particolari elementi di pericolosità in rapporto alle loro destinazioni urbanistiche oggetto di variante. Si ricorda, peraltro, che queste specifiche destinazioni urbanistiche non modificano quelle che sono le destinazioni originarie essendo tali varianti mirate sostanzialmente alla migliore fruibilità del Parco (area stralcio 1) e delle strutture sportive sottostanti (area stralcio 2).

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

In relazione alle caratteristiche sismiche dell'area e, più specificatamente, in ordine alla risposta sismica locale, si segnala che le indagini recenti finalizzate alla microzonazione sismica di livello III hanno fornito dati numerici che denotano per l'area del Parco del Colle Ascarano (area stralcio 1) fattori di amplificazione sismica F_a compresi tra 1,1 e 1,2 per l'intervallo di periodo 0,1 – 0,5 s e fattori F_a compresi tra 1,7 e 1,8 per lo stesso intervallo di periodo (v. Tav. 9).

Il significativo incremento della sollecitazione sismica locale in corrispondenza dell'area di variante stralcio 2 è sostanzialmente dovuto alle sfavorevoli condizioni litostratigrafiche che si caratterizzano per la presenza di sedimenti di copertura scarsamente consistenti e a spessore crescente da ovest verso est.

In ogni caso è del tutto evidente che la tipologia delle strutture da realizzare a servizio dei campi da tennis (spogliatoi) non è tale da dover essere sconsigliata in relazione alle caratteristiche di risposta sismica locale.

I dati geofisici da acquisizione diretta (elaborazione con tecnica MASW),

sia nell'area di realizzazione del Centro della Comunità sia in quella relativa alla zona di variante stralcio 2, hanno fornito, rispettivamente, i seguenti valori della velocità delle onde di taglio:

- velocità equivalente Vs30 al p.c. pari a **355** m/s, categoria di sottosuolo **C** (NTC 2018);
- velocità equivalente Vs30 al p.c. pari a **363** m/s, categoria di sottosuolo **B** (NTC 2018).

COMPATIBILITA' E INVARIANZA IDRAULICA

In relazione alle disposizioni di cui alla L.R. n. 22/2011 e alla D.G.R. n. 53/2014 riguardanti la compatibilità idraulica si evidenzia che la posizione delle aree in oggetto e le caratteristiche topografiche locali escludono qualunque problematica di tipo idraulico (Verifica Preliminare: analisi idrografica-bibliografica-storica).

Per quanto riguarda il rispetto del principio d'invarianza idraulica si evidenzia che le aree oggetto di variante sono in parte già impermeabilizzate (area ex isola ecologica -stralcio 2) per cui l'eventuale realizzazione di struttura di servizio (spogliatoi) non modificherà la situazione attuale fermo restando che tutta l'area dei campi da tennis, esistenti e da completare, è per sua caratteristica permeabile e tale rimarrà (campi in terra rossa).

L'area del Centro di Comunità, di modesta metratura, è comunque già efficacemente collegata alla rete fognaria comunale non rappresentando elemento di una qualche rilevanza in merito alla ridotta capacità di assorbimento

idraulico dell'immediato sottosuolo che, peraltro, data la conformazione del terreno leggermente degradante verso la viabilità pubblica, impediva di fatto assorbimento diretto delle acque piovane; parimenti, anche l'area su cui è prevista la realizzazione del chiosco è pavimentata e quindi non sussistono le condizioni per una variazione negativa della capacità di assorbimento del terreno.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In base ai numerosi elementi raccolti, ampiamente illustrati nei loro aspetti fondamentali, si ritiene di poter affermare che non sussistono fattori, di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e stratigrafico, ostativi alle previsioni progettuali che, peraltro, non comportano particolari variazioni della destinazione d'uso delle aree in oggetto.

E' evidente infatti che le indicazioni di progetto sono del tutto compatibili con il quadro delle pericolosità geologiche e della pericolosità sismica locale in quanto non sono previste modifiche morfologiche dello stato dei luoghi e la realizzazione di strutture adibite ad esclusivo supporto delle specifiche attività previste per le singole destinazioni urbanistiche non potrà comportare aggravio di una qualche rilevanza allo stato di equilibrio del pendio.

Si esprime pertanto **parere favorevole** circa la fattibilità geologica delle indicazioni progettuali ricordando comunque che, come da normativa vigente (NTC 2018), preventivamente ad ogni fase realizzativa di qualsiasi intervento di urbanizzazione/edificazione, sarà necessario provvedere all'esecuzione di indagini specifiche e puntuali tenendo conto che tutti i parametri fisici e meccanici proposti hanno carattere sostanzialmente indicativo e dovranno

perciò essere adeguatamente integrati in fase di progettazione di ogni singola opera.

Si segnala infine, anche nell'ottica di un possibile futuro percorso di valorizzazione degli spazi verdi a ridosso del Colle Ascarano e comunque con l'obiettivo di garantire nel lungo periodo la stabilità di alcuni dei tratti murari che bordano il Parco, l'opportunità, se non la necessità immediata, di predisporre progetti ed interventi di consolidamento/miglioramento delle mura stesse essendo evidente il deterioramento naturale del materiale lapideo calcareo esposto all'azione degli agenti esogeni.



Figura 5 Mura in pietrame calcareo



Figura 6 Degradazione del paramento

San Ginesio, maggio 2019



Il Tecnico

Tav. 1 Corografia generale

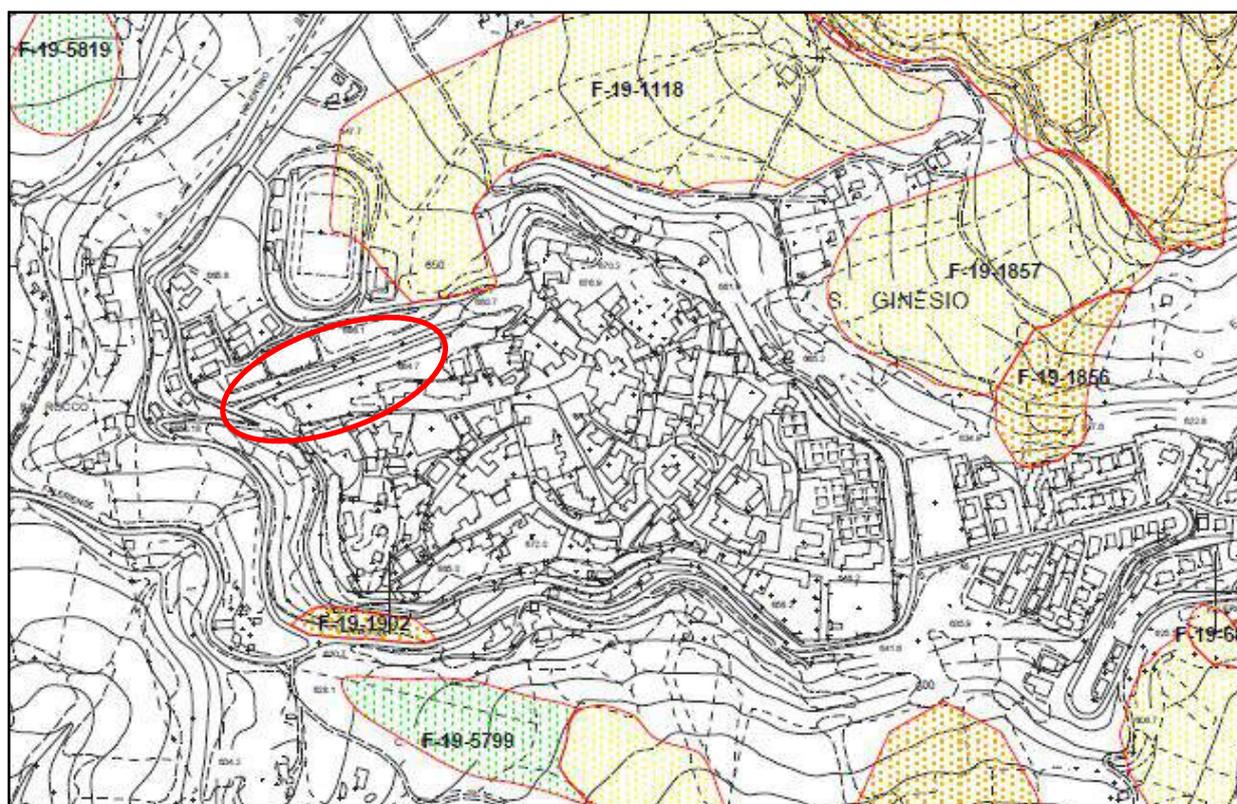


Tavoletta I.G.M. 1:25000 San Ginesio F.124 II N.O.



Area in oggetto

Tav. 2 Stralcio Carta del rischio idrogeologico (PAI)

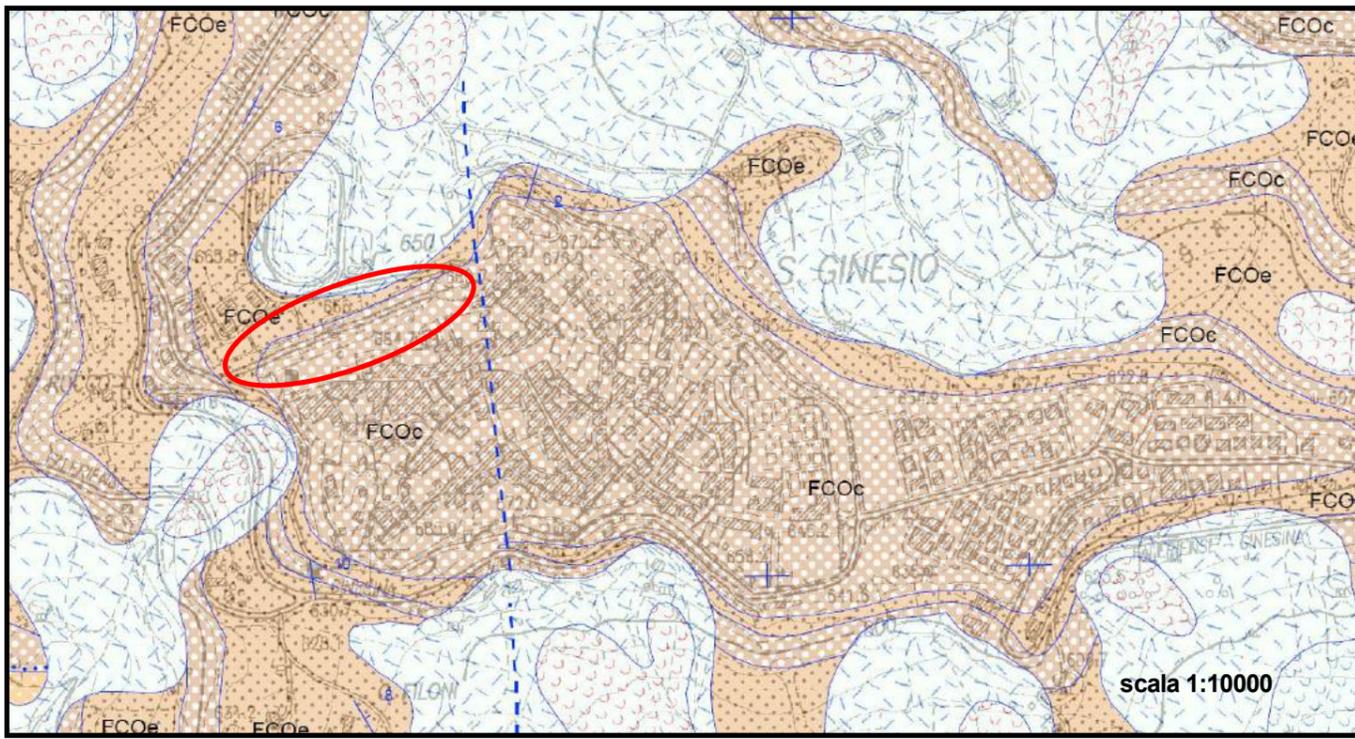


Tav. RI 57b (scala 1:10000) - Sezione C.T.R. n. 313080



Area complessivamente oggetto di variante (stralcio 1 e 2)

Tav. 3 Stralcio
Carta geologica regionale



Rilievo effettuato negli anni 1996-2003 - Progetto Docup, Ob 5b e Progetto CARG
(Informatizzazione Laboratorio di Cartografia Digitale e GIS Centro di Geotecnologie)

LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI VERSANTE MARCHIGIANO

SINTEMA DEL MUSONE (OLOCENE)

	MUSa1	Frane in evoluzione
	MUSa1q	Frane senza indizi di evoluzione
	MUSb2	Depositi eluvio-colluviali
	MUSb	Depositi alluvionali attuali (ghiaia, sabbia, limo)
	MUSbn	Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)

SINTEMA DI MATELICA (PLEISTOCENE SUPERIORE)

	MTlbn	Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)
--	-------	--

SUPERSINTEMA DI COLLE ULIVO-COLONIA MONTANI (PLEISTOCENE MEDIO SOMMITALE)

	ACbn3	Depositi alluvionali terrazzati di Colle Ulivo (ghiaia, sabbia, limo)
--	-------	---

SINTEMA DI URBISAGLIA (PLEISTOCENE INFERIORE MEDIO - MEDIO)

	URSbn2	Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)
--	--------	--

	Contatto stratigrafico e/o litologico
	Contatto stratigrafico inconforme
	Faglia
	Faglia diretta
	Stratificazione diritta
	Stratificazione orizzontale diritta

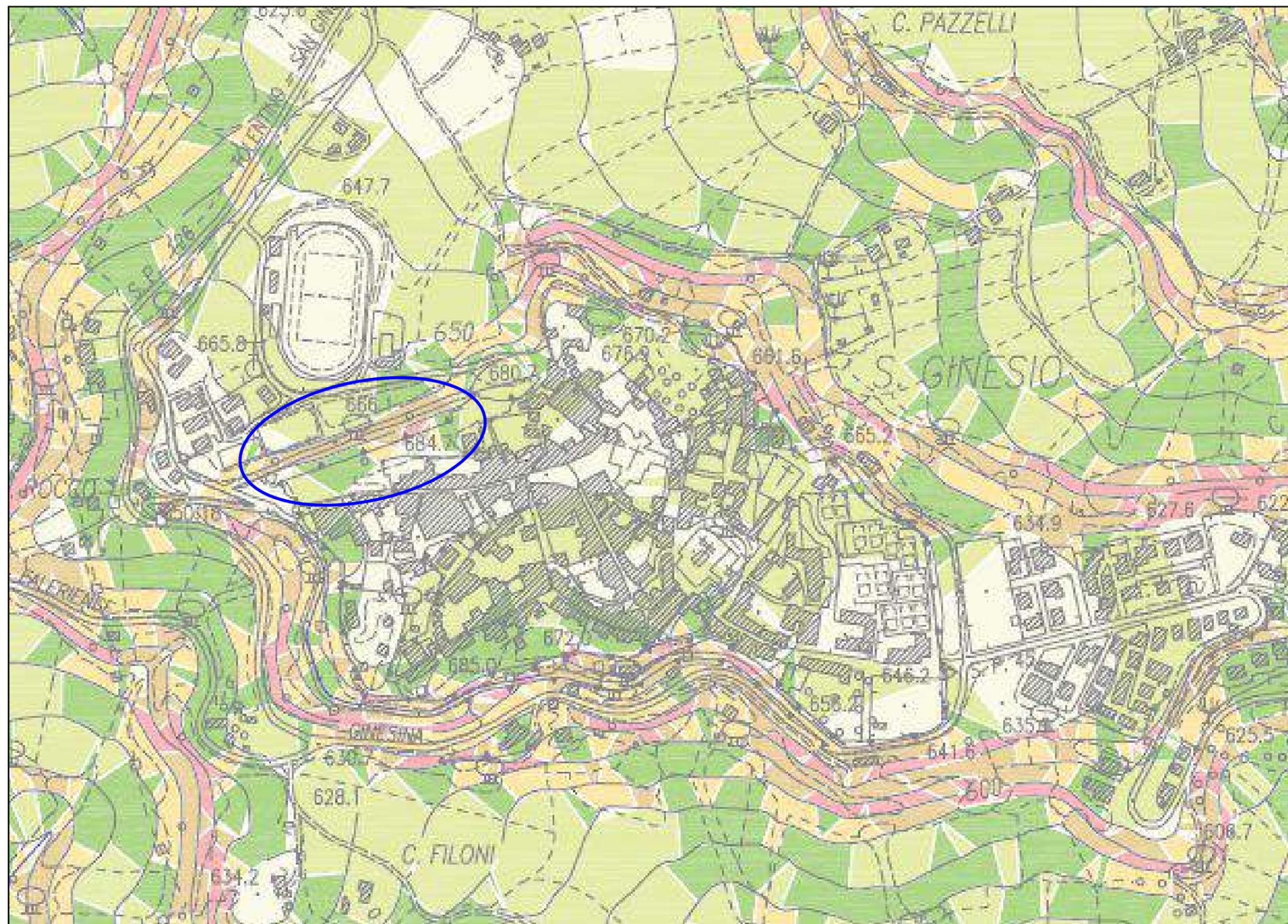
Ambito complessivo di variante in oggetto

