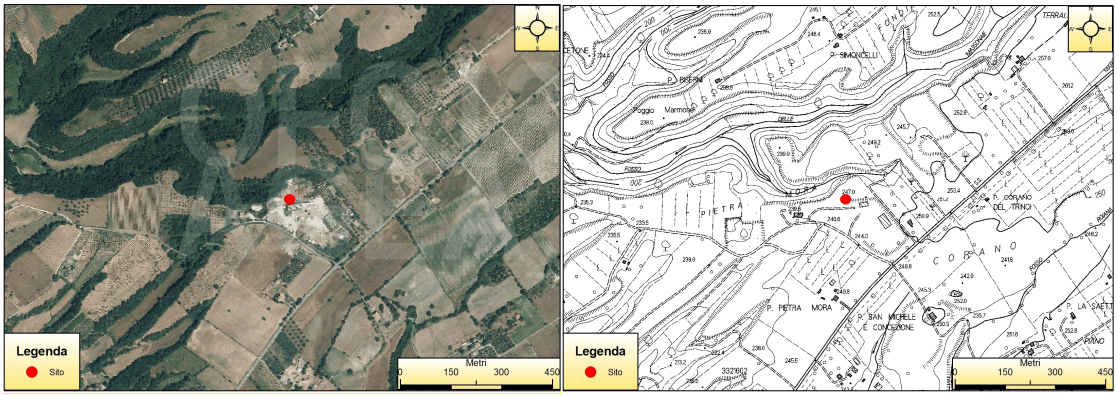
REGIONE TOSCANA– PROVINCIA DI GROSSETO
COMUNE DI PITIGLIANO

In base alle prescrizioni del D.M. LL.PP dell' 11/03.1988 e della circ. Min. LL. PP. 30483 del 1988 per le prove geognostiche, e DM 14.01.2008 e circ. min. 617 del 2/2/2009 per la relazione stessa. Inoltre si è tenuto conto del Piano di Assetto Idrogeologico di appartenenza e del DPR 380/01. La relazione è stata redatta ai sensi del DPR 328/01 - art. 41, DPGRT 8 agosto 2003, n. 48/R, del Regolamento Regionale 53/r e dell'art 71 del Regolamento Urbanistico del Comune di Pitigliano.

AGRICOLA 2000

PROGETTO DI PIANO ATTUATIVO PER L'AREA DI PRODUZIONE, LAVORAZIONE E DEPOSITO TERRICCI
Località Pietramora

RELAZIONE GEOLOGICA E ANALISI GEOTECNICA DEL TERRENO
RELAZIONE DI FATTIBILITÀ



Pitigliano, giugno 2015

Professionista incaricato
Dott. Geol. Alessandro Pizzetti

Collaboratori
Dott. Geol. Francesco Giuseppe Rossi
Dott. Geol. Francesco Gentili

Sommario

INTRODUZIONE 3
CENNI SULL'ASSETTO GEOLOGICO SRUTTURALE DELLA REGIONE 5
INQUADRAMENTO GEOLOGICO 7
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO 10
IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA 13
TIPOLOGIA DI PROVE GEOTECNICHE E GEOFISICHE ESEGUITE 16
INDAGINE GEOGNOSTICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 17
CARATTERIZZAZIONE SISMICA 21
VINCOLO IDROGEOLOGICO 25
FATTIBILITA' 27
CONCLUSIONI 34
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 36
Risultati delle analisi MASW 53

CARTE ELABORATE:
Stralcio Carta Tecnica Regionale 1:10000
Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100000
Carta geologica ricostruita 1:5000
Stralcio P.A.I. Autorità di bacino regionale Lazio 1:25000 e 1:5000
Carta delle prove di dettaglio 1:1000
Stralci Carte del Piano Strutturale di Pitigliano
Carta rischio sismico
Stralcio Carta IFFI

INTRODUZIONE

Nella presente relazione si espongono i risultati di uno studio geologico e geotecnico per il "Progetto di piano attuativo per l'area di produzione, lavorazione e deposito terricci" sito in località Pietramora. Tale progetto implica la costruzione di un nuovo edificio, la costruzione di un basamento da eseguire in due fasi e l'escavazione di una vasca per la captazione acque. L'area in esame è ubicata cartograficamente al foglio 332160 della Carta Tecnica Regionale 1:10000. Coordinate Lat. Nord 42.604886, Long. Est 11.619643

In allegato al presente testo, e nelle immagini seguenti, sono fornite indicazioni dettagliate riguardo l'ubicazione dell'area in esame.

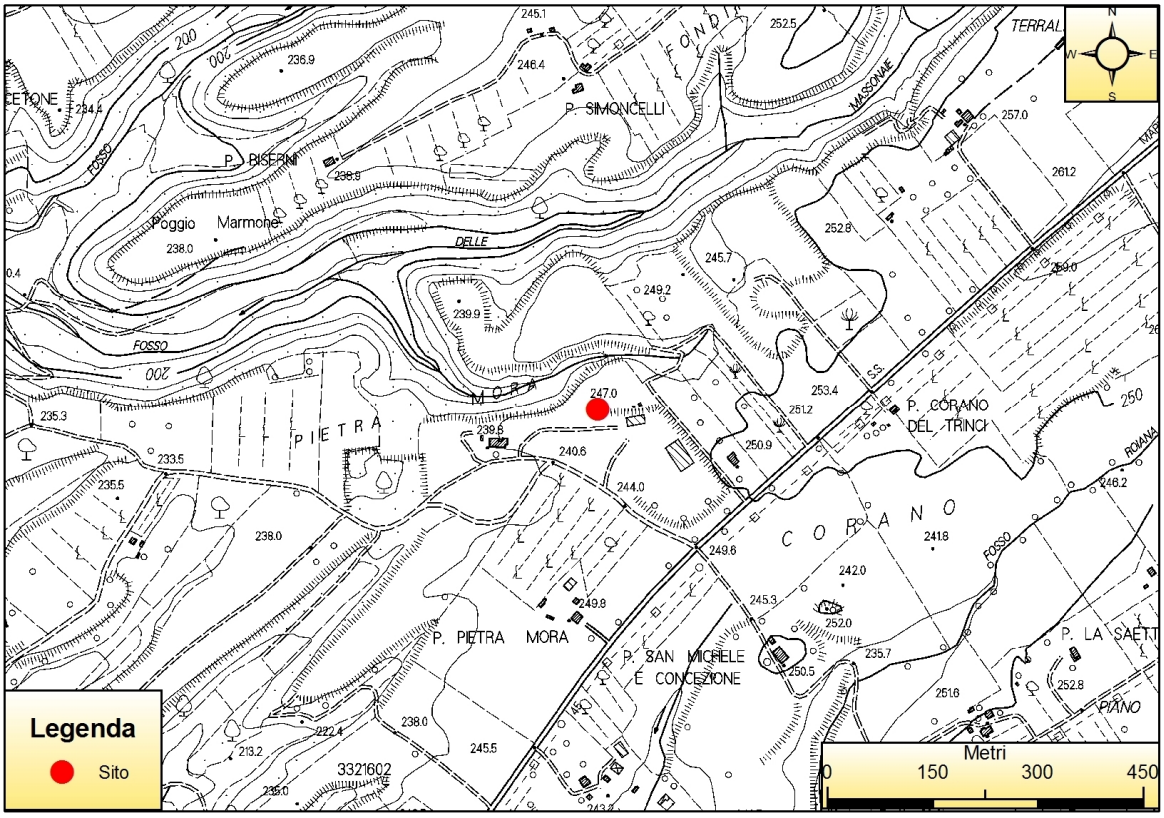


Figura 1:Stralcio della Carta Tecnica Regionale 1:10.000 foglio 332160, in rosso è evidenziata l'area di interesse

Lo scopo della presente relazione è di definire il quadro delle condizioni geologiche locali, per valutare la fattibilità dell'opera.

Per questo motivo, oltre al sopralluogo di rito durante il quale è stato realizzato un esame

geologico e morfologico di un'ampia area circostante il posto, si è intervenuti localmente con una campagna geognostica in situ. Il lavoro può essere così descritto:

- Sopralluogo di rito e rilevamento speditivo dell'intorno più immediato al sito oggetto di indagine;
- Reperimento di tutta la Cartografia tecnica di settore (Corografiche ed ortofotocarte a varie scale, Vecchia Cartografia Geologica, Carta Geologica Italiana, Carta geologica 1:10000 della Regione Toscana, Stralcio della Carta della Pericolosità P.A.I. di A.B.I. del Fiume Fiora, Carta del reticolo Idrografico, Carta dei fenomeni gravitativi progetto IFFI, Cartografia del Piano Strutturale del Comune di Pitigliano).
- Reperimento di relazioni geologiche e geotecniche realizzate su terreni dalle medesime caratteristiche meccanico fisiche;
- Esecuzione ed elaborazione di 3 prove penetrometriche dinamiche (DPSH)
- Discriminazione dei principali orizzonti stratigrafici e successiva parametrizzazione geotecnica degli strati indagati con le prove penetrometriche dirette;
- Esecuzione ed interpretazione di 2 indagini geofisiche di tipo MASW.

Lo studio è stato svolto alla luce delle vigenti normative in materia.

CENNI SULL'ASSETTO GEOLOGICO SRUTTURALE DELLA REGIONE

I movimenti orogenici compressivi lungo l'Appennino tirrenico risalgono al Miocene superiore; successivamente si è instaurato un regime tettonico distensivo (Signorini, 1946; Locardi et al., 1975) ad horst e graben in tutta l'area tosco-laziale. Nel Miocene medio-superiore, si ebbe l'apertura del Mar Tirreno che interessò la fascia di deformazione ad est della Corsica-Sardegna, accompagnata da una rotazione antioraria dell'Appennino, provocando una lacerazione della crosta (Scandone, 1979). Nel Pliocene inferiore comincia a sprofondare, lungo faglie con andamento appenninico, l'intera fascia costiera del Tirreno provocando una vasta trasgressione marina. Con la trasgressione iniziò, nei bacini così formati, una lenta sedimentazione che continuò fino al Pliocene medio, quando si ebbe un sollevamento di tutta la zona interessata dall'horst e graben a causa di una faglia orientata SO-NE.

Per quel che riguarda il vulcanismo nel Lazio settentrionale (che iniziò a seguito dei movimenti tettonici distensivi) si può identificare una serie di distretti vulcanici (Distretto Cimino, Distretto Vicano, Distretto Vulsino) con attività prevalentemente esplosiva subaerea.

Il substrato sedimentario è costituito da depositi neo-autoctoni post-orogenetici del Miocene superiore e Pleistocene, che ricoprono le formazioni flyschoidi delle Unità Liguridi e le successioni carbonatiche mesozoiche della Serie Toscana (Fig.2).

Dalla bibliografia esistente è possibile ricostruire questa stratigrafia generale dell'area:

- Formazioni Vulcaniche del distretto Vulsino (Pleistocene)
- Depositi post-orogenici da conglomerati, sabbie e argille (Miocene superiore Pleistocene);
- Sequenza di flysch liguride alloctono formata da shales, siltiti e calcari con subordinate arenarie e marne (Cretaceo-Eocene);
- Formazioni carbonatiche e arenarie calcaree del Dominio Tosco-Umbro (Mesozoico- Cenozoico).

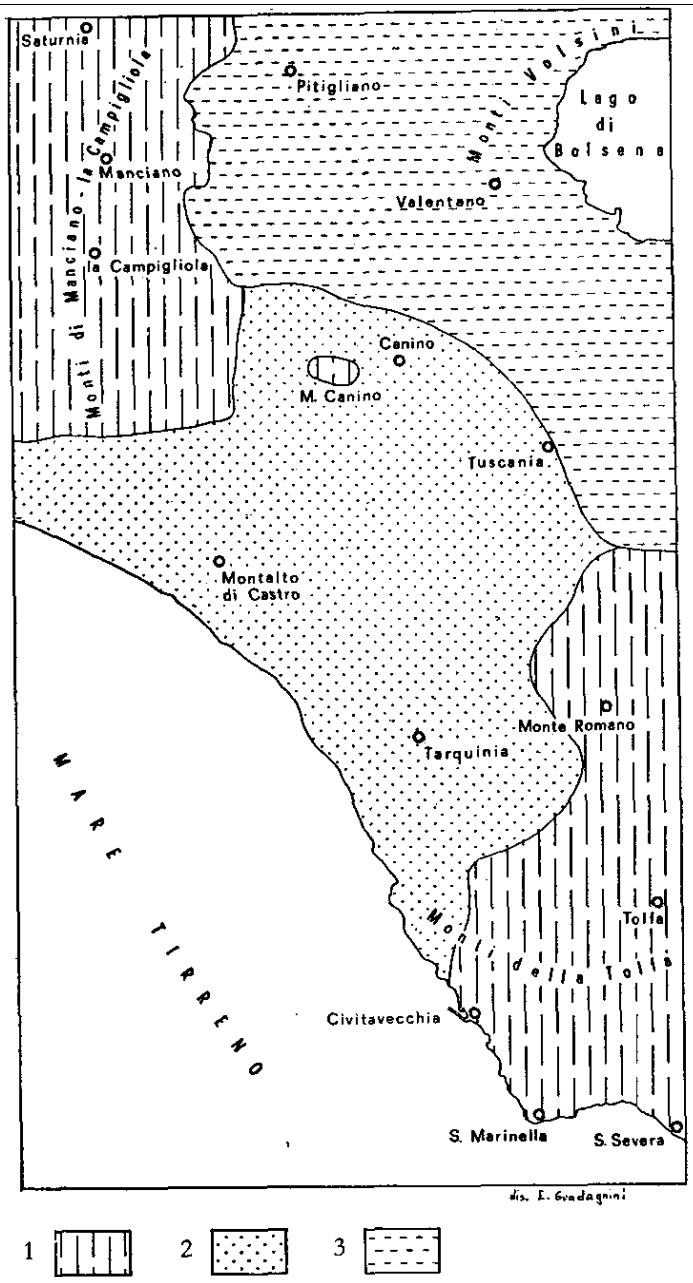


Fig. 2. - SCHEMA GEOLOGIC0 DEI FOGLI

1) Area delle formazioni della Serie Toscana e del flysch prevalenti. -- 2) Area delle formaziani neogrniche e quaternarie prevalenti -- 3) Area delle formazioni vulcaniche prevalenti.(CGI Fgl. 136-142)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Da un inquadramento più specifico, l'area oggetto di studio, essendo situata a Sud Ovest del Comune di Pitiglaino, ricade (fig. 3) nella più vasta e complessa area delle formazioni vulcaniche Pleistoceniche del distretto Vulsino. Come si può vedere nella figura sottostante, l'eterogeneità degli affioramenti del comprensorio è soprattutto dovuta ai tempi di deposizione ed alla genesi degli orizzonti presenti, in parte poi modificati dal continuo rimodellamento delle acque superficiali e degli agenti esogeni.

Figura 3: Stralcio 1:25000 della Carta Geologica d'Italia 1:100000 Foglio 136 "Tuscania"

L'area di studio è caratterizzata (cfr. C.G.I.) dalla presenza di "τ_4^w" *"Ignimbrite trachitica superiore con matrice micropomicea rosso fulva con pomici nere"*. Ad Est del sito sono rinvenibili "*ct*" "*Alternanze di lenti, strati e livelli più o meno compatti di: marne, limi e sabbie con prevalenti elementi vulcanici, pomici e lapilli*", mentre ad Ovest e a Sud si annovera la presenza di "τ_2^w" *"Ignimbrite trachitica rossa , gialla violacea a matrice prevalentemente pomicea"*. Per completezza di trattazione si annovera la presenza di "T^2" *"tufo stratificato grigio con pomici bianche e nere"* e recenti orizzonti eluviali *"a^3"* ovvero "*Alluvioni recenti ed attuali"* (Olocene).

Di seguito è riportato uno stralcio della Carta degli elementi geologici e strutturali del Piano Strutturale del Comune di Pitigliano (QCG1h), con un le formazioni geologiche dell'area in dettaglio (cfr. legenda figura 4).

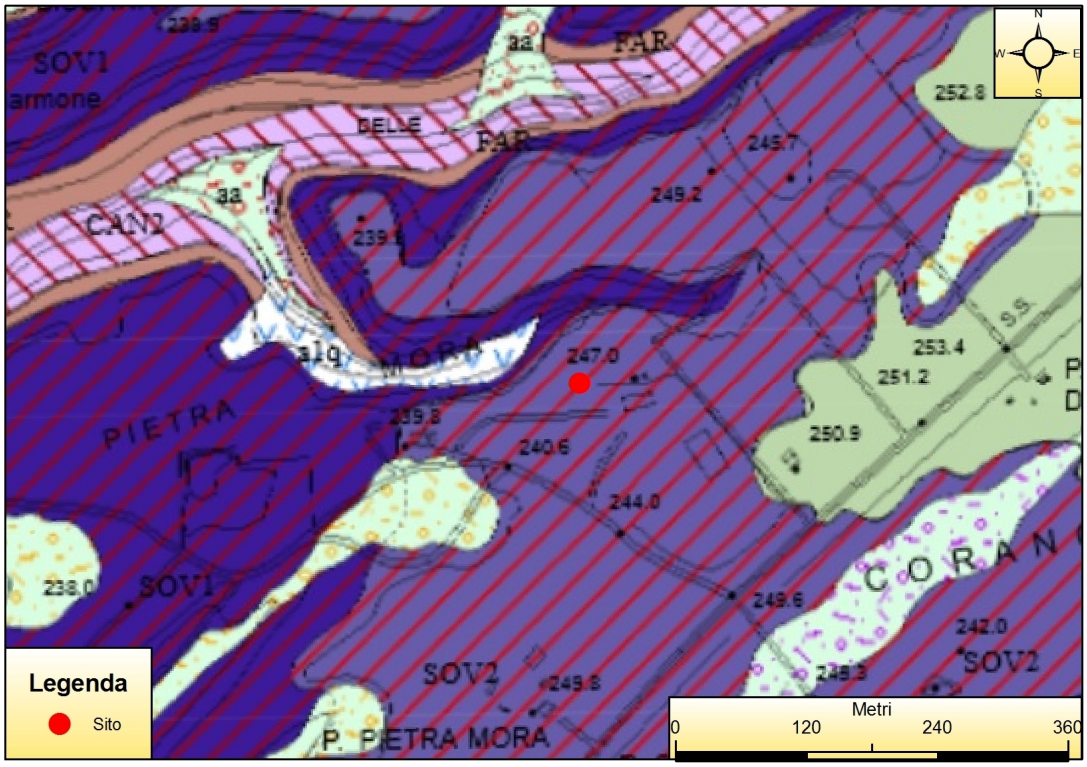


Figura 4: Stralcio 1:5000 della Carta QCG1h con relativa legenda (a fianco).

In seguito al sopralluogo di rito, è stato appurato che nel sito è affiorante SOV1 (Tufo litoide rosso a scorie nere). Ciò è dovuto all'attività estrattiva, che ha interessato l'area negli anni passati, durante la quale è stato quasi completamente rimossa la formazione SOV2 (Pozzolana nera), facendo così affiorare il Tufo litoide sottostante.

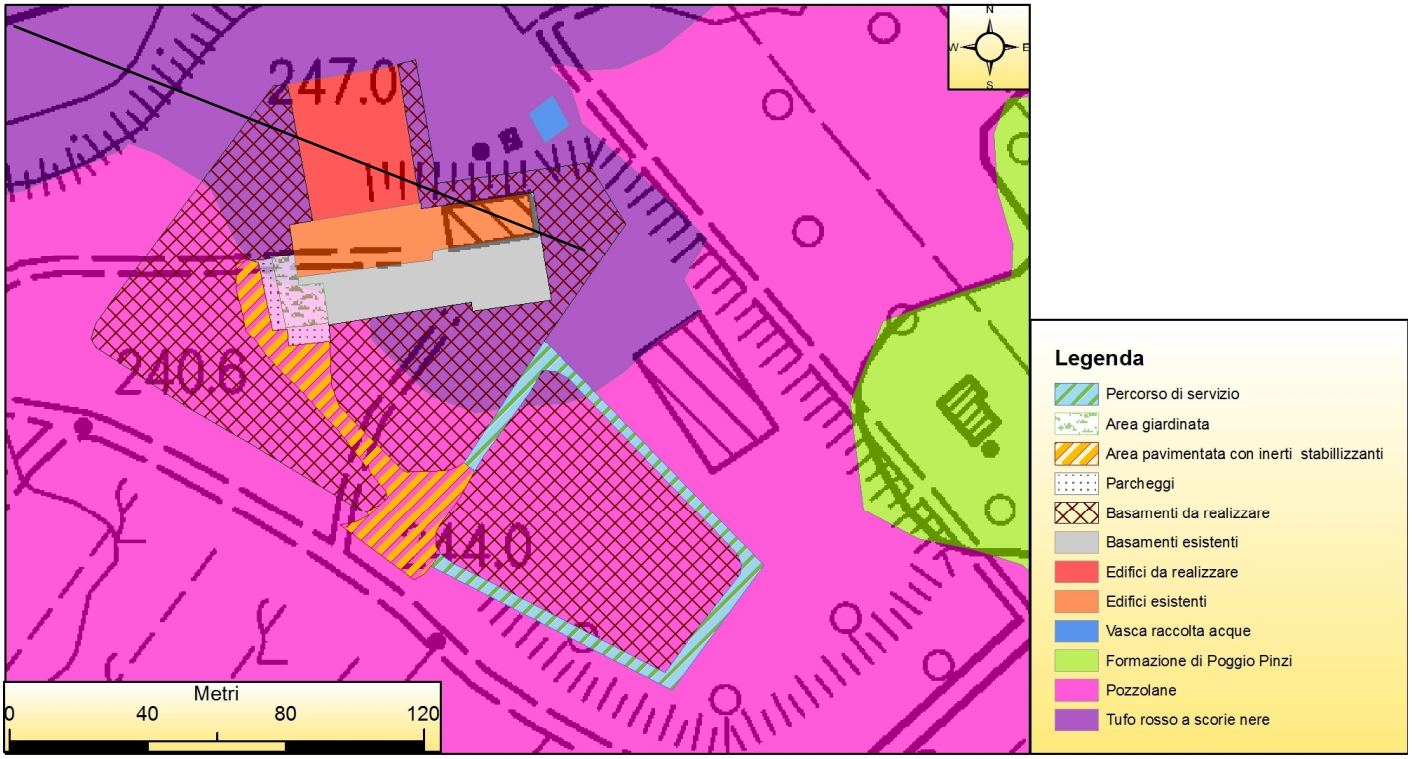


Figura 5: Carta geologica di dettaglio (1:2000) con gli elementi progettuali del paino attuativo con le formazioni affioranti inseguito alle attività estrattive.