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

SUCCESSIONE MIOCENICA

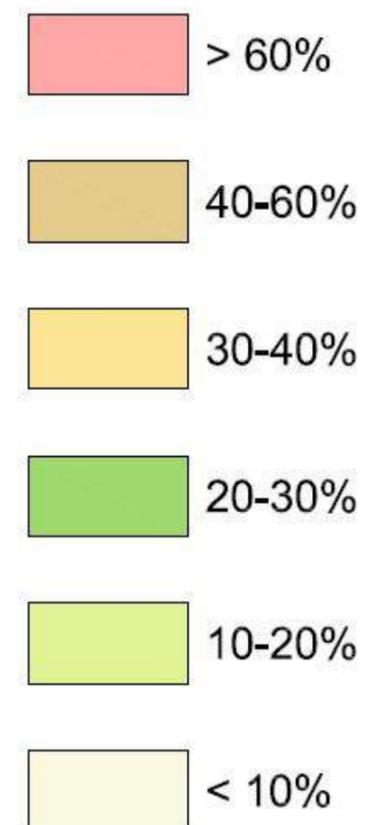
	FCOc	FORMAZIONE A COLOMBACCI litofacies arenacea Messiniano p.p.
	FCOd	FORMAZIONE A COLOMBACCI litofacies arenaceo-pelitica Messiniano p.p.
	FCOe	FORMAZIONE A COLOMBACCI litofacies pelitico-arenacea Messiniano p.p.
	LAG3	FORMAZIONE DELLA LAGA Membro post-evaporitico Messiniano p.p.
	LAG3c	FORMAZIONE DELLA LAGA Membro post-evaporitico litofacies arenacea Messiniano p.p.
	LAG3d	FORMAZIONE DELLA LAGA Membro post-evaporitico litofacies arenaceo-pelitica Messiniano p.p.
	LAG3e	FORMAZIONE DELLA LAGA Membro post-evaporitico litofacies pelitico-arenacea Messiniano p.p.
	a	Livello guida vulcano derivato
	LAG1e	FORMAZIONE DELLA LAGA Membro pre-evaporitico litofacies pelitico-arenacea Messiniano p.p.
	LAG1d	FORMAZIONE DELLA LAGA Membro pre-evaporitico litofacies arenaceo-pelitica Messiniano p.p.
	LAG1c	FORMAZIONE DELLA LAGA Membro pre-evaporitico litofacies arenacea Messiniano p.p.
	g	Olistoliti della Formazione di Sillano
	FSD	FORMAZIONE DI SAN DONATO Messiniano p.p.
	FSDe	FORMAZIONE DI SAN DONATO litofacies pelitico arenacea Messiniano p.p.
	GES	FORMAZIONE GESSOSO-SOLFIFERA Messiniano
	GESa	FORMAZIONE GESSOSO-SOLFIFERA Gessi Messiniano

Tav. 5 Stralcio Carta clivometrica da P.R.G. (Geologi Onorati A. e Maccari M.)

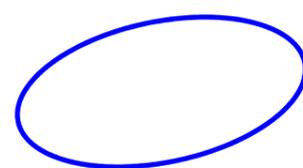


LEGENDA

CLASSI DI ACCLIVITA'

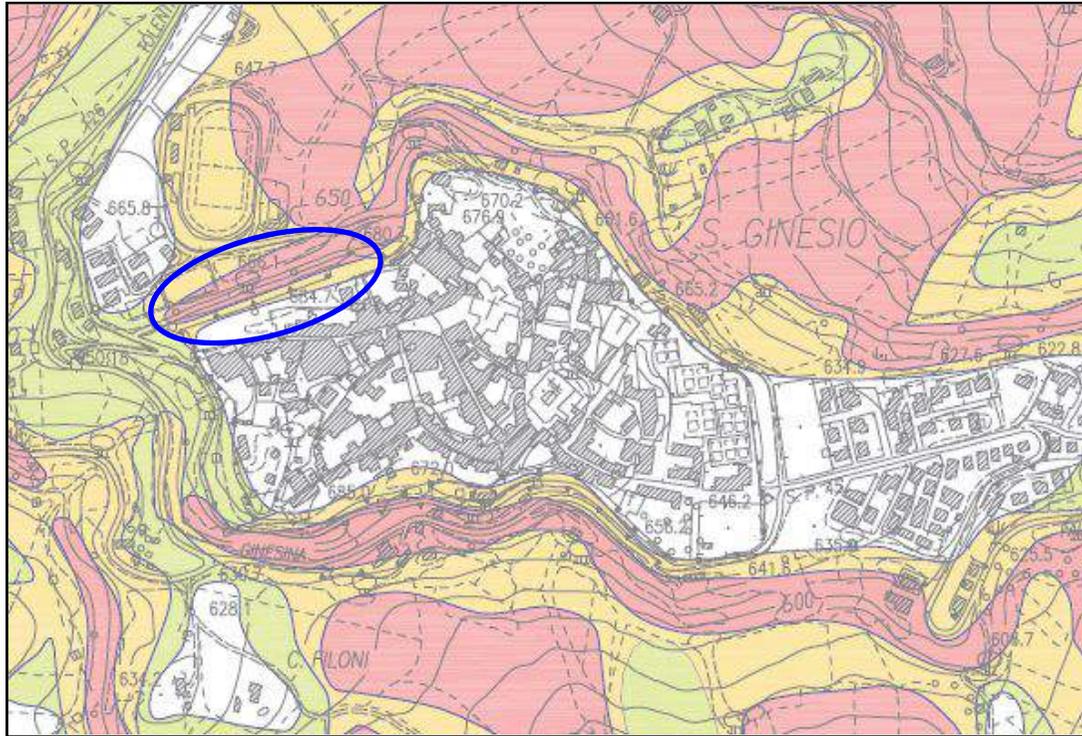


Scala 1:5000



Ambito complessivo oggetto di variante

Tav. 6 Stralcio Carta dello scenario delle pericolosità geologiche da P.R.G.
(Geologi Onorati A. e Maccari M.)



Scala 1:10000



Ambito complessivo oggetto di variante

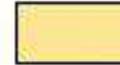
LEGENDA

PERICOLOSITA' MASSIMA



- Aree interessate da frane attive
- Aree interessate da siflussi
- Aree di scarpata strutturali e poligeriche
- Aree prossime a corsi d'acqua soggette ad intensa erosione
- Conoidi detritici attivi o quiescenti
- Aree interessate da intensa fratturazione e/o faglie lungo i versanti con pendenza > 100% (45°)
- Aree a prevalente composizione marnoso-argillosa con glaieuria e franapoggio

PERICOLOSITA' ELEVATA



- Aree a valle di conoidi e frane attive e/o quiescenti
- Aree interessate da frane inattive su pendii con acclività > 60% (30°)
- Aree prossime alle scarpate strutturali e poligeriche
- Aree prossime alle sorgenti
- Aree soggette a ruscellamento diffuso e concentrato
- Aree interessate da intensa fratturazione e/o faglie lungo i versanti con pendenza < 100% (45°)
- Aree su pendii con acclività > 60% (30°) in materiali sciolti a prevalente matrice sabbiosa
- Aree su pendii con acclività > 30% (16°) in materiali a prevalente matrice limoso-argillosa
- Aree interessate, in tempi storici, da esondazioni e da alluvonamenti gravi
- Aree di cresta
- Aree su pendii a franapoggio in materiali lapidei poggiati su materiali a prevalente componente marnoso-argillosa

PERICOLOSITA' MEDIA



- Aree interessate da frane inattive su pendii con acclività < 60% (30°)
- Aree su pendii con acclività compresa tra 30% e 60% (16°-30°) materiali sciolti a prevalente matrice sabbiosa
- Aree su pendii con acclività < 30% (16°) in materiali a prevalente matrice limoso-argillosa
- Aree interessate, in tempi storici, da esondazioni e da alluvonamenti di lieve entità

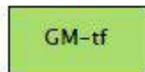
PERICOLOSITA' BASSA



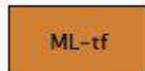
- Aree prive di movimenti franosi in atto o estinti
- Aree sub-planeggianti non interessate da fenomeni di erosione a rapida evoluzione
- Aree sub-planeggianti o lievemente acclivi in materiali a prevalente composizione sabbiosa o ghiaiosa
- Aree sub-planeggianti o lievemente acclivi non interessate da fenomeni morfologici sia in atto che potenziale
- Aree non interessate, secondo memoria storica, da esondazioni e da alluvonamenti



Ripporto, RI: da limi argilloso sabbiosi a resti lateritici



Depositi alluvionali terrazzati recenti e antichi, GM - tf:
Ghiaie, ghiaie sabbiose e ghiaie limoso-sabbiose, miscela di ghiaia, sabbia e limo.



Depositi alluvionali terrazzati recenti e antichi, ML - tf:
Argille limose e sabbie fini limose, con a luoghi, inclusi clati eterometrici.



Depositi in falda detritica, GM - fd:
Ciottoli, ghiaie e sabbie in percentuale variabile, ad elementi calcarei a spigoli vivi, da sciolti a ben addensati.

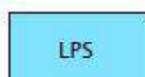


Depositi eluvio-colluviali, ML - ec:
Limi argillosi e sabbie fini limose, con a luoghi, inclusi arenacei e/o calcarei eterometrici.

(Gennaio 2018) - MICROZONAZIONE SISMICA

Soggetto realizzatore Geol. Stefano Cicora

Substrato geologico (codice identificativo Tipo_gt)



Formazione della Laga (membro pre-evaporitico) e Formazione a Colombacci (FCOc) LPS:
LAG 1c, litofacies arenacea
-Litofacies arenacea: torbiditi arenacee (talora conglomeratiche) costituita da strati molto spessi e massicci con base erosiva e frequenti superfici di amalgamazione, di colore da giallasto a grigio-azzurro,

FCOc litofacies arenacea
-Litofacies arenacea: Strati medi e spessi di arenaria a granulometria medio-grossolana, separati da sottili interstrati pelitici e/o da superfici di amalgamazione.



Formazione della Scaglia variegata (VAS), cinerea (SCC), Bisciario (BIS), Marne con Cerrognana (CCR),
Marne a Pteropodi (MAP), Formazione della Laga (membro evaporitico/LAG2 e post-evaporitico/LAG3),
Formazione a Colombacci (FCOe) ALS:

Elementi geologici e idrogeologici



Giacitura strati



Profondità (m) substrato raggiunto da sondaggio

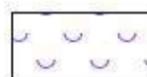


Profondità (m) sondaggio che non ha raggiunto il substrato

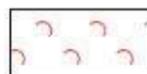


Traccia di sezione

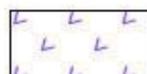
Instabilità di versante



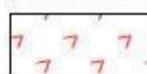
Colamento - attivo



Colamento - quiescente



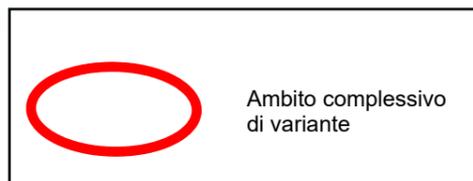
Scorrimento - attivo



Scorrimento - quiescente



Crollo - attivo

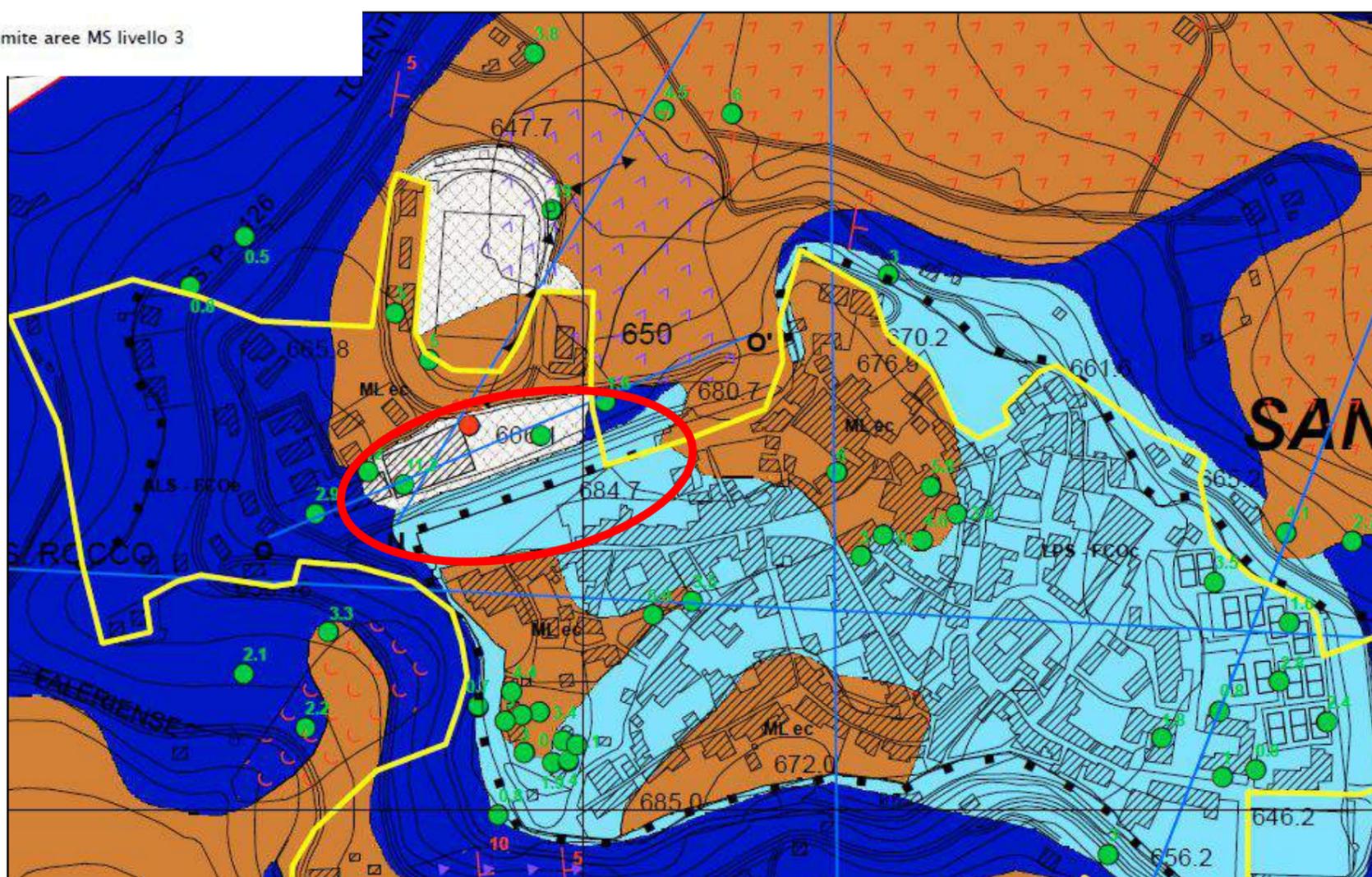


Ambito complessivo di variante

Delimitazione Aree MS di III° livello

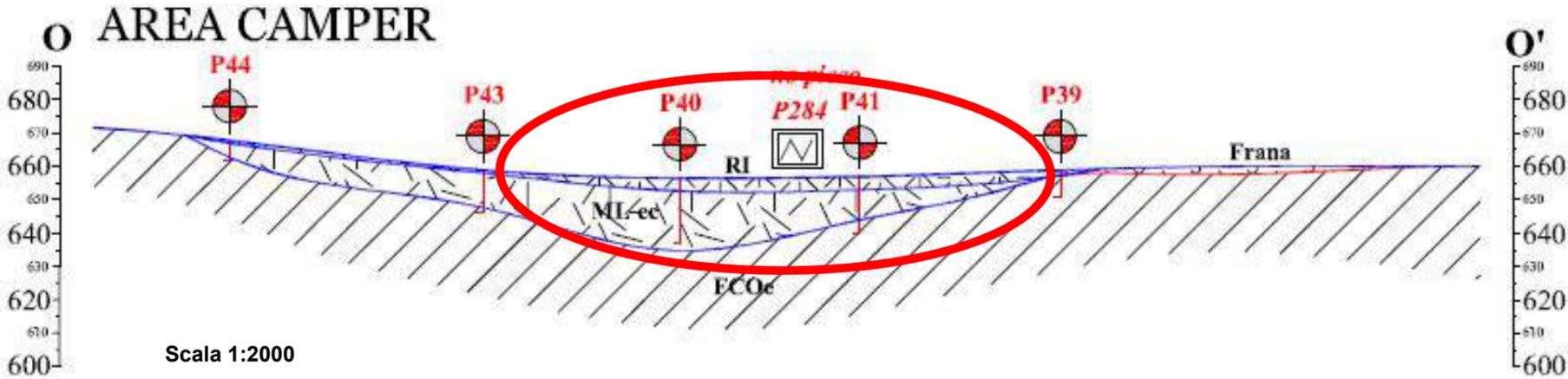


Limite aree MS livello 3



Scala 1:5000

Tav. 8 Sezione geologica (v. Traccia Tav. 7)