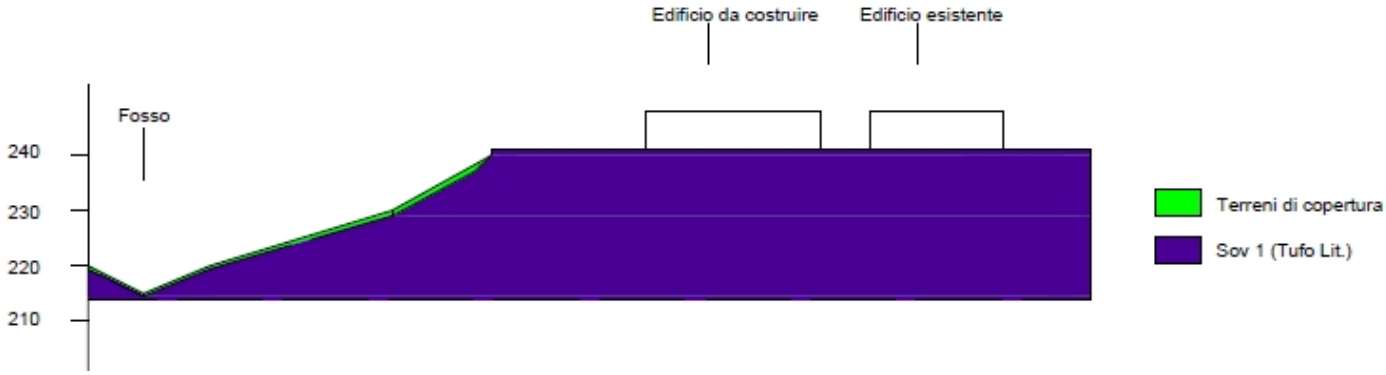


Figura 6: Sezione 1:1000

La carta di dettaglio in figura 5 è stata prodotta in seguito ad osservazioni dirette in campo (laddove possibili) ed all'analisi delle prove penetrometriche.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Le caratteristiche genetiche della zona hanno originato un ampio settore a morfologia collinare, con altitudini non troppo elevate e pendenze da medie a lievi. I morbidi cambi di pendenza si inaspriscono talvolta a causa dell'erosione causata dalla rete idrografica e dagli agenti esogeni. L'area di interesse è situata in una zona pianeggiate. Il reticolo idrografico ha un classico schema collinare, e le acque meteoriche seguono le naturali vie di deflusso fino al recapito che è rappresentato dal fosso subito a Nord. La zona di studio non rientra in zone a pericolo di frana o inondazione così come segnalato del P.A.I dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Fiora.

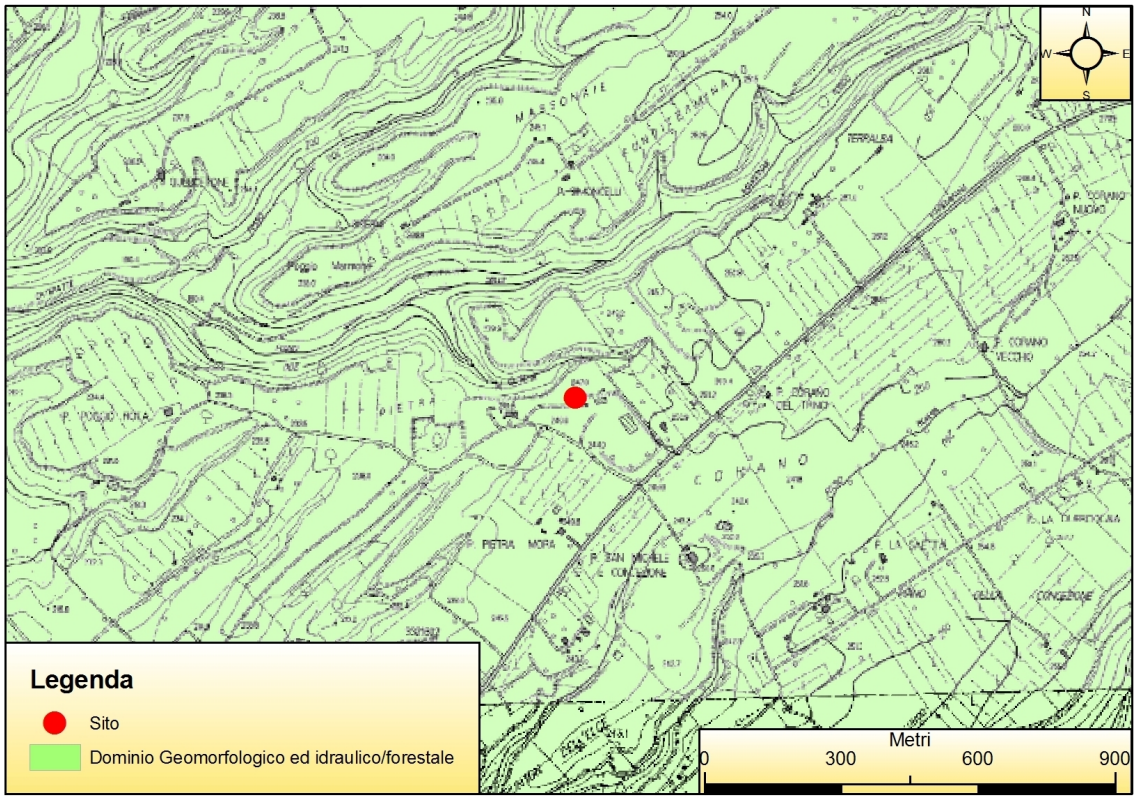
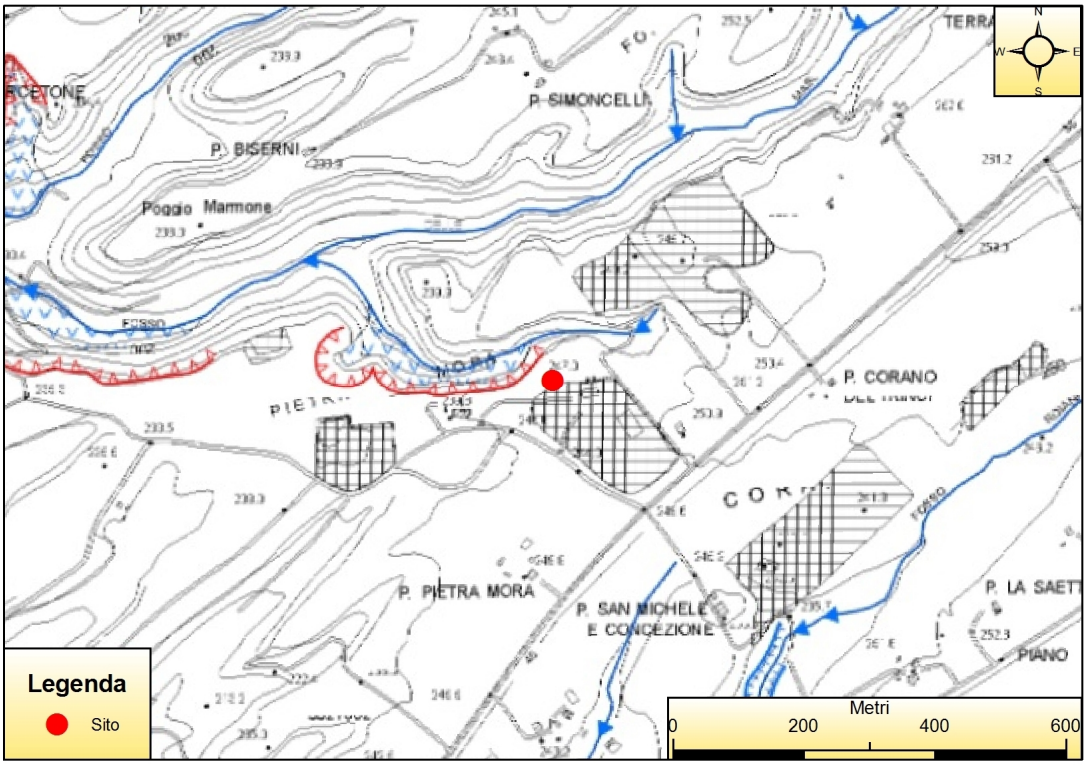


Figura 7: Stralcio 1:15000 Tav. 11 del P.A.I. A.B.I. del fiume Fiora.

Da segnalare, nell'immediato intorno dell'area di studio la presenza di zone soggette a movimento gravitativo senza indizio di evoluzione, che non minacciano ne direttamente ne indirettamente il

sito, così come segnalato dalla Carta degli elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici del Piano Strutturale del Comune di Pitigliano carta QCG 3h (Figura 8). L'intervento non è pregiudizievole per la stabilità del vicino pendio, in quanto il tipo di frana è prettamente inerente ai terreni di copertura.



Frana con tipo di movimento indeterminato senza indizi di evoluzione
Corona di frana non attiva
Corsi d'acqua in incisione
Sbancamenti (area di cava)

Figura 8: Stralcio 1:10000 della tavola QCG3h del Piano Strutturale di Pitigliano

La zona di interesse si trova a circa 241 m s.l.m. Nell'immediato intorno non si ravvisano fenomeni franosi censiti da Progetto IFFI Regione Toscana.

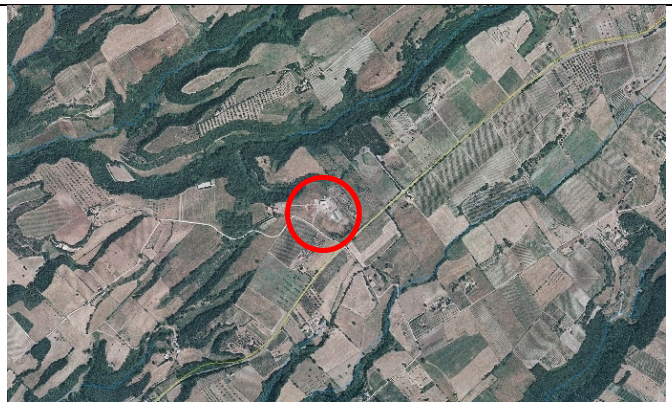


Fig. 9: Stralcio IFFI 1: 15.000. In evidenza l'area studiata

Di seguito viene riportata la carta geomorfologica di dettaglio

Figura 10: Carta geomorfologica 1:2000 (QCG 3h)

Anche a scala di dettaglio è osservabile come le aree in frana siano localizzate a sufficiente distanza e a quote minori dalle costruzioni previste da piano attuativo.

IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Il reticolo idrografico ha una classica conformazione collinare, i cui corsi d'acqua presentano portate modeste, ma che possono raggiungere livelli significativi nei mesi autunnali, specialmente inseguito ad abbondanti rovesci. La zona di recapito delle acque è localizzata immediatamente a Nord dell'area, ed è rappresentata dal *Fosso delle Massonaie*, che termina a circa 2 km di distanza nel fiume Fiora. Nella figura sottostante, elaborata su base CTR, è possibile apprezzare graficamente i principali corsi d'acqua della zona.

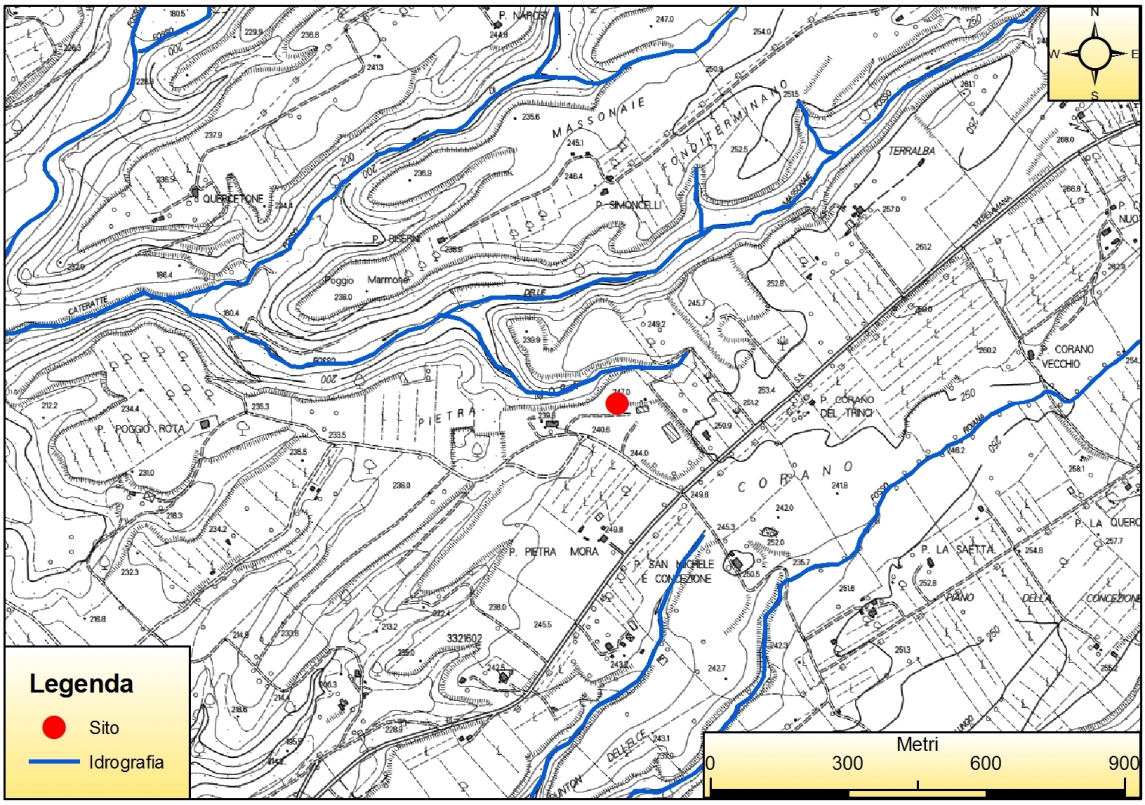


Fig. 11: idrografia della zona 1:15000 (ricostruita)

Il rischio idraulico dell'area risulta essere molto basso, in quanto il sito è posto a quote maggiori rispetto ai corsi d'acqua limitrofi o a significativa distanza da essi.

Per via della permeabilità superficiale della pozzolana (Formazione di Sovana, Cfr inquadramento geologico specifico), medio alta sia per porosità che per fratturazione, nelle zone non impermeabilizzate e con morfologia pseudo pianeggiante, l'infiltrazione risulta essere la frazione

preponderante del bilancio idrologico, a scapito del ruscellamento, che avrà volumi più significativi nei mesi autunnali. Tale formazione permeabile (dove ancora presente) è sovrapposta ad un'altra tipologia, identificabile con Tufo litoide rosso a scorie nere, caratterizzata da permeabilità medio bassa, (così da Carta QCG 4h del Piano Strutturale di Pitigliano e come appurato durante il sopralluogo di rito).

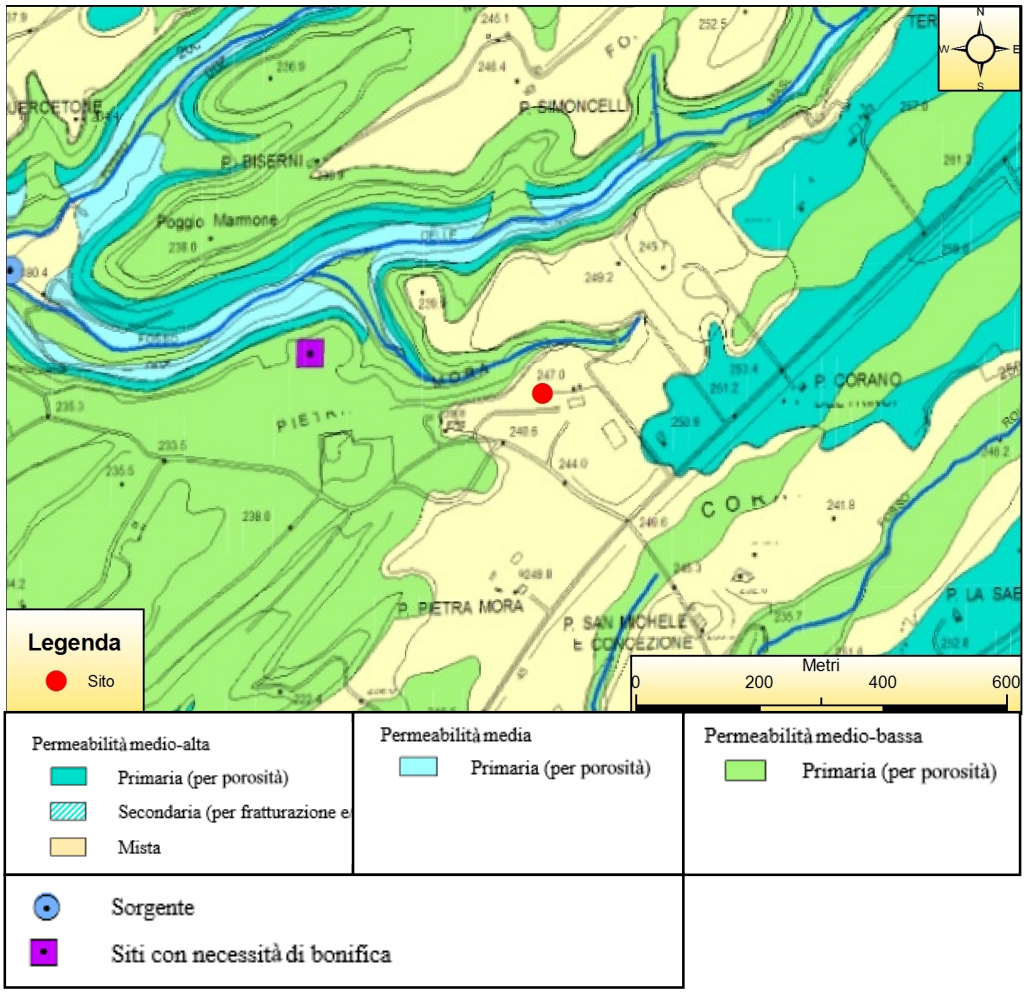


Fig. 12: Stralcio 1:10000 della Carta degli elementi per la valutazione degli aspetti Idrogeologici del Piano Strutturale del Comune di Pitigliano (QCG 4h).

Durante il sopralluogo non sono stati censiti pozzi ma, dalle informazioni estrapolabili dal contesto, è possibile stimare li livello piezometrico dalla falda ad una profondità di circa 50 m. Di seguito è riporta la carta idrogeologica a dettaglio di piano attuativo con le litologie (suddivise per permeabilità) affioranti in seguito alle attività estrattive.

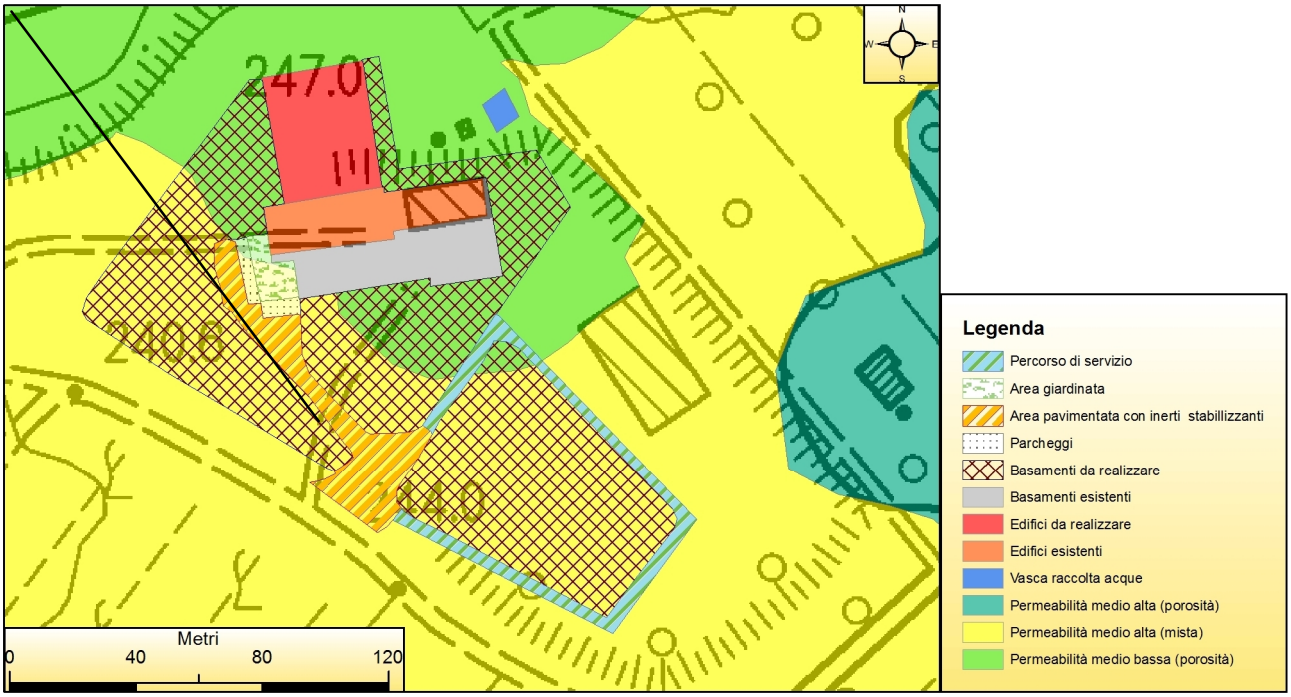


Figura 13:Carta della permeabilità ricostruita scala 1:2000 (QGC 4h)

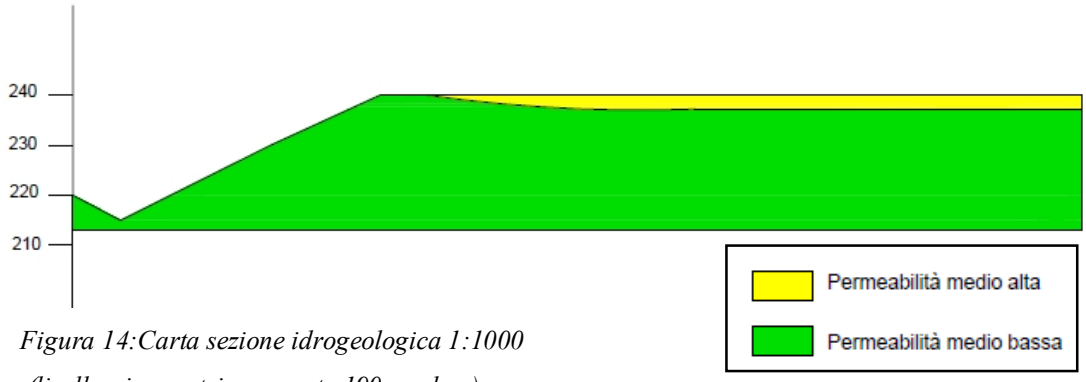


Figura 14:Carta sezione idrogeologica 1:1000
(livello piezometrico a quota 190 m s.l.m.)

TIPOLOGIA DI PROVE GEOTECNICHE E GEOFISICHE ESEGUITE

In base a quanto richiesto dell'articolo 75 del regolamento 48/r e dall'articolo 71 del Regolamento Urbanistico del Comune di Pitigliano, sono state eseguite prove geognostiche e geofisiche per la caratterizzazione del substrato affiorante. A tal proposito sono state eseguite 3 prove penetrometriche DPSH e due indagini MASW. Tali indagini verranno utilizzate anche a servizio dell'articolo 7 del Regolamento 36/r. Per soddisfare la classe di indagine 4 di tale regolamento, relativa all'edificio da costruire, verrà effettuata un indagine sismica in foro di tipo D.H.

INDAGINE GEOGNOSTICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Allo scopo di analizzare dal punto di vista geotecnico i terreni studiati, sono state effettuate ed elaborate 2 prove penetrometriche DPSH per mezzo dello strumento DeepDrill 73-75.

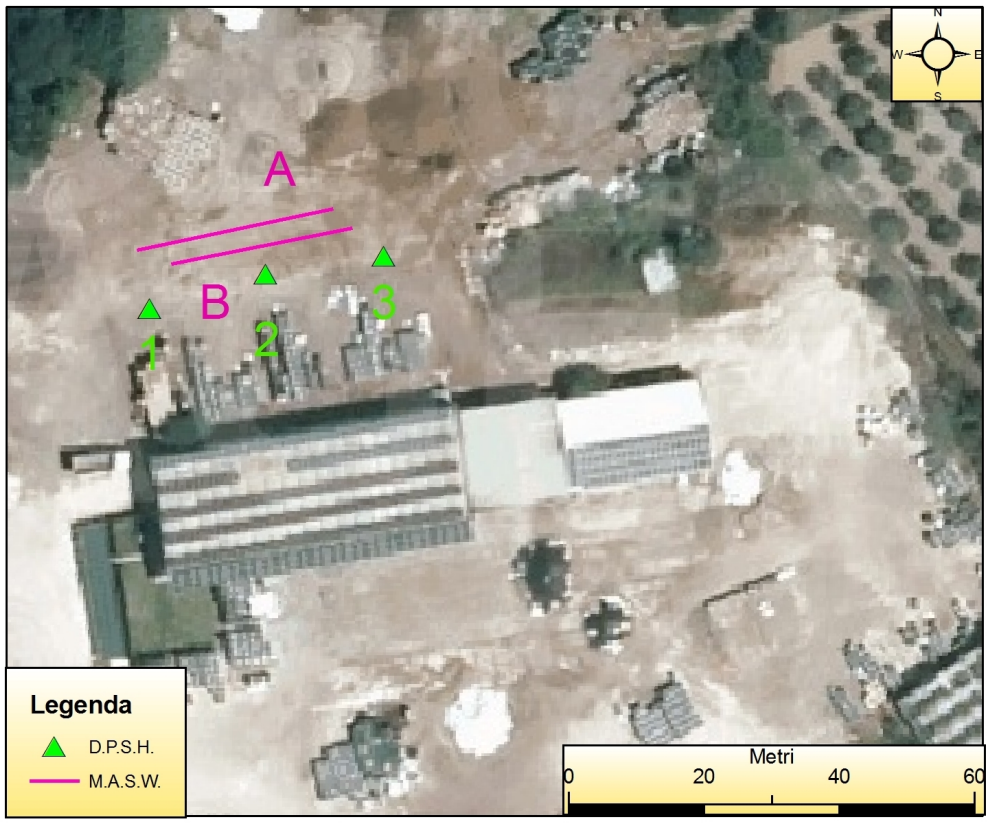
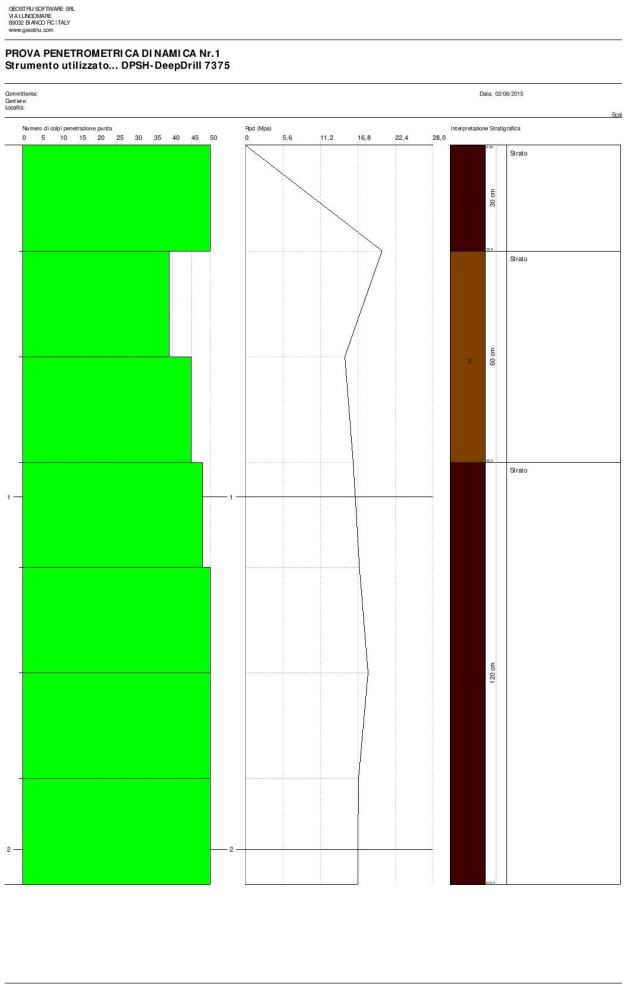


Fig. 15: Orto foto 1:1000 con le 3 prove penetrometriche in Verde e delle 2 prove MASW in Viola

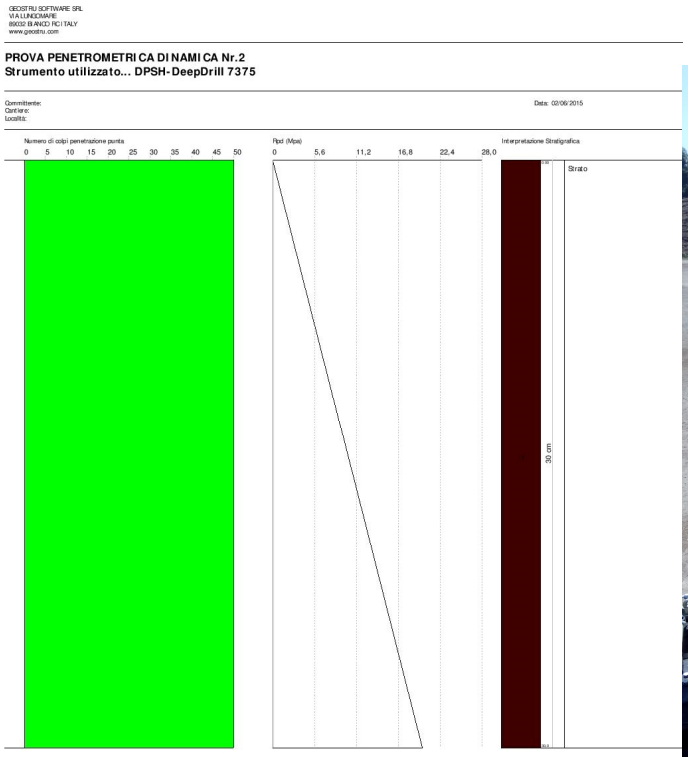
L'analisi del numero dei colpi ha messo in evidenza la presenza di strati dotati di ottime qualità geotecniche. I sondaggi super pesanti hanno esplorato la medesima stratigrafia (eccezion fatta per la priva numero uno), che consiste in un esteso pianoro tufaceo, composto da Tufo rosso a scorie nere. La prova n.1 ha sondato una stratigrafia leggermente differente. Essa infatti comprende uno strato superficiale di pomici, che rappresentava l'originale litotipo in affioramento (cfr. Inquadramento geologico). In corrispondenza delle prove n.2 e n.3 è stato riscontrato rifiuto all'avanzamento penetrometrico. A tale addensamento è attribuibile un angolo di attrito di circa 42°.

Per comodità di interpretazione, gli orizzonti discriminati verranno considerati geotecnicamente alla stregua di una sabbia, da poco a molto addensata e si utilizzeranno varie classificazioni per l'elaborazione delle prove geognostiche eseguite, come riportato di seguito nella tabella riassuntiva. Per un confronto con tutti i dati elaborati con il Software GeoStru® , si rimanda agli allegato.