(Gennaio 2018) - MICROZONAZIONE SISMICA

Soggetto realizzatore Geol. Stefano Cicora



LEGENDA

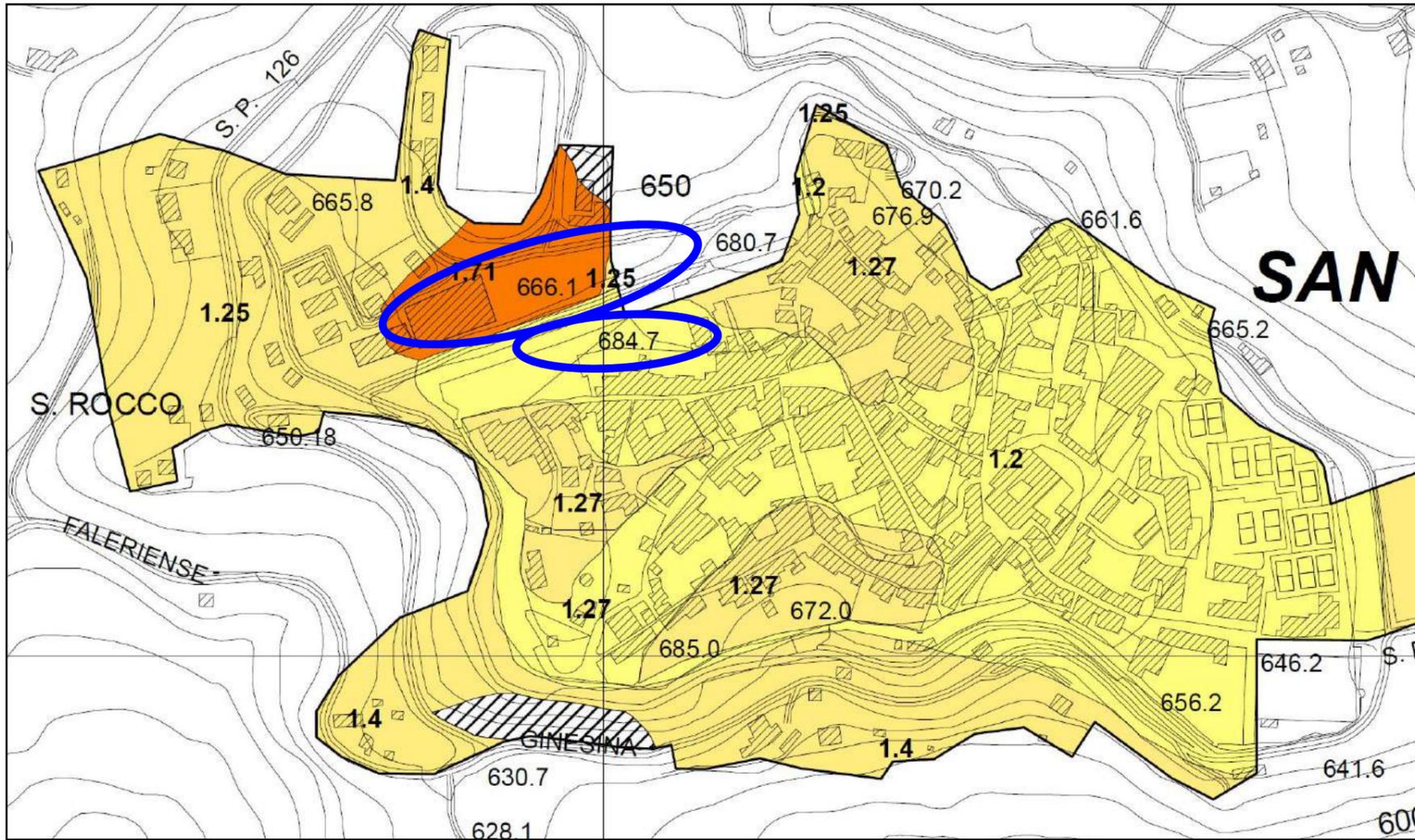
- Ripporto antropico* (RI) - da limi argilloso sabbiosi a resti lateritici in genere da leggermente a praticamente saturi, scarsamente consistenti e plastici-molli.
- Depositi alluvionali* - Alternanza di alluvioni a granulometria prevalentemente grossolana ghiaiose ed alluvioni a granulometria prevalentemente fine pelitiche
Alluvioni grossolane (GM): ghiaie di taglia media con a luoghi ciottoli, con granuli poco arrotondati, immerse in una matrice sabbiosa e limoso-sabbiosa +/- abbondante. I clasti sono di natura calcareo-marnosa e subordinatamente calcarea. Da asciutte a bagnate e mediamente addensate
Alluvioni fini (ML): argille limose, limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie limose color marrone +/- scuro e nocciola, da quasi asciutti a duri in superficie
- Depositi eluvio-colluviali* (ML) - Argille limose, limi argillosi sabbiosi di color marrone chiaro/grigio privi di organizzazione. Grado di consistenza da leggermente plastiche a medio dure
- Depositi detritici* (GM) - Ghiaie da medio-fini a medio grossolane con ciottoli a spigoli vivi in matrice sabbioso limosa
- Corpo di frana*

Substrato geologico:

- Scaglia variegata
- Scaglia cinerea
- Bisciario
- Schlier- Marne con Cerrognna
- Marne a Pteropodi
- Formazione della Laga membro pre-evaporitico
- Formazione della Laga membro evaporitico
- Formazione della Laga membro post-evaporitico(generico)
- Formazione della Laga membro post-evaporitico
 (LAG3e: pelitico-arenacea; LAG3d: arenaceo-pelitica; a: livello vulcanoclastico)
- Formazione a Colombacci
 (FCOe: pelitico-arenacea; FCOc: arenacea)

Pxx
Sondaggio geognostico

Pxx
fo = x hz
Indagine sismica a stazione singola (HVSr)
con indicazione del picco di impedenza sismica



Scala 1:5000

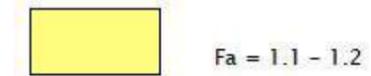
Legenda

Zone stabili



Fa = 1

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Fa = 1.1 - 1.2



Fa = 1.3 - 1.4

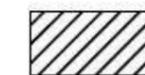


Fa = 1.5 - 1.6



Fa = 1.7 - 1.8

Zone di attenzione per instabilità

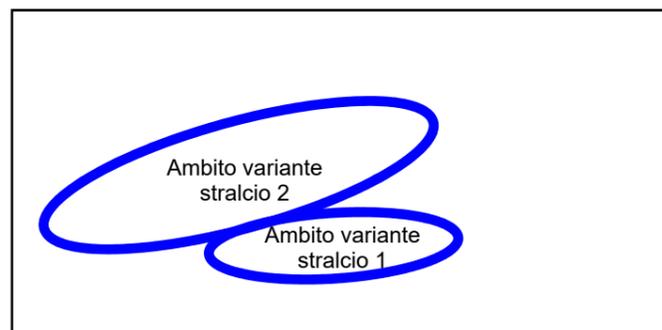


ZA_FR - Zona di attenzione per instabilità di versante

Delimitazione Aree MS di III° livello



Limite aree MS livello 3



Tav. 9 Stralcio della Carta di MICROZONAZIONE SISMICA

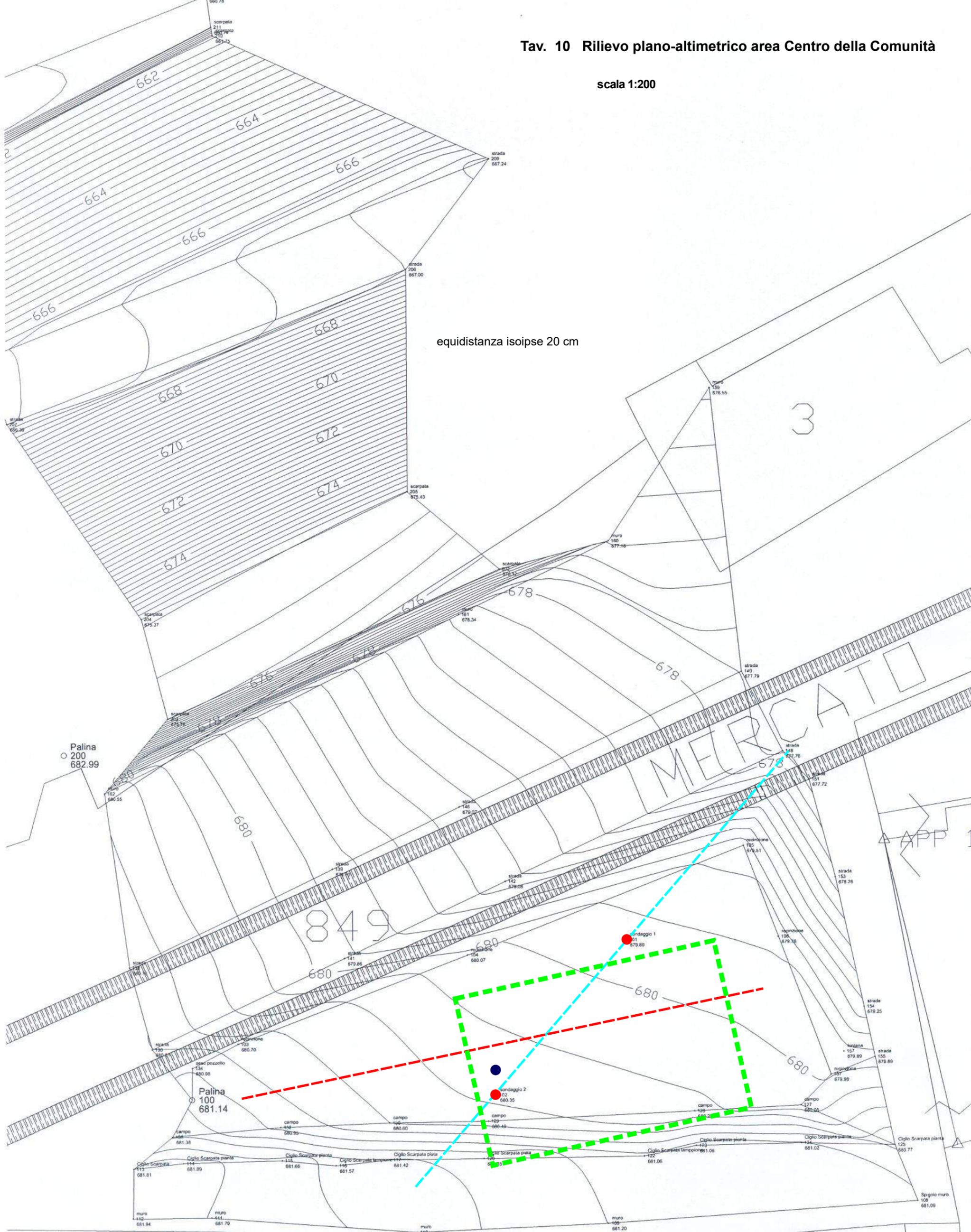
Fa 0,1 - 0,5

(Gennaio 2018)

Soggetto realizzatore Geol. Stefano Cicora

Tav. 10 Rilievo plano-altimetrico area Centro della Comunità

scala 1:200



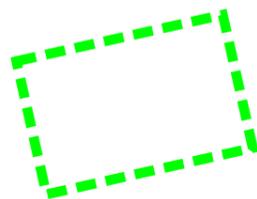
equidistanza isoipse 20 cm

Legenda

● DPSH (prova penetrometrica dinamica pesante)

--- Traccia di sezione interpretata stratigraficamente

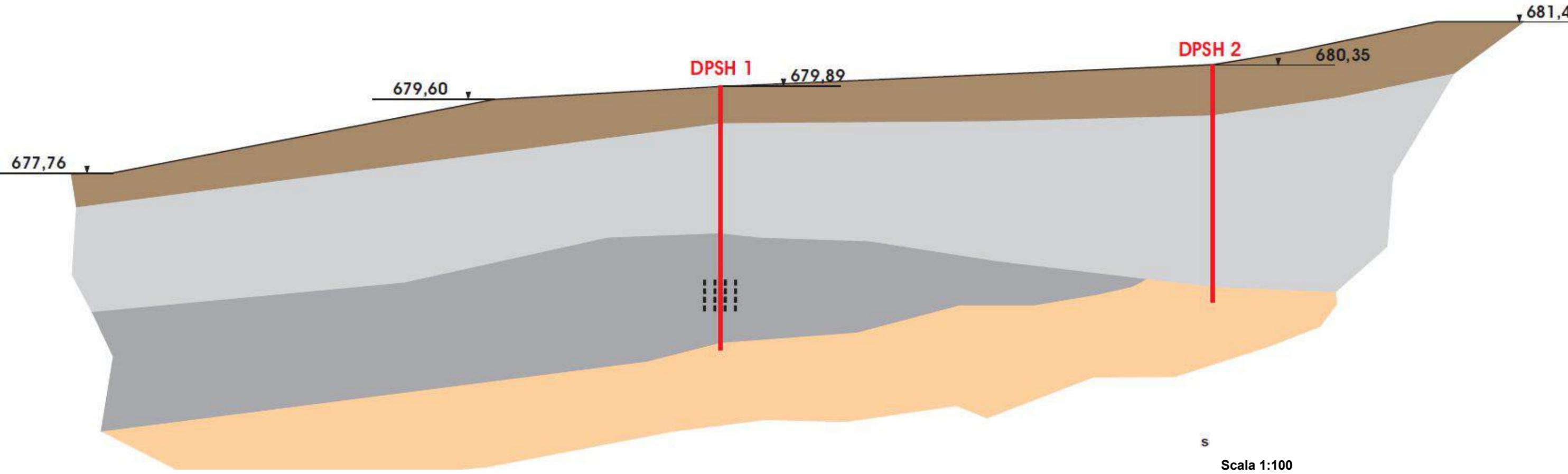
--- Stendimento geofisico (MASW 1)



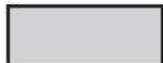
Ubicazione struttura da ipotesi progettuale

● Acquisizione dati da microtremore (HVSR)

Tav. 11 Sezione stratigrafica interpretativa (v. Traccia Tav. 10)



Legenda

-  Terreno e/o di riporto
-  Limi e sabbie arenacee eluviali
-  Limi e argille fratturate eluviali
-  Substrato arenaceo-pelitico sostanzialmente inalterato

 Livello di resistenza alla penetrazione pressoché azzerata (fratturazione verticale ?)

Tav. 12 Planimetria da ingrandimento Carta Tecnica Regionale

Legenda

● Sondaggio reperito (P.R.G. - P.P.C.S.)
SGA - GEOSTUDIO

--- Traccia di sezione stratigrafica

○ Ambito di variante - stralcio 2



S37



SGA STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO

Geol. Alessandro Onorati, Geol. Marcello Maccari
 viale G. Mazzini, 23, 62027 SAN SEVERINO MARCHE - ITALY
 Tel. +39-733-646150, Fax +39-733-646259 e-mail: sgageol@tin.it



Member of CEN Federation
RINA
 ISO 9001:2000
 Certified Quality System
 N°10162004

COMMITTENTE: Amministrazione comunale San Ginesio
 LOCALITA' : capoluogo
 COMUNE : San Ginesio
 INDAGINE : integrazioni P.R.G.

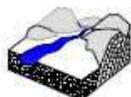
SONDAGGIO n.73

Metodo di perforazione : rotazione
 Ø di perforazione : 200 mm
 Quota: m.s.l.m.
 Coordinate
 X =
 Y =
 Responsabile: Geol. A. Onorati
 Assistente:
 Data: 27-09-2005

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTAGGIO	CAMPIONI PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER Kgf/cmq	VANE TEST Kgf/cmq		STANDARD PENETRATION TEST		HO
							valore max	valore residuo	m.	colpi	
0.9	0.9				Massicciata stradale.						
4.1	5.2				Sabbie limose e limi sabbiosi di colore nocciola, mediamente addensate e molto umide.						
5.3	10.5				Lim. argillosi e argille limose debolmente sabbiose, di colore nocciola, molto plastiche. Depositi eluviali.	1.0 1.2					
0.7	11.2				A -8.4m. presenza di clasti arenacei centimetrici e notevole aumento di consistenza.	0.7 1.8					
					Sabbie debolmente limose di colore nocciola con screziature ocra. Presenza di clasti arenacei e calcinelli.						
					Argille di colore grigio, fratturate, molto alterate, solide, Formazione alterata.						
					A -12.7m. presenza di sottili livelli arenacei con limitate percolazioni idriche.						
					FONDO FORO: -13 m. dal p.c.						

Foto :

Note:



SGA STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO

Geol. Alessandro Onorati, Geol. Marcello Maccari
 viale G.Mazzini, 23, 62027 SAN SEVERINO MARCHE - ITALY
 Tel. +39-733-645150, Fax +39-733-646259 e-mail: sgageol@in.it



Member of CEG Federation
RINA
 ISO 9001:2000
 Certified Quality System N°10162/04

COMMITTENTE: Amministrazione comunale San Gnesio
 LOCALITA' : capoluogo
 COMUNE : San Gnesio
 INDAGINE : integrazioni P.R.G.

SONDAGGIO n.71

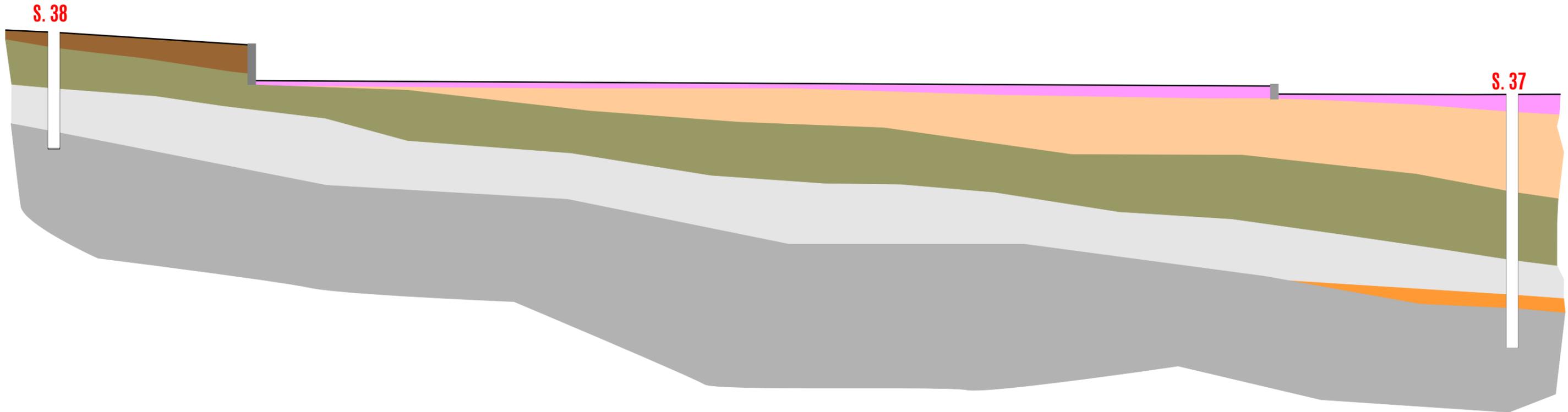
Metodo di perforazione : rotazione
 Ø di perforazione : 200 mm
 Quota: m.s.l.m.
 Coordinate
 X =
 Y =
 Responsabile: Geol. A. Onorati
 Assistente:
 Data: 27-09-2005

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER Kg/cmq	VANE TEST Kg/cmq		STANDARD PENETRATION TEST		HO ₂
							valore max	valore residuo	m.	colpi	
0.8	0.8				Limi argillosi con presenza di resti di laterizi, clasti calcarei, apparati radicali. Terreno di riporto.						
2.1	2.9				Limi argillosi e sabbiosi di colore grigio - nocciola con frammenti di formazione evidentemente stratificata. Depositi eluviali. A -2,5m, presenza di livelli sabbioso - arenacei grigiastri con evidente stratificazione.						
2.2	5.1				Argille siltose con intercalazioni arenaceo - sabbiose molto fratturate. Formazione alterata.						
					Alternanza di argille marnose di colore grigio con sottili livelli arenacei, consistenti. Formazione da alterata a poco alterata.						
					FONDO FORO: -6 m. dal p.c.						

Foto :

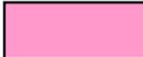
Note:

Tav. 13 Sezione stratigrafica



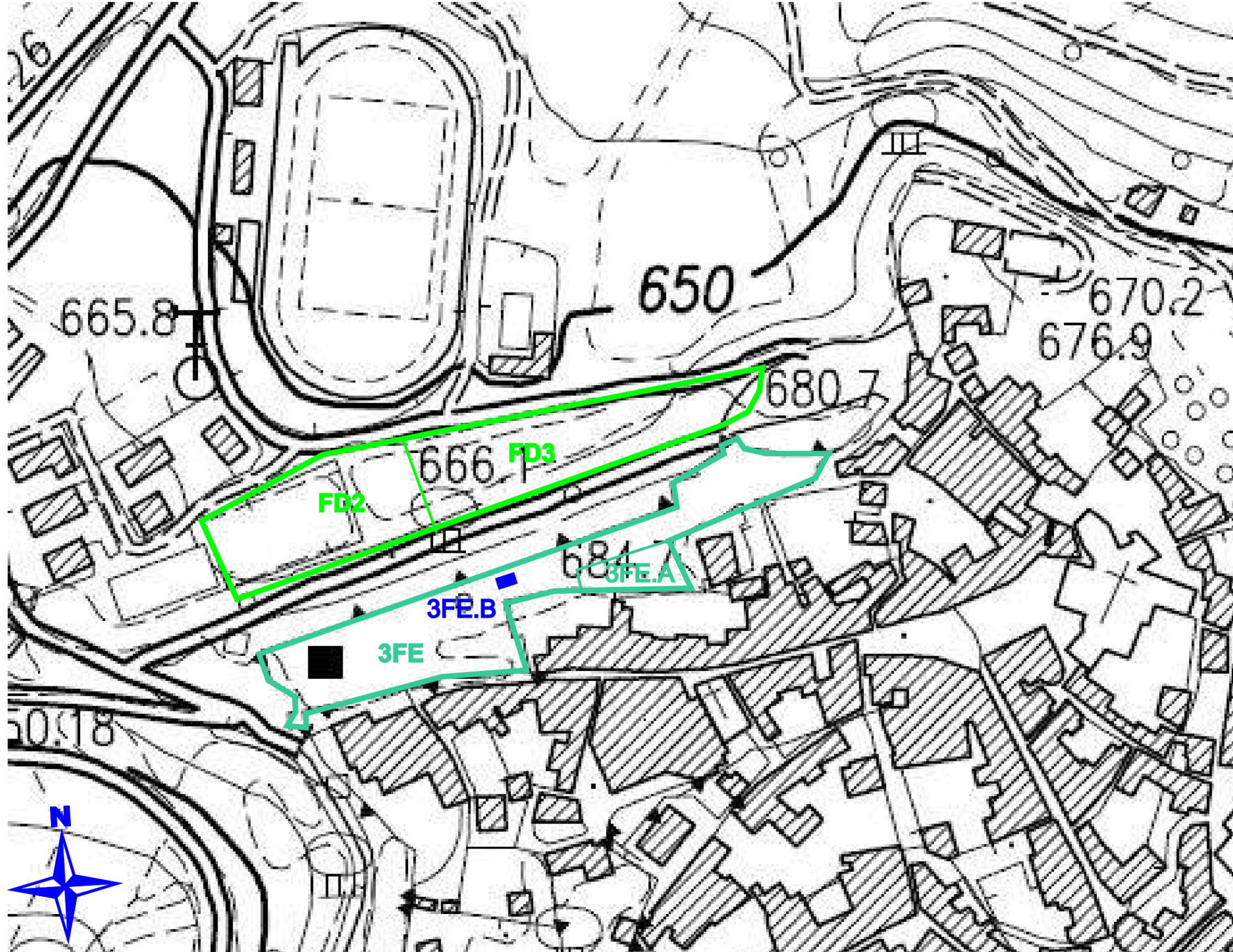
scala 1:200

Legenda

-  Terreno e materiale di riporto
-  Massicciata stradale (pietrame/pietrisco)
-  Sabbie limose e limi sabbiosi
-  Limi argillosi e sabbiosi, argille limo-sabbiose (depositi eluviali)
-  Argille siltose con intercalazioni arenaceo-sabbiose (substrato alterato)
-  Sabbie limose (substrato alterato)
-  Argille grigie con interstrati arenacei (substrato poco alterato/inalterato)

Tav. 14 Carta della fattibilità geologica variante urbanistica in progetto

scala 1:2000



Legenda

FD2

Zona per impianti e attrezzature pubbliche per lo sport, il gioco e lo spettacolo

Destinazione compatibile con le caratteristiche geo-idro-morfologiche

(La scelta della tipologia fondazionale è subordinata ai necessari approfondimenti geologici, geotecnici e geofisici previsti dalle NTC 2018)

FD3

Zona attrezzata come area camper

Destinazione compatibile con le caratteristiche geo-idro-morfologiche

3FE.A

Spazio collettivo a servizio del Parco **3FE**

Destinazione compatibile con le caratteristiche geo-idro-morfologiche

3FE.B

Chiosco di ristoro a servizio del Parco

Destinazione compatibile con le caratteristiche geo-idro-morfologiche in relazione alla tipologia e dimensioni della struttura



Società di tecnologie e servizi innovativi nel settore ambientale

**PROVINCIA DI MACERATA
COMUNE DI SAN GINESIO
VIALE NICOLA GRASSELLI**



RAPPORTO PROVE PENETROMETRICHE

DATA:

LUGLIO 2017

COMMITTENTE:

Caritas

GEO 3D SRL

AREA	RAPPORTO DI PROVA	ESEGUITO	VERIFICATO RTE	AGGIORNAMENTO
GEOTECNICA	D 030-17	13-07-2017	17/07/2017	



SOCIETA' CERTIFICATA PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI E GEOGNOSTICHE IN SITU

GEO 3D SRL Via della Chimica,snc Loc. Vazia - 02100 Rieti tel./fax. 0746-221363 WWW.geo-3d.it EMAIL : admin@geo-3d.it
Cod. Fisc. e P.I. 00937950574



INDICE

1.0 PREMESSA	2
2.0 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH	2
2.1 Prova penetrometrica dinamica superpesante dph1	2
2.2 Prova penetrometrica dinamica superpesante dph2	3
2.3 Introduzione alle prove penetrometriche dinamiche DPSH	4
2.3.1 Interpretazione prova penetrometrica dinamiche DPSH 1	13
2.3.2 Interpretazione prova penetrometrica dinamiche DPSH 2	16

ALLEGATI

- 1 Report diagrammi Dph



1.0 PREMESSA

Su incarico del Dott. Geologo Piergiovanni Valentini, in data 13-07-2017 sono state eseguite indagini geotecniche nel Comune di San Ginesio lungo Viale Nicola Grasselli in Provincia di Macerata.

Con riferimento all'incarico conferitoci, sono state eseguite **n. 2 prove penetrometriche superpesanti DPSH**, ubicate secondo le indicazioni della Committenza.

Di seguito vengono riportati i dati risultati.

2.0 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Per il sondaggio penetrometrico DPSH è stato utilizzato un penetrometro Marca *Deep Drill S.r.l. modello SP 200 SM*.

Le caratteristiche tecniche dello strumento sono riportate nei moduli delle prove.

L'indagine consiste nell'infiggere nel terreno la punta per mezzo delle aste percosse dal maglio e nel contare il numero delle percussioni che occorrono per ottenere un approfondimento standard. Dalla prova si ottengono degli istogrammi che pongono in relazione la profondità ed il numero dei colpi con i parametri geotecnici del terreno.

2.1 Prova penetrometrica dinamica superpesante dpsh1

La prova penetrometrica DPSH 1, è stata spinta fino al rifiuto strumentale ad una profondità di 6.60 m dal p.c. E' stata eseguita in un punto di coordinate geografiche:

Latitudine: 43,10876 N Longitudine: 13,31693 E

La stratigrafia individuata è stata la seguente:

da 0.0 m a -0.90 m: I strato	Nspt = 15.67
da -0.90 m a -3.60 m: II strato	Nspt = 17.89
da -3.60 m a -6.30 m: III strato	Nspt = 4.50
da -6.30 m a -6.60 m: VI strato	Nspt = 41.00



Ubicazione prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH 1

2.2 Prova penetrometrica dinamica superpesante dpsc2

La prova penetrometrica DPSH 2, è stata spinta fino al rifiuto strumentale ad una profondità di 6.00 m dal p.c. . E' stata eseguita in un punto di coordinate geografiche:

Latitudine: 43,10868 N Longitudine: 13,31683 E

La stratigrafia individuata è stata la seguente:

da 0.0 m a -1.20 m: I strato	Nspt = 32.75
da -1.20 m a -5.40 m: II strato	Nspt = 14.21
da -5.40 m a -6.00 m: III strato	Nspt = 43.00



Ubicazione prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH 2

2.3 Introduzione alle prove penetrometriche dinamiche DPSH

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: Deep Drill SP200

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	73 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	5 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	0.9 m
Peso aste a metro	5.67 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.50 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1
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 $A=10$ cm² 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 $A=10$ cm² 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 $A=20.27$ cm² 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 $A = 20$ cm², 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:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

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.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{\frac{Pa'}{\sigma_{vo}}} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (\text{Liao e Whitman 1986})$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C _S	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C _d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C _r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

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 σ_{Nspt} è la deviazione standard di $Nspt$

Distribuzione normale R.N.C.

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

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

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 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati $Nspt$ 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 $Nspt$ dello strato considerato risulta inferiore a $Nspt$ critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione $Nspt$ in presenza di falda

$$Nspt\ corretto = 15 + 0.5 \cdot (Nspt - 15)$$

$Nspt$ 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 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m 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 m. sopra falda e < 7 m 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 $< 38^\circ$.
- 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 $< 38^\circ$).
- 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 m sopra falda e > 15 m 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 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo $< 5\%$ a profondità < 5 m e con (%) di limo $> 5\%$ a profondità < 3 m.
- 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

- 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/s)

- 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_o)

- 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 -Mo (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.

2.3.1 Interpretazione prova penetrometrica dinamiche DPSH 1

PROVA Nr.1

Strumento utilizzato... Deep Drill SP200
 Prova eseguita in data 13/07/2017
 Profondità prova 6.60 mt
 Falda non 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)
0.30	15	0.803	95.86	119.42	4.79	5.97
0.60	15	0.797	89.14	111.84	4.46	5.59
0.90	17	0.792	100.33	126.75	5.02	6.34
1.20	26	0.736	142.73	193.86	7.14	9.69

1.50	25	0.731	128.16	175.28	6.41	8.76
1.80	16	0.776	87.09	112.18	4.35	5.61
2.10	17	0.772	91.97	119.19	4.60	5.96
2.40	16	0.767	81.21	105.86	4.06	5.29
2.70	15	0.763	75.71	99.24	3.79	4.96
3.00	9	0.809	48.15	59.55	2.41	2.98
3.30	11	0.805	55.44	68.90	2.77	3.44
3.60	26	0.701	114.14	162.85	5.71	8.14
3.90	7	0.797	34.95	43.84	1.75	2.19
4.20	7	0.794	33.04	41.63	1.65	2.08
4.50	6	0.790	28.20	35.68	1.41	1.78
4.80	6	0.787	28.08	35.68	1.40	1.78
5.10	0	0.784	0.00	0.00	0.00	0.00
5.40	0	0.781	0.00	0.00	0.00	0.00
5.70	1	0.778	4.40	5.66	0.22	0.28
6.00	9	0.775	37.69	48.60	1.88	2.43
6.30	22	0.673	79.93	118.80	4.00	5.94
6.60	60	0.570	184.79	323.99	9.24	16.20

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.9	15.67	119.34	Incoerente	0	0.0	0.0	0.0	1	15.67	Strato I
3.6	17.89	121.88	Incoerente	0	1.95	1.97	0.26	1	17.89	Strato 2
6	4.5	26.39	Incoerente	0	1.52	1.88	0.71	1	4.5	Strato 3
6.6	41	221.39	Incoerente	0	2.21	2.11	0.96	1	41	Strato 4

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato I	15.67	0.90	52.19	99.36	0	44.22
[2] - Strato 2	17.89	3.60	48.65	90.5	96.38	47.97
[3] - Strato 3	4.5	6.00	13.98	37.53	38.44	19.49
[4] - Strato 4	41	6.60	56.69	100	100	73.16

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)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato I	15.67	0.90	15.67	31.48	24.48	32.39	29.46	35.7	41.91	30-32	30.33	31.7	43.02	32.7
[2] -	17.89	3.60	17.89	32.11	25.11	33.01	32.57	36.42	40.67	30-32	31.38	32.37	43.18	33.92

Strato 2														
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5	28.29	21.29	29.26	28.18	31.46	0	<30	23.22	28.35	29.44	24.49
[4] - Strato 4	41	6.60	41	38.71	31.71	39.48	31.11	41.61	42	35-38	39.8	39.3	47.78	43.64

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 1	15.67	0.90	15.67	282.56	125.36	185.61	297.52	153.35
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89	301.91	143.12	211.80	314.17	164.45
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5	---	36.00	---	---	---
[4] - Strato 4	41	6.60	41	457.05	328.00	484.50	487.50	280.00