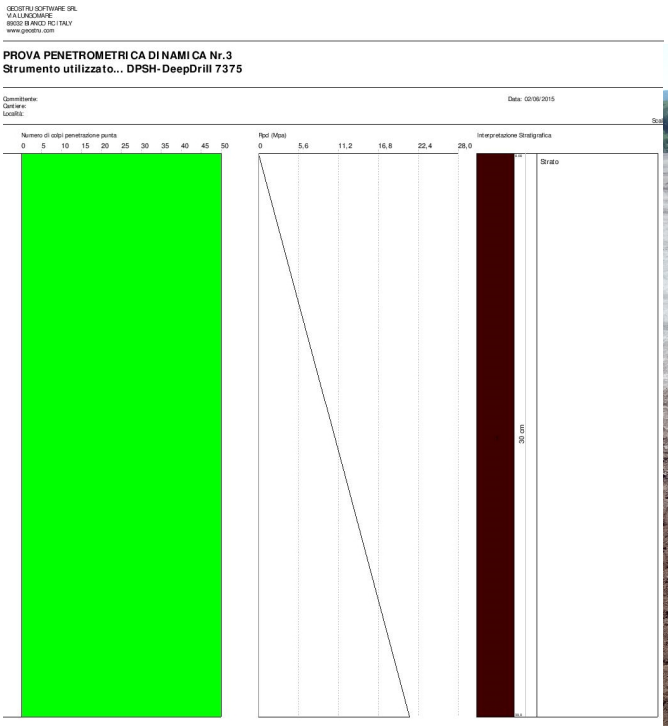
PROVA 1		Strato 1 Fino a -0,3m	Strato 2 Fino a -0,9	Strato 3 Fino a -2,10
PARAMETRO GEOTECNICO	CORRELAZIONE USATA	Valore	Valore	Valore
Angolo di attrito φ	Sowers (1961)	39°	37°	39°
Peso unità di volume	Meyerhof ed altri	21,57 kN/m^3	21,08 kN/m^3	21,57 kN/m^3
Classificazione AGI	AGI 1977	ADDENSATO	ADDENSATO	.ADDENSATO
Densità relativa Dr	Gibbs & Holtz	77,4%	67,41%	67,3%



PROVA 2		Strato 1 Fino a -0,3m
PARAMETRO GEOTECNICO	CORRELAZIONE USATA	Valore
Angolo di attrito φ	Sowers (1961)	39°
Peso unità di volume	Meyerhof ed altri	21,67 kN/m^3/m^3
Classificazione AGI	AGI 1977	ADDENSATO
Densità relativa Dr	Gibbs & Holtz	79,02%



PROVA 3		Strato 1 Fino a -0,3m
PARAMETRO GEOTECNICO	CORRELAZIONE USATA	Valore
Angolo di attrito φ	Sowers (1961)	39°
Peso unità di volume	Meyerhof ed altri	21,57 kN/m^3
Classificazione AGI	AGI 1977	ADDENSATO
Densità relativa Dr	Gibbs & Holtz	77,3%



CARATTERIZZAZIONE SISMICA

In base alla classificazione sismica regionale del 2014 (DGRT n. 421 25/05/2014), la provincia di Grosseto comprende comuni in zona 2, 3 e 4. Il comune di Pitigliano ricade in zona sismica 3.

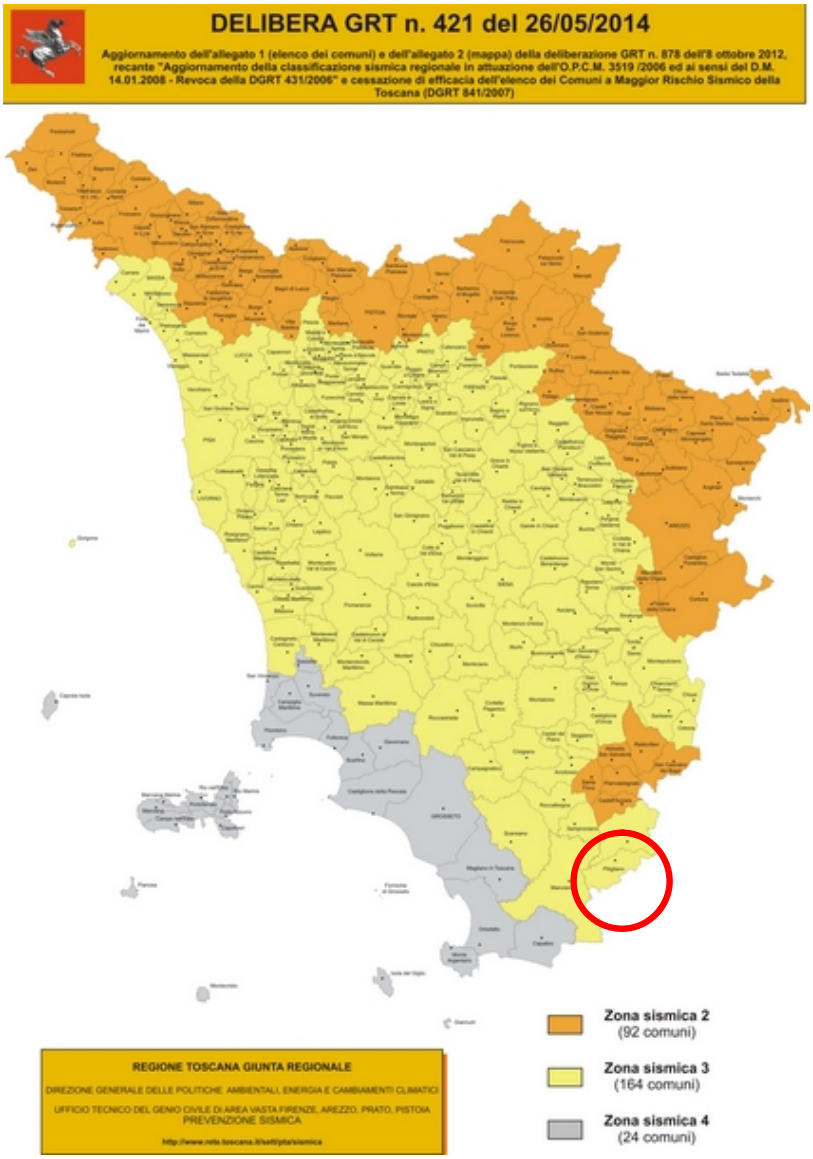


Figura 16: Classificazione sismica della Regione Toscana 2014(fonte Regione Toscana). In Rosso il comune di Pitigliano.

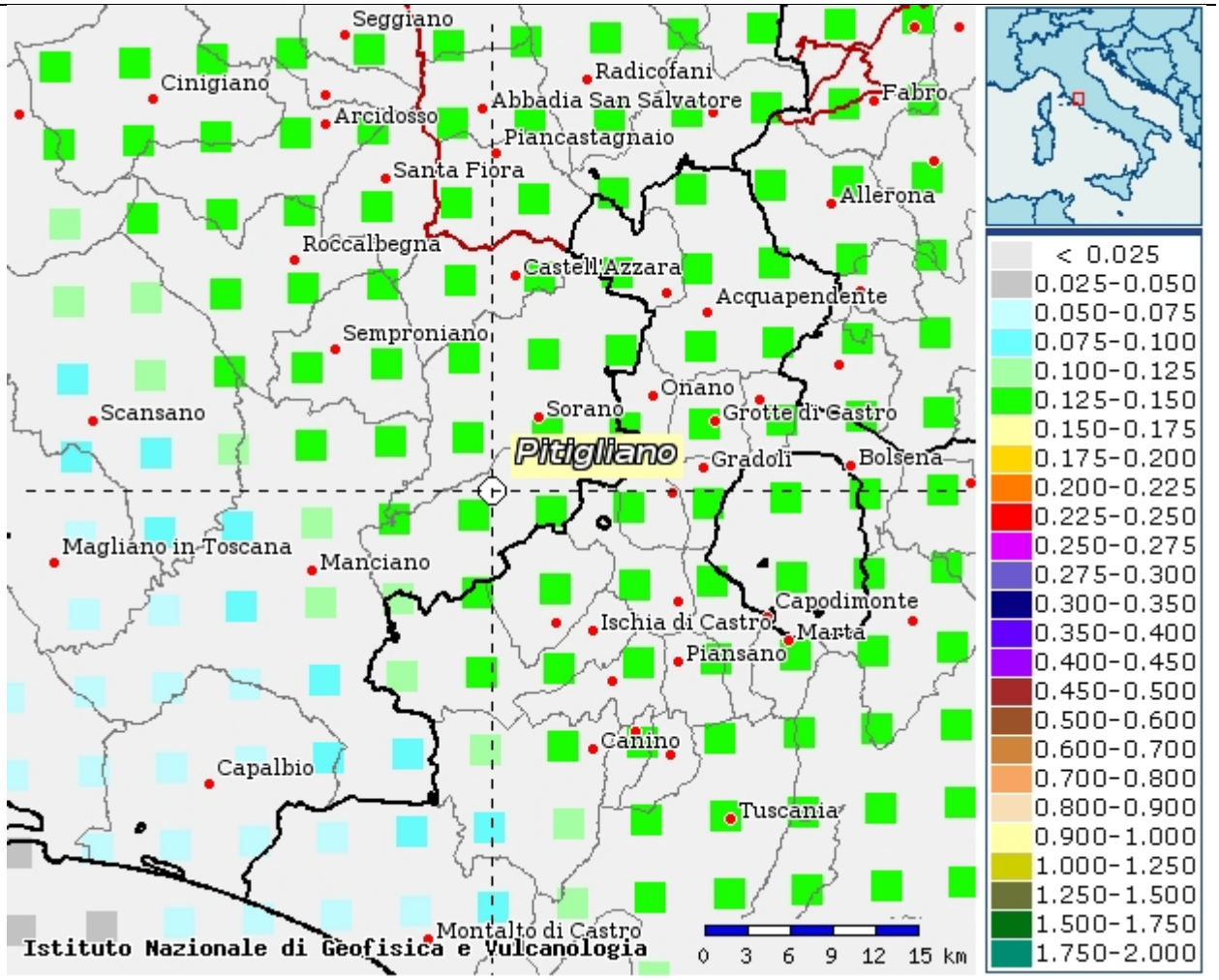


Fig. 17: Tratta da http://esse1-gis.mi.ingv.it/

Sono state eseguite due prove sismiche di tipi MASW per studiare dal punto di vista sismico i litotipi ed ottenere informazioni sulla potenza delle formazioni. (i risultati in allegato):

Risultato:

MASWA Vs30= 500 m/s e **MASWB Vs30= 545 m/s**

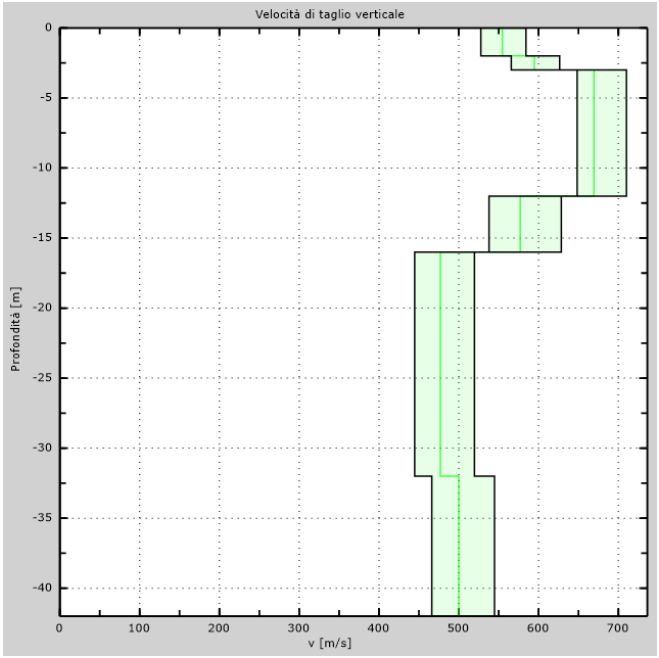


Figura 19: Sismostratigrafia

Si riporta di seguito la storia sismica del Comune di Pitigliano con i principali eventi sismici degli ultimi anni (http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/).