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] - Strato 1	15.67	0.90	15.67	94.02	59.65	111.26	107.89
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89	107.34	64.21	127.02	117.79
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5	---	36.71	31.95	58.07
[4] - Strato 4	41	6.60	41	246.00	111.68	291.10	220.86

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 1	15.67	0.90	15.67	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] - Strato 4	41	6.60	41	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Strato 1	15.67	0.90	15.67	Meyerhof ed altri	1.90
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89	Meyerhof ed altri	1.95
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5	Meyerhof ed altri	1.52
[4] - Strato 4	41	6.60	41	Meyerhof ed altri	2.21

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Strato 1	15.67	0.90	15.67	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
[4] - Strato 4	41	6.60	41	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.11

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato 1	15.67	0.90	15.67	(A.G.I.)	0.32
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89	(A.G.I.)	0.32
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5	(A.G.I.)	0.34
[4] - Strato 4	41	6.60	41	(A.G.I.)	0.27

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] - Strato I	15.67	0.90	15.67	863.53	671.58
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89	978.06	728.21
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5	267.26	313.35
[4] - Strato 4	41	6.60	41	2132.70	1208.71

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato I	15.67	0.90	15.67	Ohta & Goto (1978) Limi	94.39
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89	Ohta & Goto (1978) Limi	131.76
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5	Ohta & Goto (1978) Limi	120.12
[4] - Strato 4	41	6.60	41	Ohta & Goto (1978) Limi	185.53

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Strato I	15.67	0.90	15.67	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - Strato 4	41	6.60	41	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{Sigma}_H / P_0$

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[1] - Strato I	15.67	0.90	15.67		---
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89		---
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5		---
[4] - Strato 4	41	6.60	41		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato I	15.67	0.90	15.67		---
[2] - Strato 2	17.89	3.60	17.89		---
[3] - Strato 3	4.5	6.00	4.5		---
[4] - Strato 4	41	6.60	41		---

2.3.2 Interpretazione prova penetrometrica dinamiche DPSH 2

PROVA... Nr.2

Strumento utilizzato... Deep Drill SP200
 Prova eseguita in data 13/07/2017
 Profondità prova 6.00 mt
 Falda non 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)
0.30	13	0.803	83.08	103.50	4.15	5.17
0.60	10	0.847	63.15	74.56	3.16	3.73
0.90	65	0.642	310.92	484.64	15.55	24.23
1.20	43	0.636	203.99	320.61	10.20	16.03
1.50	34	0.681	162.38	238.38	8.12	11.92
1.80	29	0.726	147.68	203.32	7.38	10.17
2.10	29	0.722	146.73	203.32	7.34	10.17
2.40	11	0.817	59.47	72.78	2.97	3.64
2.70	10	0.813	53.78	66.16	2.69	3.31
3.00	8	0.809	42.80	52.93	2.14	2.65
3.30	11	0.805	55.44	68.90	2.77	3.44
3.60	10	0.801	50.16	62.64	2.51	3.13
3.90	9	0.797	44.94	56.37	2.25	2.82
4.20	11	0.794	51.92	65.41	2.60	3.27
4.50	8	0.790	37.60	47.57	1.88	2.38
4.80	8	0.787	37.44	47.57	1.87	2.38
5.10	11	0.784	48.81	62.26	2.44	3.11
5.40	10	0.781	44.21	56.60	2.21	2.83
5.70	43	0.578	140.72	243.38	7.04	12.17
6.00	60	0.575	186.45	323.99	9.32	16.20

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.2	32.75	245.83	Incoerente	0	1.78	1.93	0.11	1	32.75	Strato 1
5.4	14.21	93.16	Incoerente	0	2.2	2.1	0.68	1	14.21	Strato 2
6	43	243.38	Incoerente	0	1.72	1.92	1.19	1	43	Strato 3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 1	32.75	1.20	68.63	100	100	66.18
[2] - Strato 2	14.21	5.40	35.98	67.49	67.45	41.56
[3] - Strato 3	43	6.00	54.61	100	98.74	74.74

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)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 1	32.75	1.20	32.75	36.36	29.36	37.17	35.51	40.24	42	32-35	37.16	36.83	49.05	40.59
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21	31.06	24.06	31.98	30.15	35.2	37.45	30-32	29.6	31.26	39.6	31.86
[3] - Strato 3	43	6.00	43	39.29	32.29	40.04	30.72	41.85	42	35-38	40.4	39.9	47.32	44.33

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 1	32.75	1.20	32.75	408.48	262.00	387.15	425.62	238.75
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21	269.07	113.68	168.38	286.58	146.05
[3] - Strato 3	43	6.00	43	468.06	344.00	508.10	502.50	290.00

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] - Strato 1	32.75	1.20	32.75	196.50	94.73	232.52	184.07
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21	85.26	56.65	100.89	101.38
[3] - Strato 3	43	6.00	43	258.00	115.79	305.30	229.78

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 1	32.75	1.20	32.75	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato 3	43	6.00	43	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Strato 1	32.75	1.20	32.75	Meyerhof ed altri	2.16
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21	Meyerhof ed altri	1.86
[3] - Strato 3	43	6.00	43	Meyerhof ed altri	2.21

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Strato 1	32.75	1.20	32.75	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.06
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
[3] - Strato 3	43	6.00	43	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.12

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato 1	32.75	1.20	32.75	(A.G.I.)	0.29
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21	(A.G.I.)	0.33
[3] - Strato 3	43	6.00	43	(A.G.I.)	0.27

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] - Strato 1	32.75	1.20	32.75	1726.68	1053.67
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21	787.68	632.62
[3] - Strato 3	43	6.00	43	2230.35	1244.40

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato 1	32.75	1.20	32.75	Ohta & Goto (1978) Limi	113.35
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21	Ohta & Goto (1978) Limi	136.33
[3] - Strato 3	43	6.00	43	Ohta & Goto (1978) Limi	183.48

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	-----------------



[1] - Strato 1	32.75	1.20	32.75	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato 3	43	6.00	43	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
[1] - Strato 1	32.75	1.20	32.75		---
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21		---
[3] - Strato 3	43	6.00	43		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato 1	32.75	1.20	32.75		---
[2] - Strato 2	14.21	5.40	14.21		---
[3] - Strato 3	43	6.00	43		---

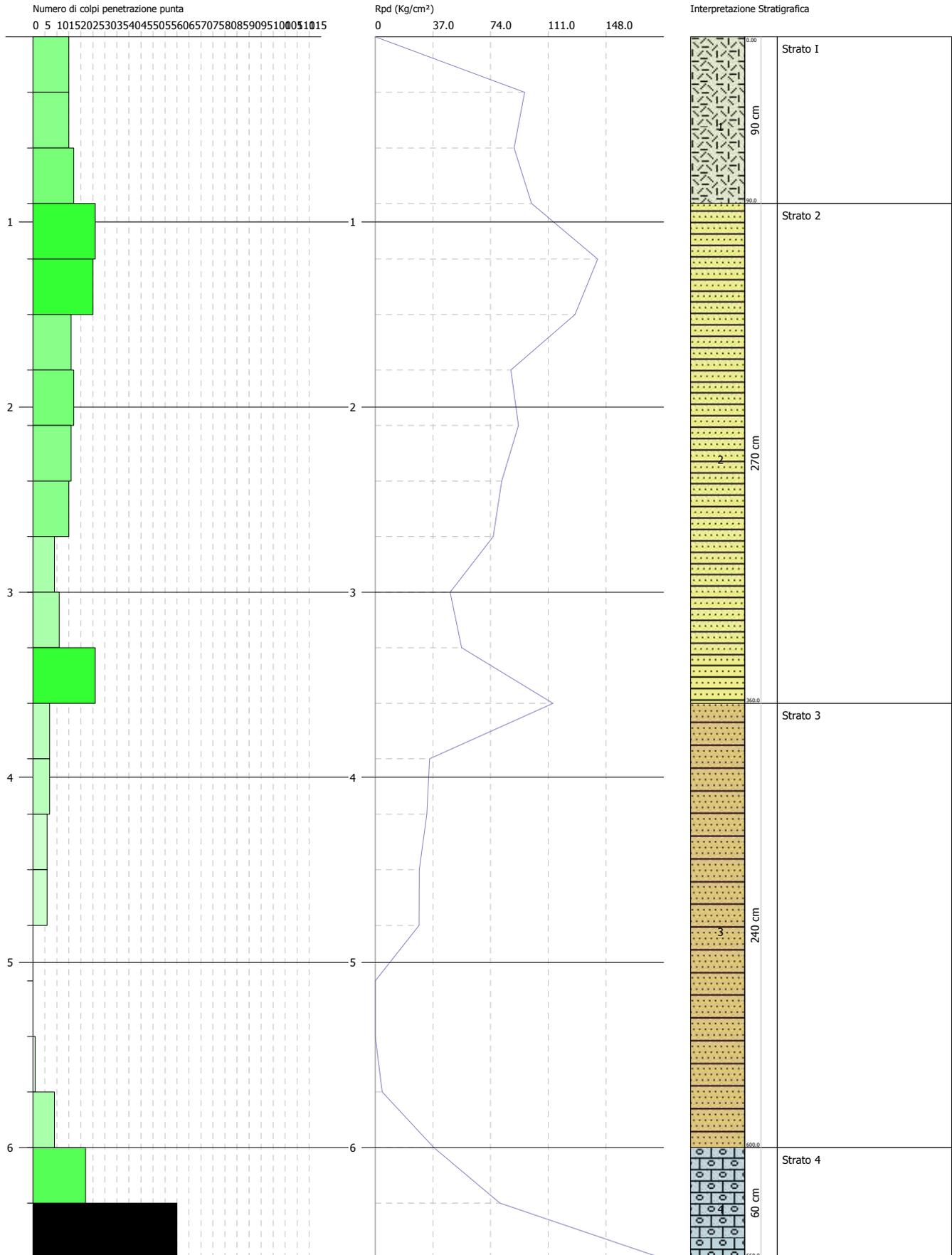
Rieti, Luglio 2017

GEO 3D Srl

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... Deep Drill SP200

Committente:
 Cantiere:
 Località:

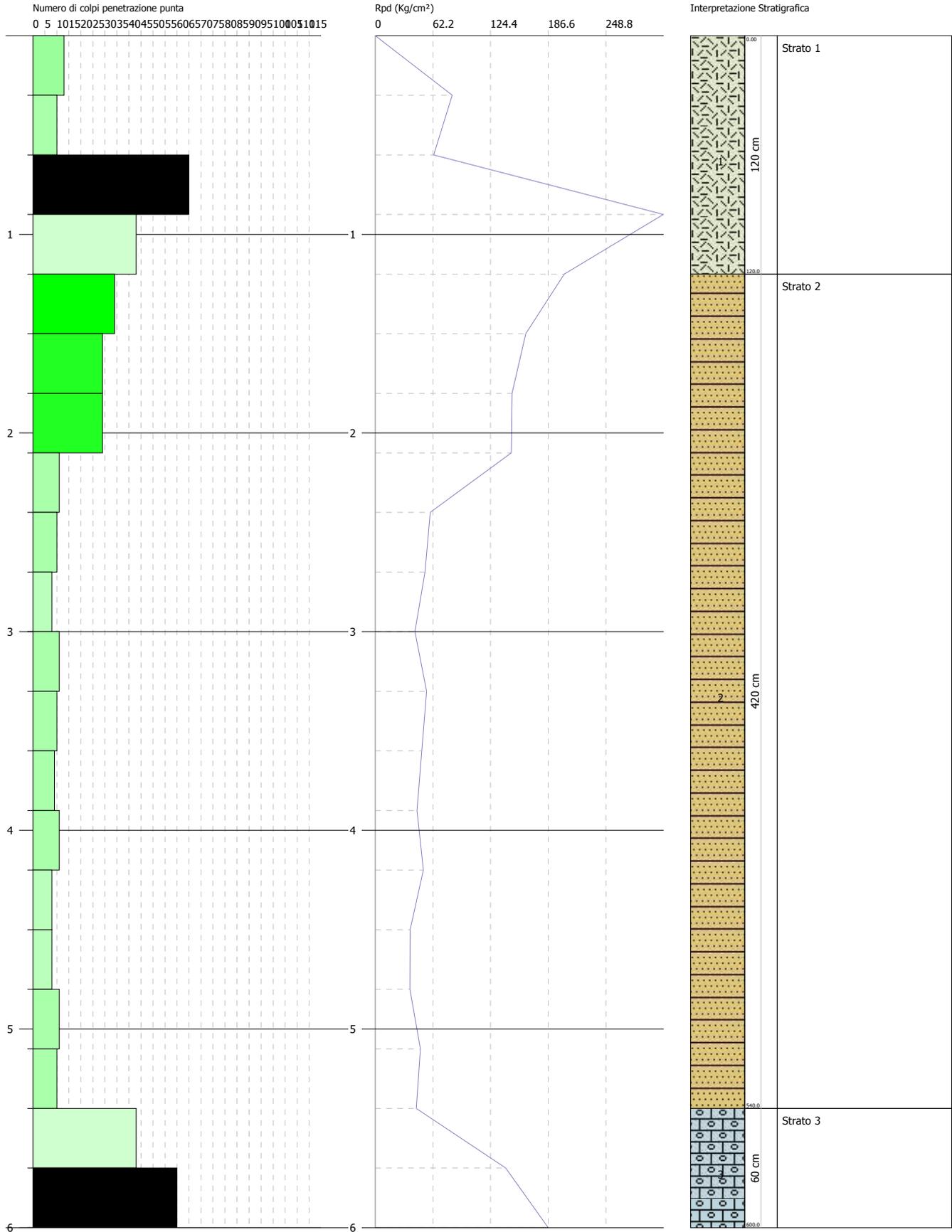
Data: 13/07/2017



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... Deep Drill SP200

Committente:
 Cantiere:
 Località:

Data: 13/07/2017





Società di tecnologie e servizi innovativi nel settore ambientale

COMUNE DI SAN GINESIO (MC)

V.LE NICOLA GRASSELLI



RAPPORTO PROVE GEOFISICHE

DATA:

LUGLIO 2017

COMMITTENTE:

Dott. Geol. Piergiovanni Valentini

GEO 3D SRL

PROPRIETARIO:

Caritas

AREA	RAPPORTO DI PROVA	ESEGUITO	VERIFICATO RTE	AGGIORNAMENTO	
GEOFISICA	D 029-17	5-07-2017	11-07-2017		 

SOCIETA' CERTIFICATA PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI E GEOGNOSTICHE IN SITU

GEO 3D SRL Via della Chimica,snc Loc. Vazia - 02100 Rieti tel./fax. 0746-221363 WWW.geo-3d.it EMAIL : admin@geo-3d.it
Cod. Fisc. e P.I.:00937950574



INDICE

1.0	PREMESSA	2
2.0	PROVE SISMICHE	2
2.1	<i>Indagini geofisiche indirette tipo MASW</i>	2
2.1.1	Indagine Masw 1	3
2.2	<i>Misura di rumore sismico ambientale</i>	6
2.2.1	Strumentazione impiegata.....	7
2.2.2	Risultati dell'indagine HVSR 1	7
3.0	CONCLUSIONI	9

Allegati

1. Elaborazione MASW
2. Elaborazione HVSR

1.0 PREMESSA

Su incarico del Dott. Geol. Piergiovanni Valentini, lungo il V.le Nicola Grasselli, nel terreno di proprietà della Caritas, Comune di San Ginesio (MC) sono state eseguite le seguenti indagini ubicate secondo le indicazioni della Committenza:

- n.1 prove MASW;
- n.1 prove HVSR.

Di seguito vengono riportati i dati risultati.

2.0 PROVE SISMICHE

2.1 Indagini geofisiche indirette tipo MASW

Nella maggior parte delle indagini sismiche di superficie, energizzando con onde di compressione, più di due terzi dell'energia generata viene trasmessa al terreno sottoforma di onde di Rayleigh e di onde di Love.

Il fenomeno che sfrutta la tecnica MASW per ottenere dei profili di velocità delle onde S deriva dalla constatazione che l'onda superficiale ha una differente velocità di propagazione per ciascuna componente di frequenza, questo fenomeno è detto dispersione.

Mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, si restituisce lo spettro del segnale e si identifica mediante modellazione sismostratigrafica la curva di dispersione sperimentale che meglio segue i valori massimi di ampiezza del modo fondamentale.

Nel caso in esame, si è utilizzata una strumentazione costituita da un sismografo digitale PASI 16 S24U, 12 geofoni a bassa frequenza orizzontali (4.5 Hz), una mazza di 8 Kg, una piastra in alluminio e una trave di legno.

Sono state acquisite sia la componente radiale delle onde di Rayleigh sia la componente trasversale (Onde di Love) energizzando verticalmente su piastra e orizzontalmente su traversina in legno.

L'elaborazione è stata effettuata con i software dedicati WinMASW® 7.2 Academy, eseguendo un' analisi modale congiunta valutando quindi sia lo spettro ottenuto con la componente radiale delle onde di Rayleigh che quello ottenuto con le onde di Love.

Tale elaborazione consente di ridurre sensibilmente i problemi interpretativi, di modellazione e di non univocità connessi con un'elaborazione della sola componente verticale delle onde di Rayleigh.

2.1.1 Indagine Masw 1

In relazione all'andamento plano-altimetrico ed allo spazio disponibile per effettuare l'indagine, si è scelto un *array* costituito da 12 geofoni a spaziatura regolare di 3 m, visibile in Fig. 1.

Sono state eseguite acquisizioni delle due componenti ad uno degli estremi dello stendimento con offset di battuta di 6.5 m e 5 m. Offset di battuta migliore quello a 5 m.

I common-shot gather delle componenti acquisite in campagna si possono osservare nella Fig.2



Fig. 1: Stendimento linea sismica per l'acquisizione della MASW

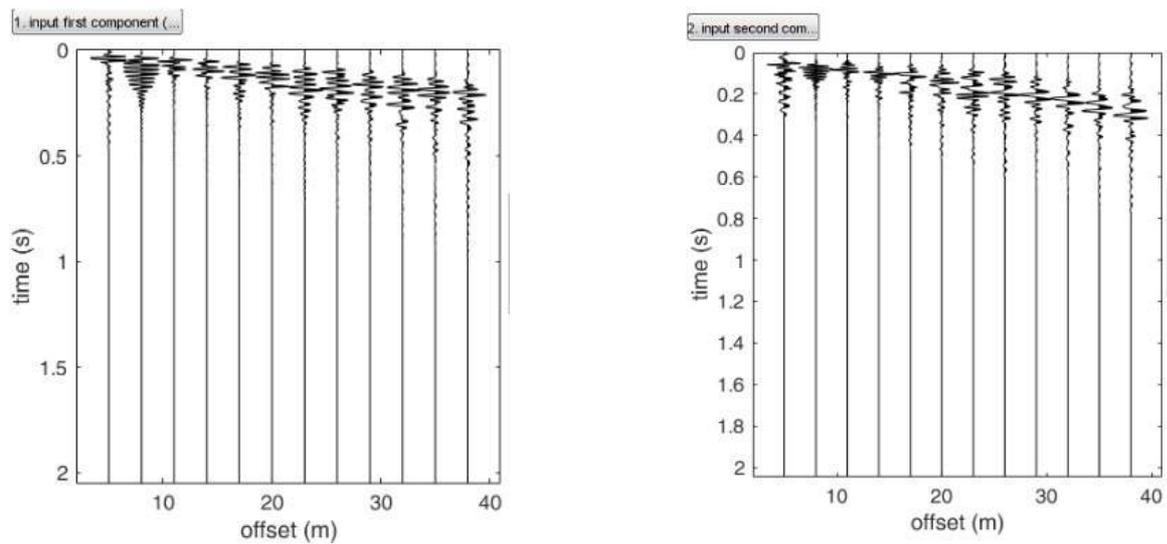


Fig. 2: Fig.2 Common-shot gather acquisito in campagna- Rayleigh e Love.

Il programma restituisce due modelli sismostratigrafici definiti “medio” e “migliore”.

La curva di dispersione che restituisce il miglior fitting degli spettri di velocità deriva da un profilo verticale delle onde S costituito da 8 sismostrati dalle seguenti caratteristiche:

Mean model:

Vsv (m/s): 180, 189, 313, 527, 627, 588, 614, 738

Vsv30 (m/s): 355

Vsh (m/s): 180, 189, 313, 527, 627, 588, 614, 738

Vsh30 (m/s): 355

Thickness (m): 1.9, 2.5, 11.2, 7.0, 9.6, 5.8, 6.6

Best model:

Vsv (m/s): 179, 192, 320, 571, 663, 566, 579, 628

Vsv30 (m/s): 355

Vsh (m/s): 179, 192, 320, 571, 663, 566, 579, 628

Vsh30 (m/s): 355

Thickness (m): 1.8, 2.8, 12.3, 7.2, 9.8, 6.0, 6.4

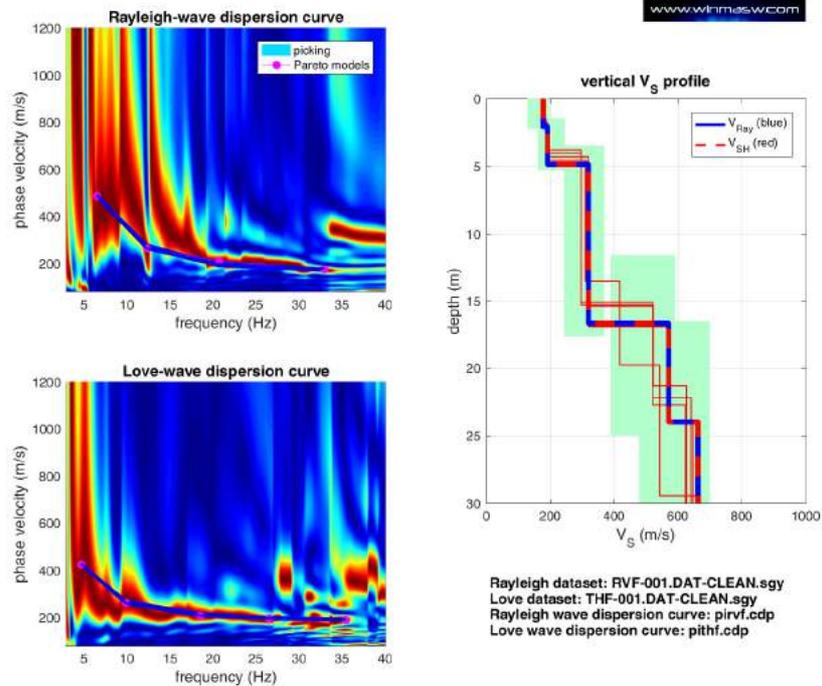


Fig. 3: Spettri di velocità, curve di dispersione, modello sismostratigrafico.

La velocità equivalente Vs30 pari a 355 **m/s** varia in funzione della profondità della fondazione: al piano campagna si colloca all'interno della fascia di valori che identifica nelle N.T.C. 2008 **la categoria di sottosuolo DI TIPO C** .

2.2 Misura di rumore sismico ambientale

La sismica passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine) e artificiali (attività antropiche). Il metodo di indagine utilizzato è quello a stazione singola dei rapporti spettrali (HVSr).

Il metodo HVSr consiste nello studio del rapporto spettrale tra la componente orizzontale del rumore e quella verticale (H/V spectrum). Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza determinata dal passaggio tra due strati con una differenza significativa del contrasto di impedenza (velocità delle onde e densità del materiale). Considerando due strati con differente impedenza acustica, la frequenza di risonanza (f_r) è legata allo spessore e alla velocità delle onde di taglio Vs della copertura dalla seguente relazione:

$$f_r = V_s / 4 h$$

V_{s1} =velocità delle onde S della copertura

h = spessore copertura

L' HVSr è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli.

2.2.1 Strumentazione impiegata

Lo strumento utilizzato per tali misurazioni è un geofono 3d da superficie con interfaccia USB marca PASI modello Gemini 2 caratterizzato da una frequenza naturale di risonanza di 2 Hz +/- 10%; le misure mostrano la presenza di due picchi molto vicini, come si può osservare dai paragrafi seguenti. L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato WinMASW 7.2 Academy

2.2.2 Risultati dell'indagine HVSR 1

La misura è stata eseguita in corrispondenza del sito di studio, la cui localizzazione dello strumento è visibile nella Fig. 4.



Fig. 4: Punto d'acquisizione della misura di rumore sismico ambientale eseguita.

Il valore di picco del rapporto spettrale H/V è pari a 6.3 in corrispondenza del valore di frequenza di 1.2 Hz. Di seguito vengono riportati gli spettri di ampiezza e del rapporto H/V e la persistenza del segnale.

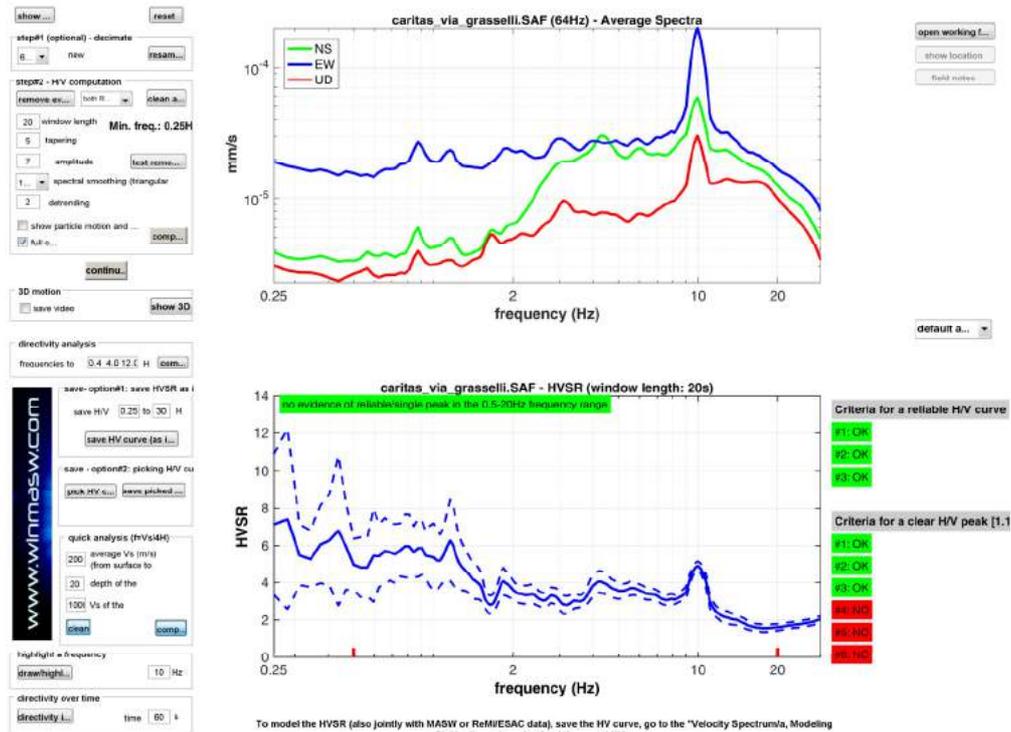


Fig. 5: Spettri di ampiezza e del rapporto H/V.

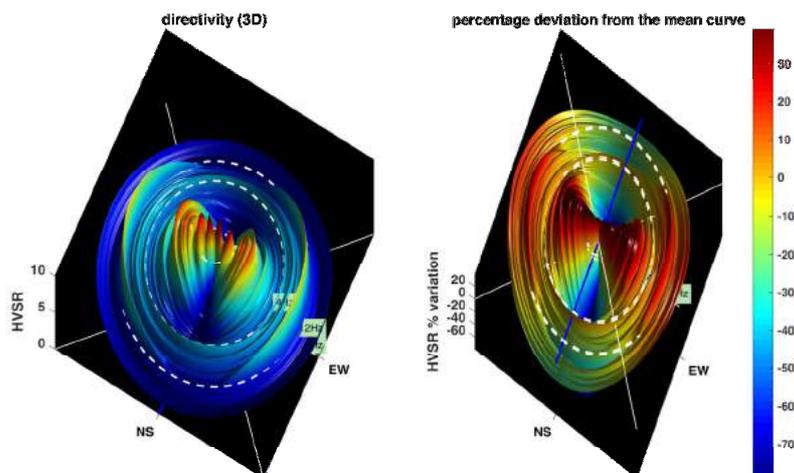


Fig. 6: Directivity of the H/V Spectral Ratio.

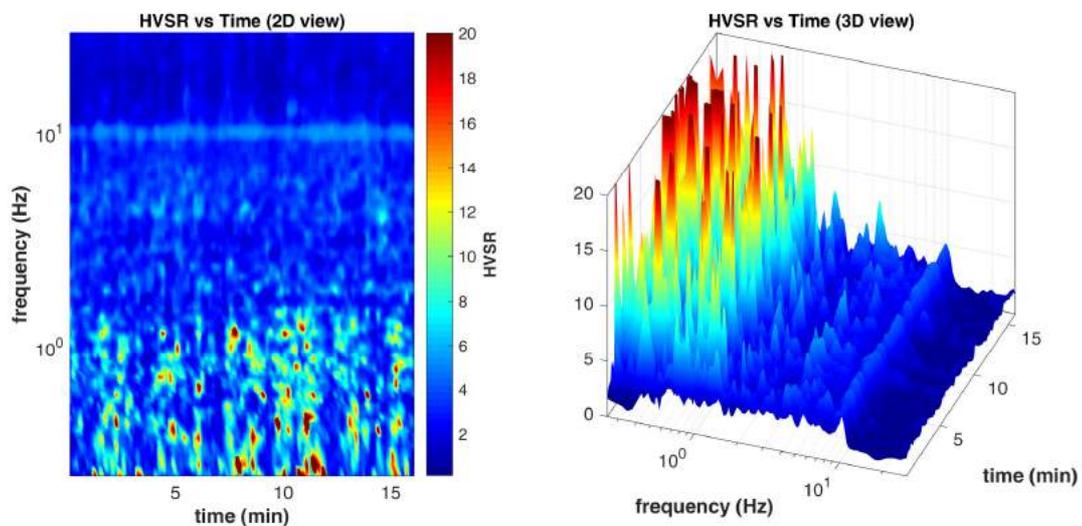


Fig. 7: Continuity (Persistence) of the H/V Spectral Ratio.

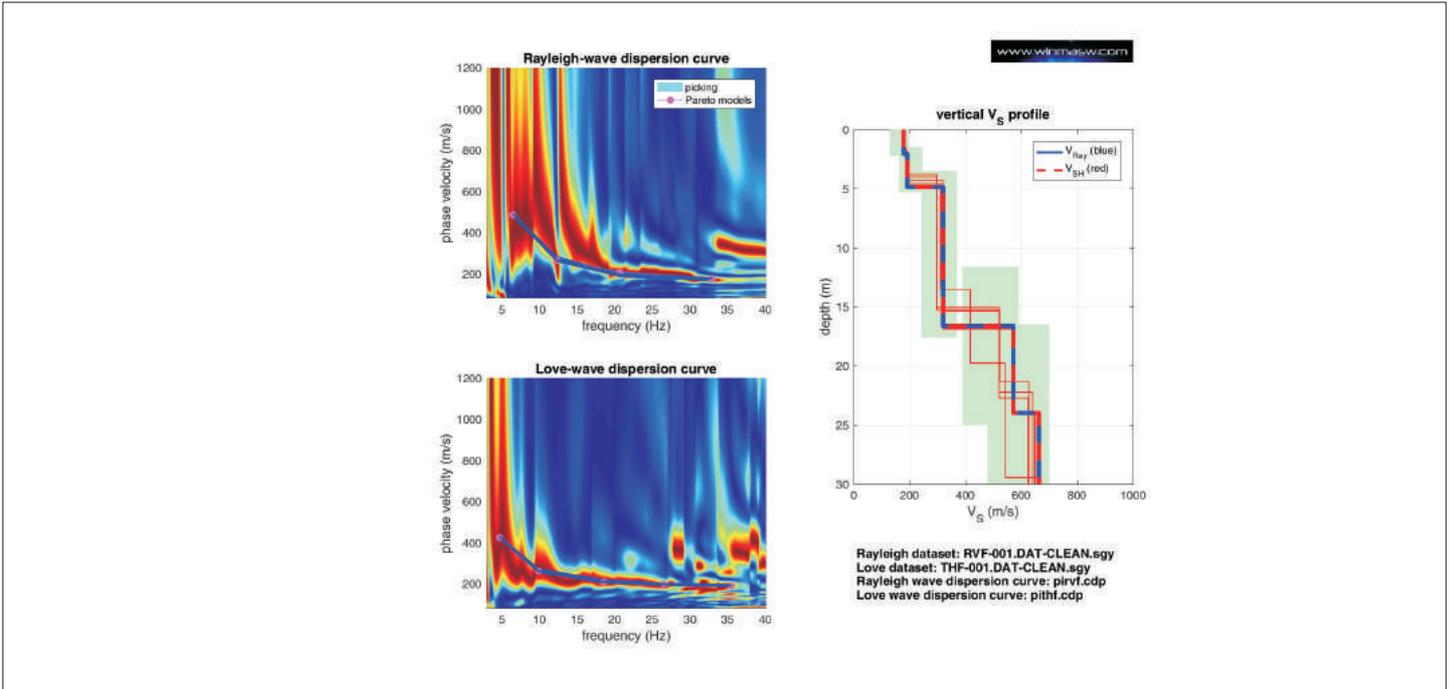
3.0 CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati ricavati dell'HVSr, è stato individuato un picco di frequenza pari a 1.2 Hz per il rapporto spettrale H/V. Il suddetto picco individua il substrato sismico a profondità rilevanti: il tutto potrebbe coincidere con una certa omogeneità nello spessore della copertura che si riscontra su tutto il territorio comunale di San Ginesio al di sopra di un substrato sismico profondo.