Numero di eventi: 20

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	**Anno**	**Me**	**Gi**	**Or**	**Mi**	**Area epicentrale**	**Np**	**Ix**	**Mw**
5	1902	12	17	05	21	SANTA FIORA	30	7	5.03
4	1905	02	12	08	28	SANTA FIORA	61	6-7	4.83
3	1909	01	13	00	45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53
4	1909	08	25	00	22	MURLO	283	7-8	5.40
4	1915	01	13	06	52	AVEZZANO	1040	11	6.99
3	1919	06	29	15	06	Mugello	267	9	6.18
6	1919	09	10	16	57	PIANCASTAGNAIO	67	8	5.38
2-3	1919	10	22	06	10	ANZIO	142	7	5.53
NF	1920	09	07	05	55	Garfagnana	638	10	6.48
3	1922	03	27	00	10	GROTTE DI CASTRO	9	5-6	4.63
2	1924	04	09	14	49	ACQUAPENDENTE	7	5-6	4.63
4	1926	01	08	09	14	ABBADIA S. SALV.	24	7	4.97
2	1929	12	12	13	01	ONANO	6	6	4.83
NF	1930	10	30	07	13	SENIGALLIA	263	8-9	5.94
3-4	1940	06	19	14	10	RADICOFANI	28	6-7	4.83
3-4	1957	12	06	04	54	CASTEL GIORGIO	63	7-8	5.17
2	1969	07	02	07	55	TOLFA	72	7	5.08
4	1971	02	06	18	09	TUSCANIA	89	8-9	4.90
2	1984	05	07	17	49	Appennino abruzzese	912	8	5.93
3	1997	09	26	09	40	Appennino umbro-march.	869	9	6.05

VINCOLO IDROGEOLOGICO

Ai sensi del R.D. 3267/23, il sito in esame ricade in zona a vincolo idrogeologico, così come si può vedere dallo Figura sottostante.

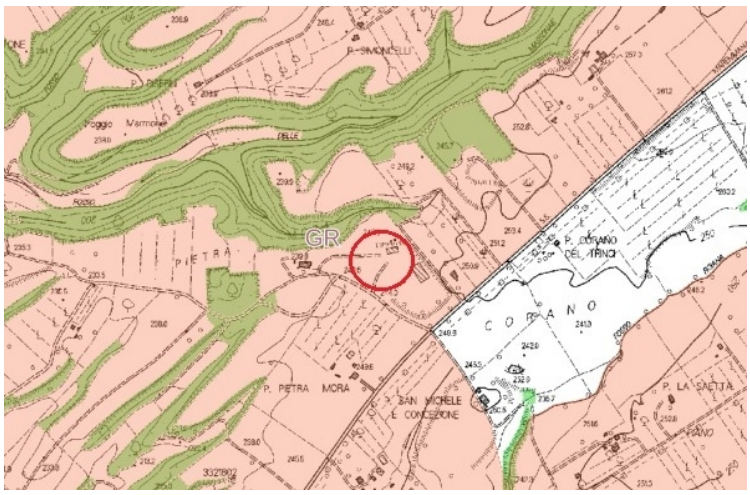


Figura 19: Stralcio 1:15000 della Carta dei Vincoli Idrogeologico e Forestale. In rosso il sito di studio, in Rosa le zone sottoposte a Vincolo Idrogeologico ed in Verde quelle sottoposte a Vincolo Forestale.

In base ai dati raccolti e presentati in questa relazione, prodotta anche ai sensi della DPGRT 8 agosto 2003 n. 48/R, è possibile affermare che nel sito non sussistono particolari criticità di carattere idrogeologico in relazione al tipo di intervento pianificato. Le vicine aree in frana non risultano coinvolgere ne direttamente ne indirettamente l'opera, ne questa è pregiudizievole per la stabilità del vicino pendio. La tipologia di frana riguarda le coltri di terreno, di limitato spessore, lungo il pendio. Inoltre la frana viene classificata dal piano strutturale come "movimento indeterminato senza indizi di evoluzione". Il fabbricato, essendo costruito sul Tufo litoide non è dunque considerabile elemento destabilizzante per le aree limitrofe. Il Sito è caratterizzato da una permeabilità superficiale medio bassa, che unita alla profondità del livello piezometrico (50m circa), riduce di molto la vulnerabilità della falda. L'impermeabilizzazione del piazzale non pregiudica la capacità di ricarica dell'acquifero, in quanto lo stesso Tufo rosso a scorie nere affiorante, essendo dotato di scarsa permeabilità e di spessore attorno ai 7-8m (cfr. sismostratigrafia risultante dall'indagine MASW), non è considerabile come area di ricarica. Inoltre la pozzolana (litotipo permeabile) risultano avere limitata potenza e risulta essere sovrapposta al Tufo litoide. Il drenaggio delle acque meteoriche verrà comunque garantito da un apposito impianto di regimentazione delle acque in progetto.

La vasca di raccolta delle acque risulta essere posta a sufficiente distanza dalla cresta di frana inattiva, e non è dunque pregiudizievole per la stabilità del versante.

Figura 20: sezione 1:1000 con aree in frana (sezione da carta geologica di dettaglio ricostruita).

FATTIBILITA'

Il presente paragrafo è redatto in conformità al D.P.G.R. 25/10/2011, n. **53/R** – "*Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 in materia di indagini geologiche*" ed è prodotto a servizio del Piano Attuativo per l'area di produzione, lavorazione e deposito terricci in loc. Pietramora in Comune di Pitigliano (GR), come previsto dall'art.71 al punto 1B lettera "i" delle norme generali del Regolamento Urbanistico del Comune stesso, che ricordiamo è stato approvato con delibera di Consiglio Comunale N.6 del 24-02-2015.

Il regolamento regionale 53/R prevede che la Fattibilità dei piani attuativi per interventi di minore esposizione (esterni alle UTOE), possa essere valutata attraverso la tabella di correlazione seguente:

Tipologia di Intervento	Classe di pericolosità Geologica				Classe di Pericolosità Idraulica				Classe di Pericolosità Sismica			
	G1	G2	G3	G4	I1	I2	I3	I4	S1	S2	S3	S4
	Classe di fattibilità				Classe di fattibilità				Classe di fattibilità			
Nuove costruzioni	Fg1	Fg2	Fg3*	n.a.	Fi1	Fi2	n.a.	n.a.	Fs1	Fs2	Fs3	n.a.

* Fattibilità con prescrizioni

n.a. non ammissibile

A ciascuna classe di fattibilità corrispondono eventuali indicazioni, misure preventive di attenuazione del rischio, piani d'indagini di dettaglio da eseguire per l'attività edilizia oggetto del piano.

Le tabelle di fattibilità contengono la sintesi delle informazioni di carattere geologico-idraulico-sismico derivate dalle classi di pericolosità in cui ricadono gli interventi in previsione e le relative classi di fattibilità.

L'ubicazione dell'opera oggetto del Piano Attuativo è di seguito rappresentata sulle carte di Pericolosità Geomorfologica ed idraulica :

Figura 21: Carta di pericolosità Idraulica (Stralcio 1:2000 QCG7h) con ubicazione opere previste

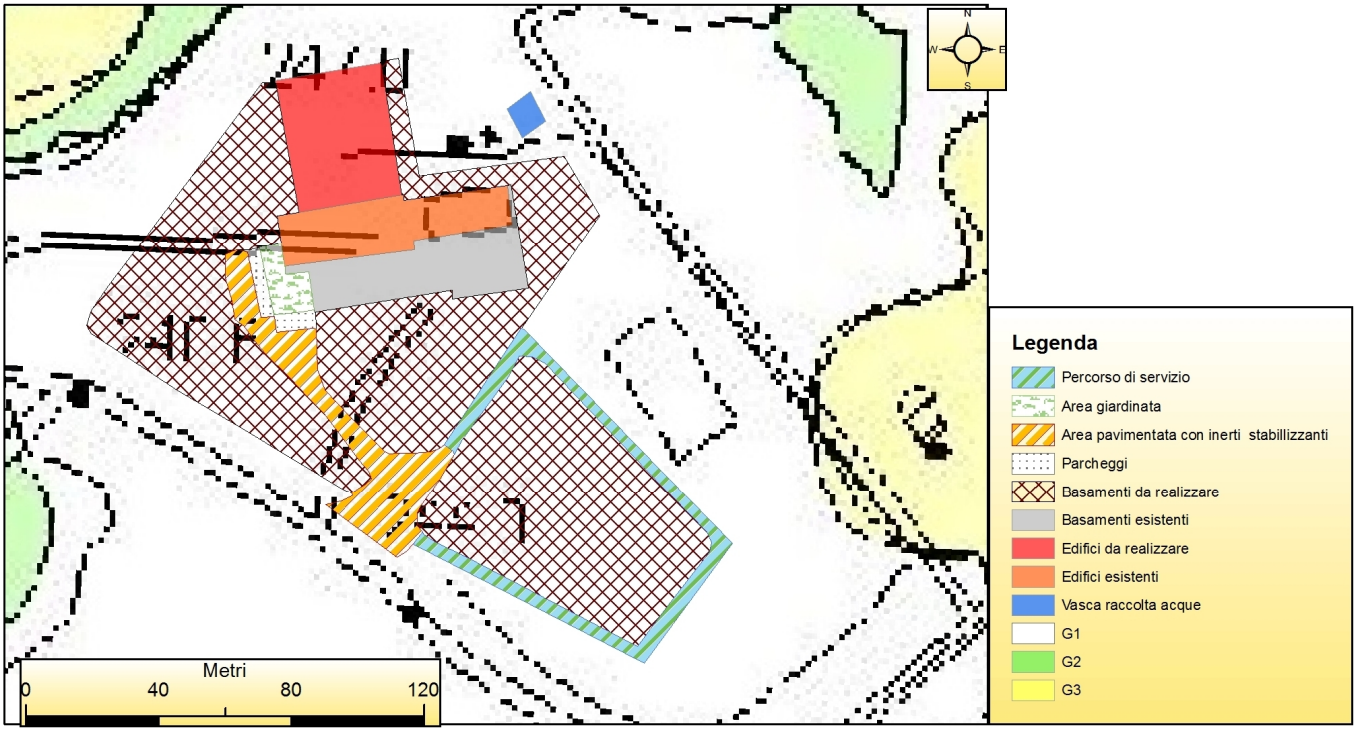


Figura 22:Carta di pericolosità Geomorfologica (Stralcio1:2000 QCG6h) con ubicazione opere previste

Come si può vedere dalle cartografie di dettaglio riportata, tutte le opere sono previste in Area I1 e G1 delle cartografie validate a corredo del PS del Comune di Pitigliano.