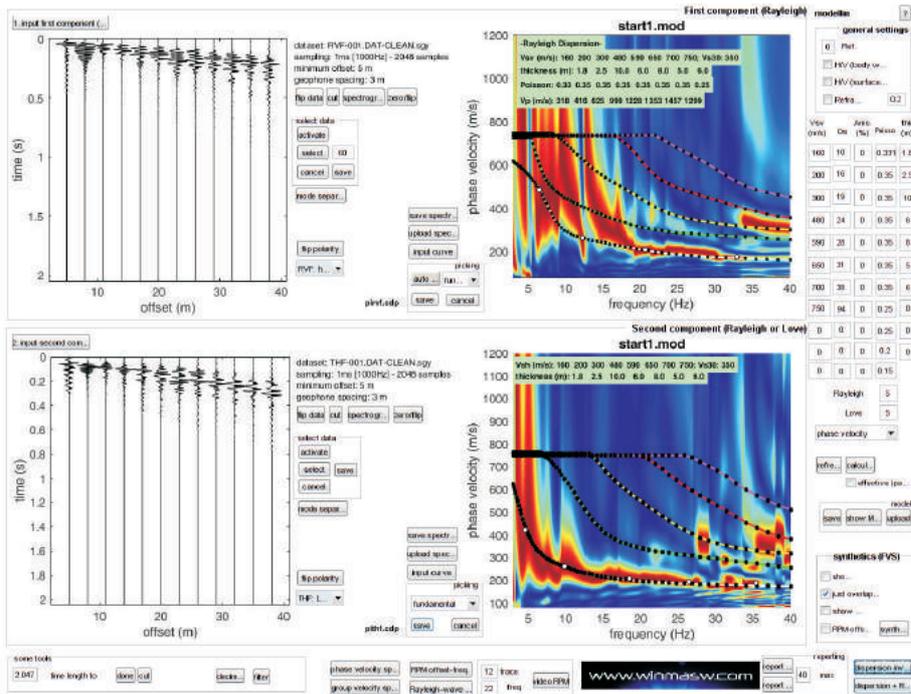


Rieti, Luglio 2017

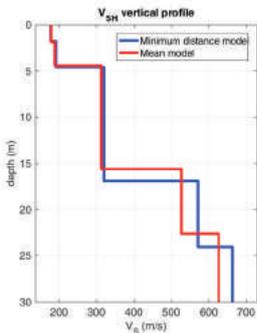
SPETTRI DI VELOCITA' ONDE RAYLEIGH - LOVE PROFILO Vsh MASW 1



MODELLAZIONE



SISMOSTRATIGRAFIA -Vs30



Mean model:
 V_{sv} (m/s): 180, 189, 313, 527, 627, 588, 614, 738
 V_{sv30} (m/s): 355
 V_{sh} (m/s): 180, 189, 313, 527, 627, 588, 614, 738
 V_{sh30} (m/s): 355
 Thickness (m): 1.9, 2.5, 11.2, 7.0, 9.6, 5.8, 6.6

Best model:
 V_{sv} (m/s): 179, 192, 320, 571, 663, 566, 579, 628
 V_{sv30} (m/s): 355
 V_{sh} (m/s): 179, 192, 320, 571, 663, 566, 579, 628
 V_{sh30} (m/s): 355
 Thickness (m): 1.8, 2.8, 12.3, 7.2, 9.8, 6.0, 6.4



Via della Chimica snc,
 02100 RIETI-
 www.geo-3d.it

PROGETTO :
 V.le Nicola Grasselli-
 Comune di San Ginesio (MC)
 Caritas

Curva di dispersione,
 Modellazione, Sismostratigrafia

winMASW & HoliSurface - Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

Dataset: caritas_via_grasselli.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2017 05 07 00 00 00.000 Z (UTC)

GPS data: Sat. 0 - 0°0'0.00" N - 0°0'0.00 E - 0 m

DATA PROCESSING

Date: 10 7 2017

Time: 17 7

Sampling frequency (Hz): 64

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [5 cycles]: 0.25Hz

Length of analysed dataset (min): 19.6

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 10

#####

SESAME criteria

,

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.2 (± 1.1)

Peak HVSR value: 6.3 (± 2.1)

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $1.157 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $2245 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f^-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.3Hz (OK)

#2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f^+) < A_0/2$]: yes, at frequency 1.6Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $6.3 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $1.100 > 0.116$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $3.501 < 1.78$ (NO)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters the results may change.

show ... reset

step#1 (optional) - decimate
 6... new resam...

step#2 - H/V computation
 remove ev... both R... clean a...

20 window length Min. freq.: 0.25H
 5 tapering
 7 amplitude test remo...
 1... spectral smoothing (triangular)
 2 detrending
 show particle motion and ...
 full c... comp...

contin...

3D motion
 save video show 3D

directivity analysis
 frequencies to 0.4 4.0 12.0 H com...

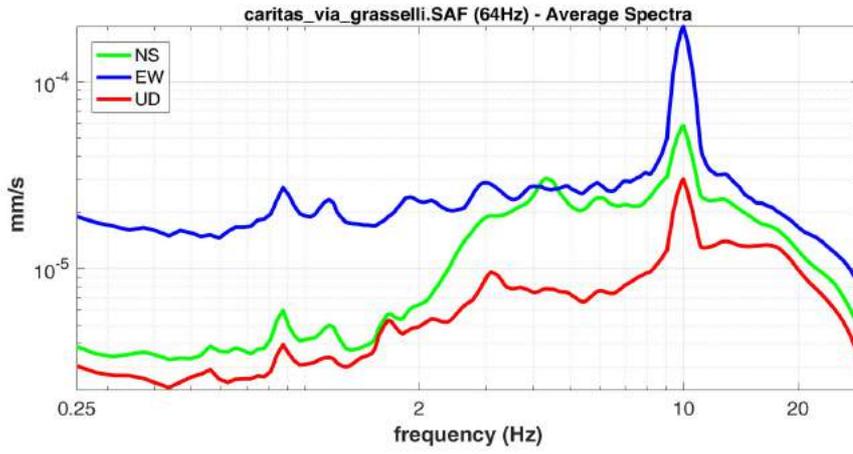
save - option#1: save HVSR as I
 save H/V 0.25 to 30 H
 save HV curve (as L...)

save - option#2: picking H/V cur
 pick HV c... save picked...

quick analysis (f=Vs/4H)
 200 average Vs (m/s) (from surface to
 20 depth of the
 100 V/s of the
 clean comp...

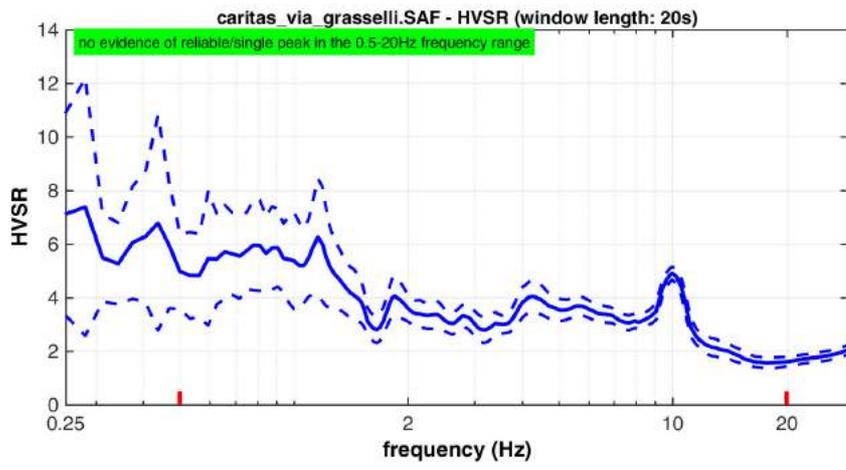
highlight a frequency
 draw/high... 10 Hz

directivity over time
 directivity L... time 60 s



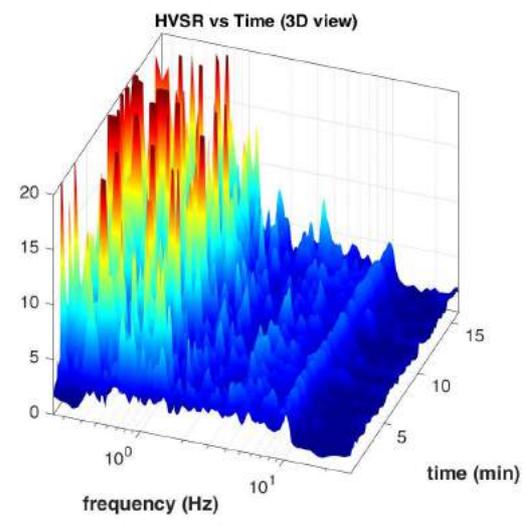
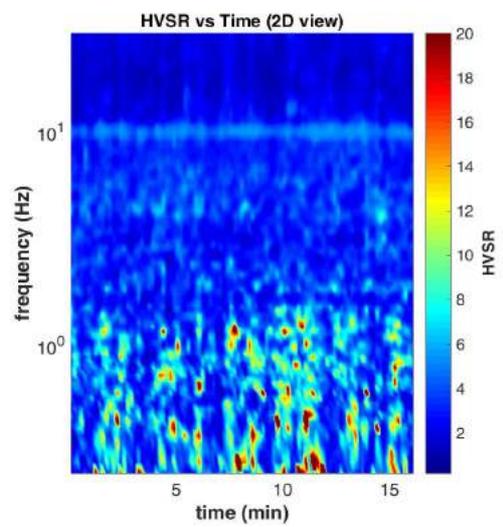
open working L...
 show location
 field notes

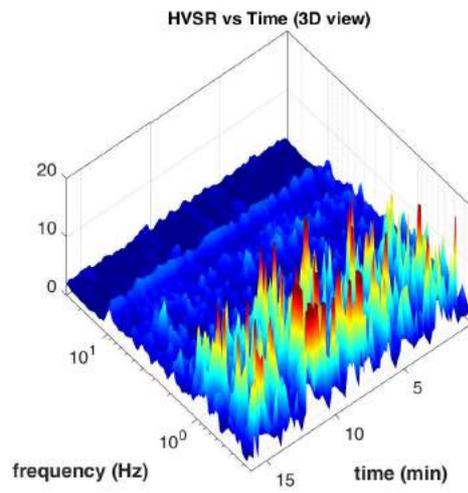
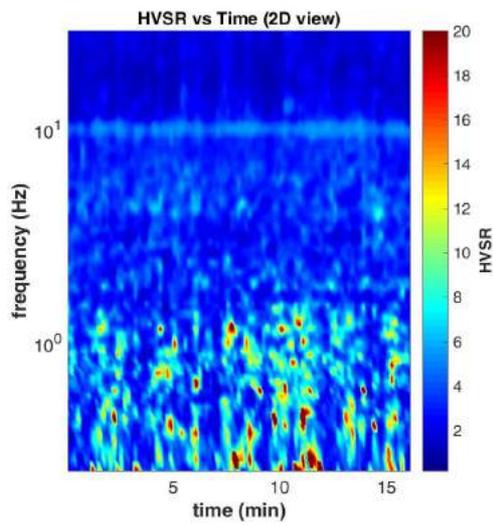
default a...



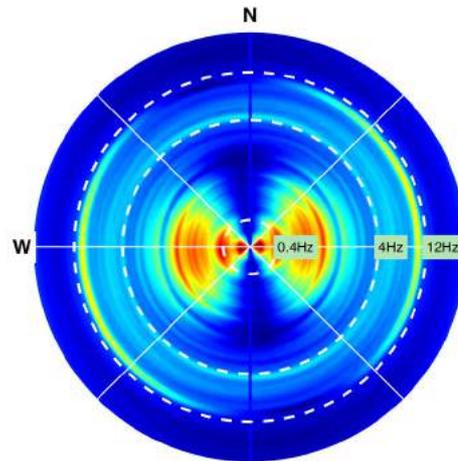
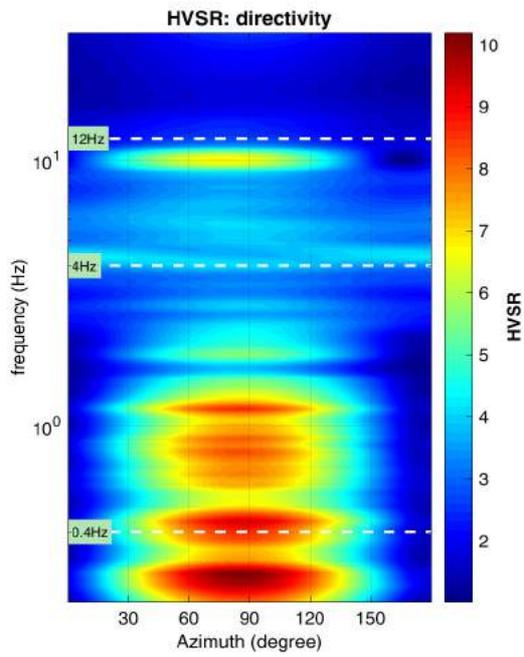
To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMI/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modellin

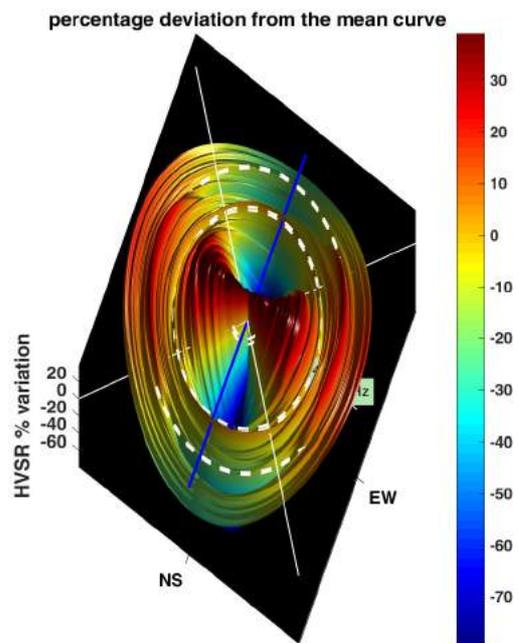
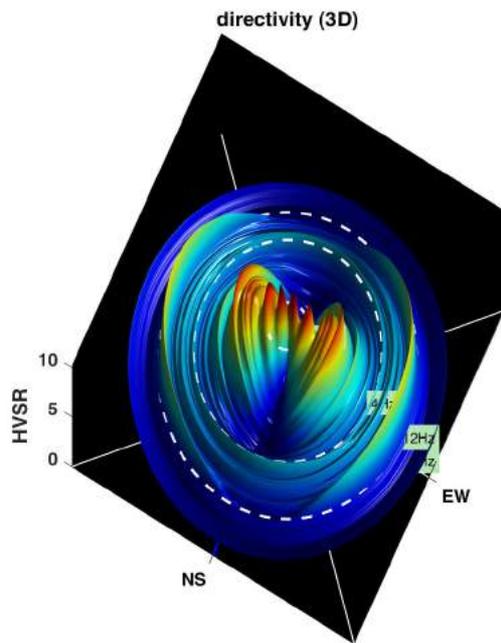
Continuity (Persistence) of the H/V Spectral Ratio





Directivity of the H/V Spectral Ratio





winMASW & HoliSurface - Surface Waves and Beyond

www.winmasw.com



Società di tecnologie e servizi innovativi nel settore ambientale

COMUNE DI SAN GINESIO

Prova MASW



RAPPORTO PROVA

DATA:

APRILE 2017

COMMITTENTE:

GEOL. PIERGIOVANNI VALENTINI

GEO 3D SRL

AREA	RAPPORTO DI PROVA	ESEGUITO	VERIFICATO RTE	AGGIORNAMENTO
INDAGINI	D 014-17	04-04-2017		



SOCIETA' CERTIFICATA PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI E GEOGNOSTICHE IN SITU

GEO 3D SRL Via della Chimica,snc Loc. Vazia - 02100 Rieti tel./fax. 0746-221363 WWW.geo-3d.it EMAIL : admin@geo-3d.it
Cod. Fisc. e P.I. 00937950574



INDICE

PREMESSA	2
INDAGINE GEOFISICA MASW	2
Risultati dell'indagine masw	5



PREMESSA

Su commissione del Geol. Piergiovanni Valentini, il giorno 04/04/2017 è stato acquisito n.1 stendimento di sismica di tipo masw, nel Comune di San Ginesio (MC), di seguito si riporta l'elaborazione della prova.

INDAGINE GEOFISICA MASW

Premessa

L'indagine sismica di analisi spettrale delle onde superficiali con tecnica MASW (*Multichannel Analysis Surface Waves*) è stata eseguita lungo l'area oggetto di studio.

Finalità dell'indagine è la valutazione della velocità delle onde secondarie o trasversali del terreno tramite le quali determinare i parametri fisico – elastici del terreno.

In particolare il profilo verticale delle onde S permetterà di valutare la velocità equivalente delle onde di taglio Vs30.

Descrizione tecnica masw

Nella maggior parte delle indagini sismiche di superficie, energizzando con onde di compressione, più di due terzi dell'energia generata viene trasmessa al terreno sottoforma di onde di Rayleigh che costituiscono la componente principale del *ground roll*.

Il fenomeno che sfrutta la tecnica MASW per ottenere dei profili di velocità delle onde S deriva dalla constatazione che l'onda superficiale ha una differente velocità di propagazione per ciascuna componente di frequenza, questo fenomeno è detto dispersione.

Mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, si restituisce lo spettro del segnale e si identifica la curva di dispersione sperimentale (fig.1).

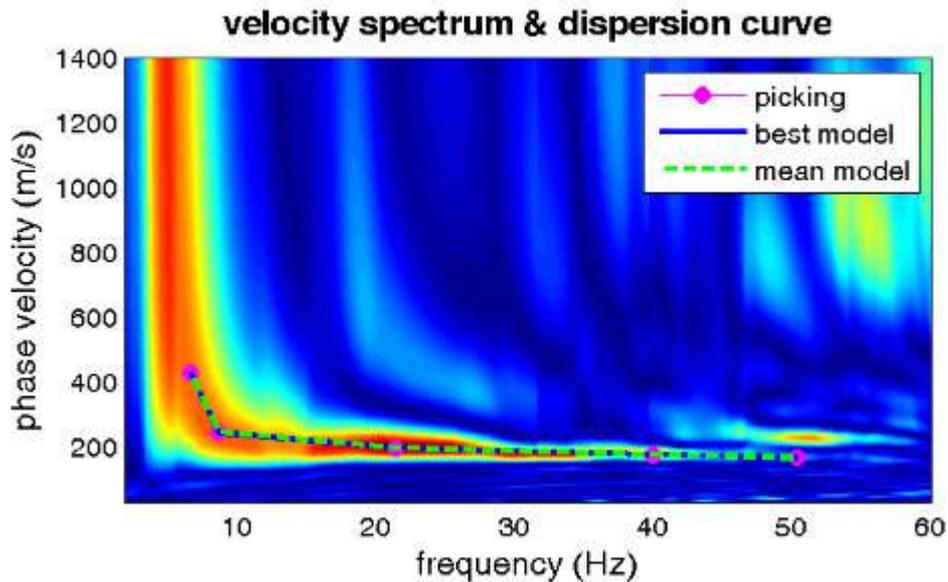


Fig.1 Spettro di velocità e curva di dispersione.

Questa curva deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente modificato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenerne uno a cui è associata una curva di dispersione approssimativamente coincidente con la curva sperimentale.

Strumentazione impiegata

Si è utilizzata una strumentazione costituita da un sismografo digitale PASI 16 S24U a 24 canali, 24 geofoni Pasi a bassa frequenza (4.5 Hz), una mazza di 8 Kg ed una piastra in alluminio.

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato WinMASW 7.1[®] che consente di analizzare dati sismici (*common-shot gathers* acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio) tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh la cui procedura si rifà agli algoritmi genetici.

Array dei geofoni

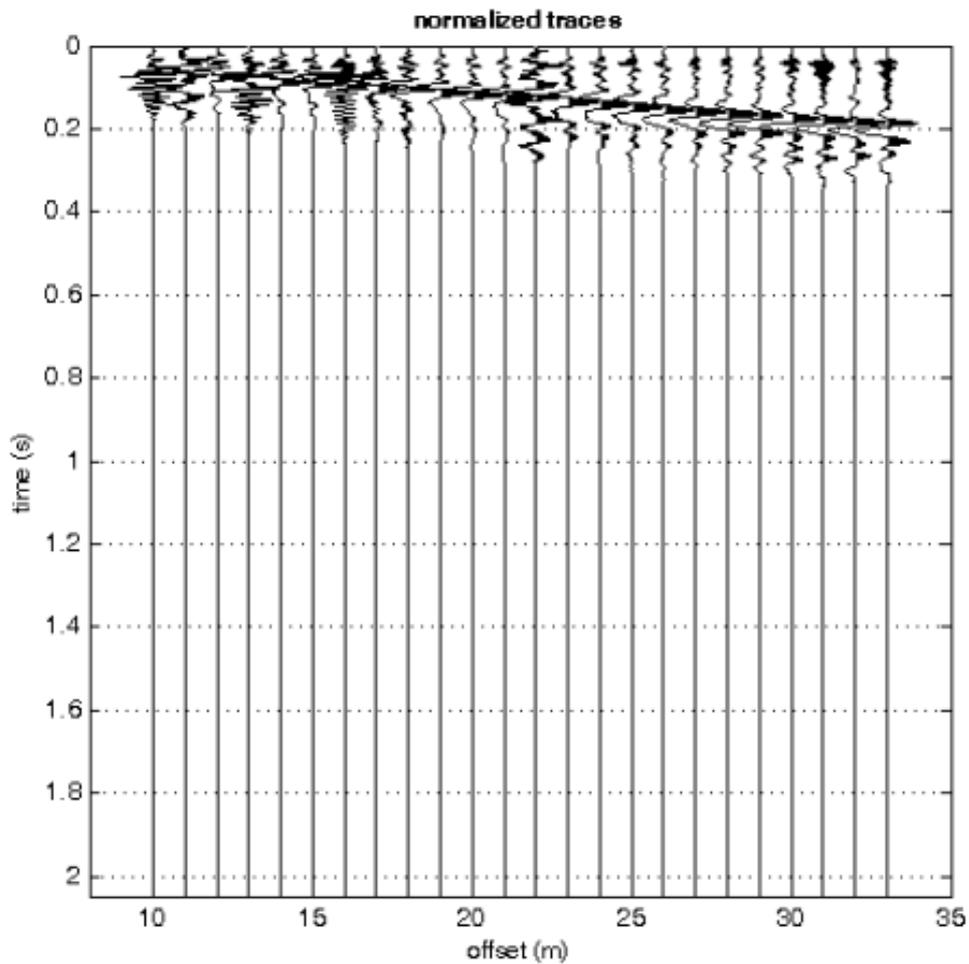
L'indagine masw 1 è stata effettuata su indicazione della committenza, (vedi all.1) , utilizzando 24 geofoni posti a m 1 cad.



Fig.2.Ubicazione della stesa masw

Sono state effettuate tre battute (offset) a 10, 5 e 3m.

L'offset di battuta che ha fornito dati qualitativamente migliori è di m 10 (fig.3).



**Fig.3.Common-shot gather acquisito in
campagna masw**

Risultati dell'indagine masw

Il programma restituisce due modelli sismostratigrafici definiti “medio” e “migliore”; il primo è calcolato secondo un'operazione statistica nota come MPPD (*Marginal Posterior Probability Density*) mentre il modello “migliore” si caratterizza in termini di minor misfit, cioè minor differenza tra curva osservata e calcolata.

La curva che meglio approssima i dati sperimentali deriva da un profilo verticale delle onde S costituito da 4 sismostrati dalle seguenti caratteristiche (tab1):

Tabella 1

MODELLO MEDIO		
Strato n	Spessore (m)	Vs (m/s)
1	1.7	169
2	10.8	231
3	1.8	374
4	-	753
Vs30=363m/s		

Di seguito si fornisce una stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici in base al profilo di velocità del modello medio (tabella 2)

Tabella 2

strato n.	Vp (m/s)	Densità (g/cm ³)	Rapporto VP/VS	Modulo di Poisson	Modulo di Taglio (MPa)
1	301	1.76	1.78	0.27	50
2	389	1.83	1.68	0.23	97
3	882	2.02	2.36	0.39	283
4	3481	2.36	4.62	0.48	1337

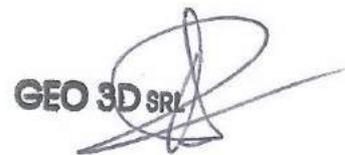
La velocità Vs30 pari a **363 m/s** rientrando nella **categoria di sottosuolo DI TIPO B**: “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)”.

Allegato 1

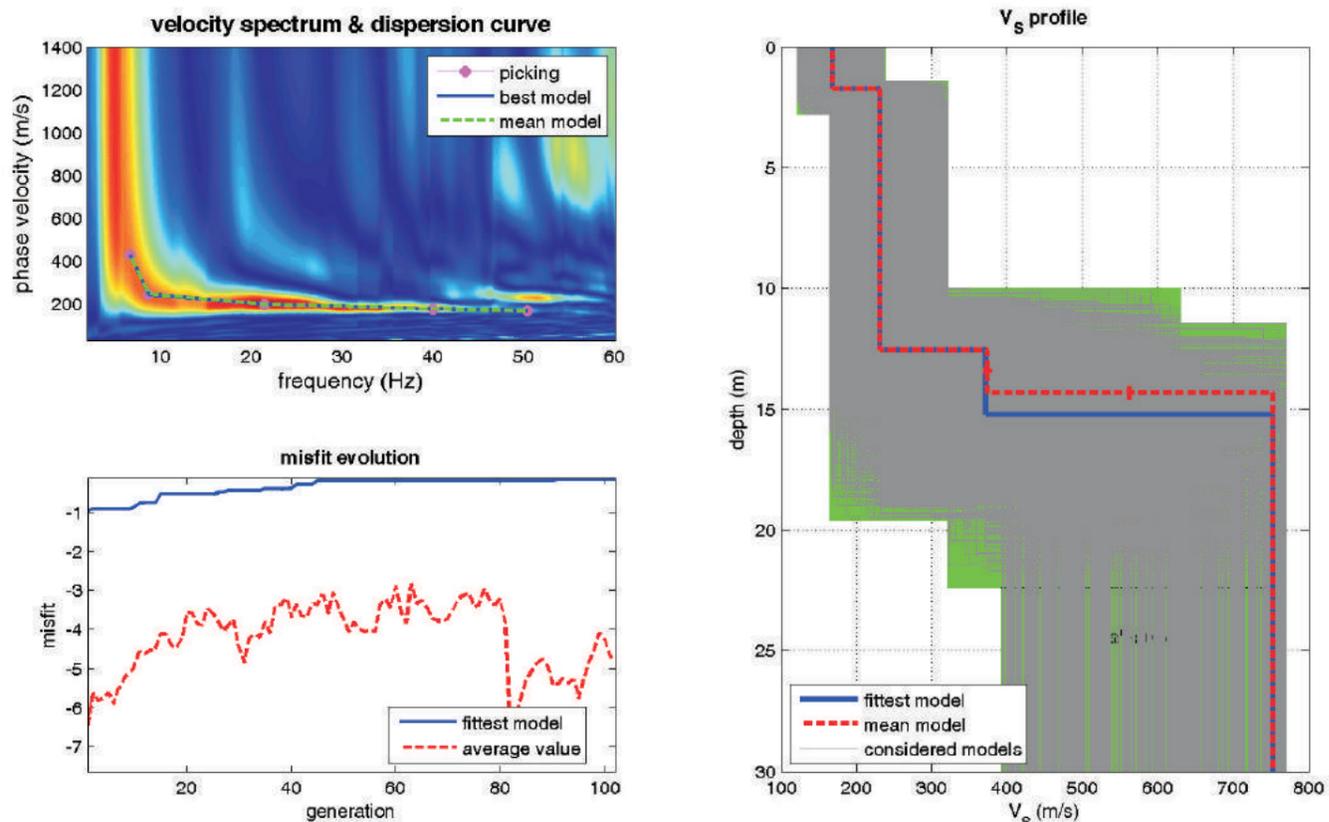


Ubicazione Idagine MASW

Rieti, Aprile 2017

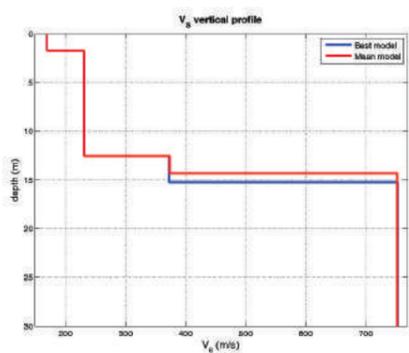


FULL VELOCITY SPECTRUM



dataset: masw1.mat
 dispersion curve: pick10.cdp
 Vs30 (best model): 357 m/s
 Vs30 (mean model): 363 m/s

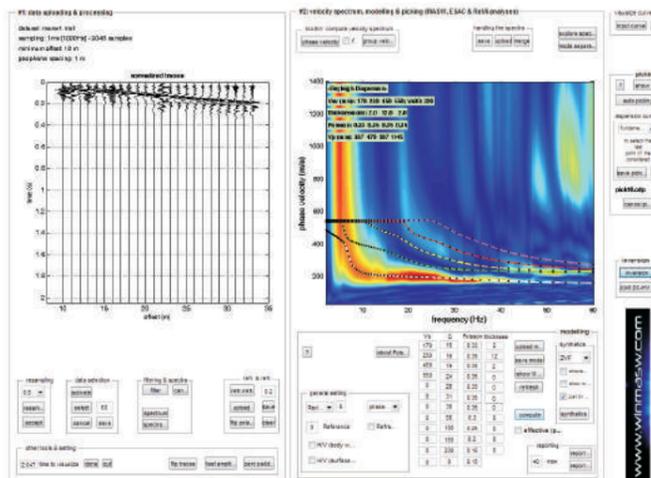
PROFILO VERTICALE Vs



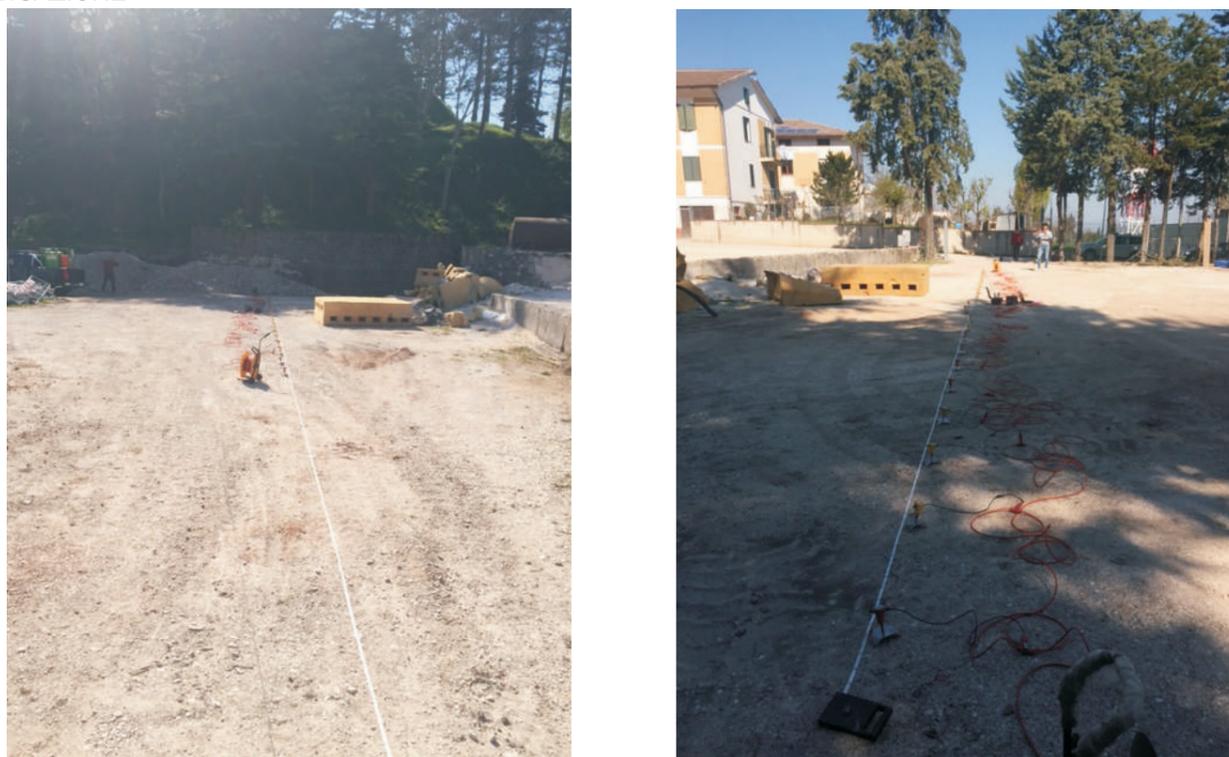
Best model

layer	Vs (m/s)	thickness (m)
1	169	1.74
2	231	10.80
3	372	2.69
4	753	

SISMOGRAMMI E MODELLAZIONE



UBICAZIONE



INDAGINI GEOFISICHE	COMMITTENTE	AREA	RAPPORTO DI PROVA	ESEGUITO
MASW	Geol. Piergianni Valentini	GEOFISICA	D 014-17	04/04/2017