Per quanto riguarda invece la Pericolosità Sismica, l'area in esame è esterna alle aree in cui è stata valutata la pericolosità Sismica come da Regolamento 26/R, quindi non è inquadrabile nella cartografia approvata in sede di PS (QCG8g). Per tale ragione, si è proceduto alla ricostruzione della pericolosità sismica locale sulla base della già validata "Carta degli elementi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico" *(P.S. – tavola QC.G5h)* utilizzando i criteri del regolamento 26/R che si riportano di seguito:

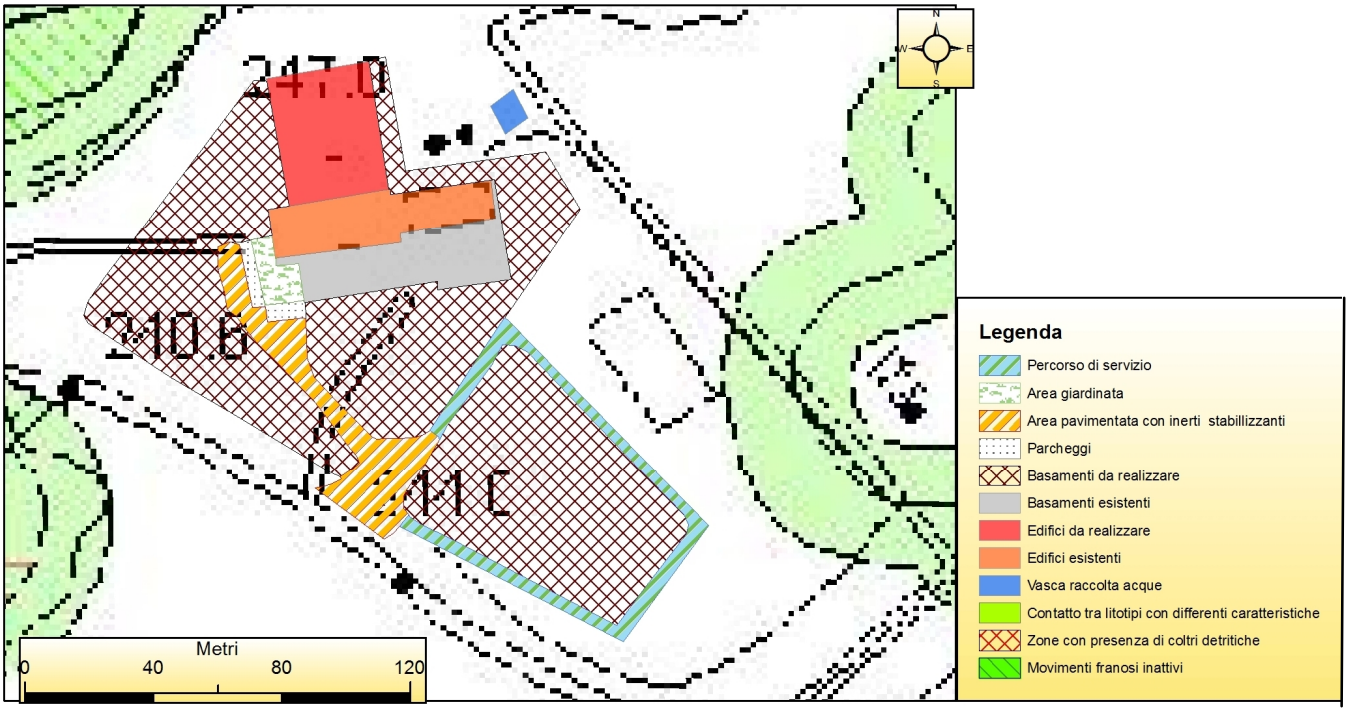


Figura 23: "Carta degli elementi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico" (Stralcio1:2000 QCG5h) con ubicazione opere previste

	Zone sismiche di riferimento*		
	Zona 2	Zona 3S	Zona 3
Movimenti franosi attivi (1)	S4	S4	S4
Movimenti franosi quiescenti (2A)	S3	S3	S3
Zone potenzialmente franose (2B)	S3	S3	S3
Movimenti franosi inattivi (3)	S2	S2	S2
Cedimenti diffusi in terreni particolarmente scadenti (4)	S3	S3	S3
Terreni suscettibili a liquefazione (5)	S4	S3	--
Amplificazione per effetti topografici (6, 7)	S2	S2	--
Amplificazione per morfologie sepolte (8)	S3	S3	S3
Amplificazione per effetti stratigrafici (9,10, 11)	S3	S3	S2
Contatti tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (12)	S3	S3	S3
Faglie e/o strutture tettoniche (13)	S3	S3	S3

** Del GRT. 431 del 19/06/2006*

Tabella di Valutazione del rischio Sismico da Regolamento 26/R

Tale operazione è stata eseguita poichè da Regolamento 53/R (in sostituzione del 26/R) all'art. 3.3, limitatamente agli aspetti sismici, il Comune non effettua studi di Microzonazione Sismica in sede di formazione dei Piani attuativi.

Stante anche la campagna geognostica e geofisica eseguita e riportata negli altri paragrafi di detta Relazione, si riporta di seguito la Carta di Pericolosità Sismica così ricostruita:

Figura 24: Carta di pericolosità Sismica ricostruita (Stralcio1:2000) con ubicazione opere previste

Come è possibile quindi osservare dalle cartografie prodotte, tutte le opere ricadono in zone a pericolosità minima, ovvero pericolosità Geomorfologica G1, pericolosità Idraulica I1 e pericolosità Sismica S1. Per tale motivo, avendo tutti gli elementi per la valutazione, si effettuerà la valutazione delle classi di fattibilità, utilizzando la tabella di valutazione (Regolamento 53/R) riportata all'inizio di questo paragrafo ed indicando, in rosso la pericolosità ed in blu la corrispondente fattibilità.

Tipologia di Intervento	Classe di pericolosità Geologica				Classe di Pericolosità Idraulica				Classe di Pericolosità Sismica			
	G1	G2	G3	G4	I1	I2	I3	I4	S1	S2	S3	S4
	Classe di fattibilità				Classe di fattibilità				Classe di fattibilità			
Nuove costruzioni	Fg1	Fg2	Fg3*	n.a.	Fi1	Fi2	n.a.	n.a.	Fs1	Fs2	Fs3	n.a.

* Fattibilità con prescrizioni

n.a. non ammissibile

Di seguito, per ogni classe di fattibilità, si forniscono le eventuali indicazioni, prescrizioni, condizioni e limitazioni che possono risultare vincolanti per la realizzazione degli interventi stessi:

Fattibilità	**Piano Attuativo per "l'area di produzione, lavorazione e deposito terricci in loc. Pietramora"**
Ubicazione	Circa 5 km a Sud-Ovest del centro storico di Pitigliano
Geologia (P.S. - tavola QC.G1h)	• SOV2 - Formazione di Sovana: pozzolana nera, matrice micropomicea grigio-nera con pomici nere. Pleistocene • SOV1 – Formazione di Sovana: tufo litoide rosso a scorie nere. Pleistocene.
Geomorfologia (P.S. - tavola QC.G3h)	• Aree di cava (sbancamenti) • Frana con tipo di movimento indeterminato senza indizi di evoluzione • Corona di frana non attiva
Idrogeologia (P.S. - tavola QC.G4c)	*Permeabilità medio-bassa* • primaria (per porosità) *Permeabilità medio-alta* • mista (porosità e fratturazione) *Protezione dell'acquifero* • media
Aspetti sismici (P.S. - tavola QC.G5c)	*Tipologia delle situazioni per le zone ZMPSL* • 1 - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi • 12 - Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche meccaniche significativamente diverse (buffer di 20 metri)
Classi di pericolosità	*Pericolosità geologica (P.S. – tavola QC.G6h)* • Pericolosità geologica bassa (G.1) *Pericolosità idraulica (P.S. – tavola QC.G7h)* • Pericolosità idraulica bassa (I.1) *Pericolosità sismica locale (Carta costruita)* basata sulla "Carta degli elementi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico" *(P.S. – tavola QC.G5h)* • Pericolosità sismica locale bassa (S.1)
Classi di fattibilità	*Le classi di fattibilità si intendono riferite all'area dell'intervento,*

Carta della fattibilità geologica - Idraulica - sismica Scala 1:2500	*comprensiva delle costruzioni e dei basamenti da realizzare.* *Fattibilità geologica* • **Fattibilità geologica bassa (FG.1)** L'intera area ricade in aree a Pericolosità Gemorfologica bassa (G1), per tale motivo non si prevedono limitazioni o ulteriori indagini da effettuare se non quelle necessarie, a livello edificatorio, per escludere un effetto negativo sulle condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area. *Fattibilità idraulica* • **Fattibilità idraulica senza particolari limitazioni (FI.1)** Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica bassa non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. *Fattibilità sismica* • **Fattibilità sismica bassa (FS.1)** Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica bassa non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità per la fase attuativa o per la valida attuazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si prevedono comunque, per la fase esecutiva, indagini sismiche conformi alla classe di indagine individuata dal regolamento 36/R.

= = =

CONCLUSIONI

Il presente studio è stato effettuato ai fini dell'individuazione delle caratteristiche geologico-morfologiche fondamentali del sito e alla determinazione delle proprietà geotecniche dei terreni coinvolti negli interventi previsti dal piano attuativo. Nonché alla definizione della fattibilità dell'opera secondo quanto previsto dai regolamenti 48/r, 53/r e dal regolamento urbanistico del Comune di Pitigliano.
La metodologia d'indagine è stata la seguente:

1. approfondita analisi bibliografica, rivolta a studi di natura geologica e geotecnica realizzati nell'area oggetto di studio e in aree limitrofe;
2. esecuzione di 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH per la parametrizzazione degli orizzonti presenti
3. esecuzione di 2 indagini geofisiche di tipo sismico MASW per la stima del Vs30 e delle caratteristiche sismostratigrafiche.
4. ricostruzione con elementi bibliografici e lavori eseguiti, della stratigrafia della zona.

Nell'area di intervento risulta affiorare Tufo litoide rosso a scorie nere, potente tra 20 e i 25 m. Ciò è dovuto all'attività estrattiva avvenuta nell'area nei decenni passati, prima dell'attuale uso della zona. Il litotipo originale è rappresentato dalle Pozzolane, presente nelle aree limitrofe, e caratterizzato da scarsa potenza (cfr. Inquadramento Geologico). Da segnalare la presenza di frane senza indizio di evoluzione, che non interessano direttamente l'intervento, ne, questo risulta pregiudizievole per la stabilità del pendio (cfr Inquadramento Geomorfologico). La bassa permeabilità della formazione affiorante, unita alla profondità del livello piezometrico (50m circa), conferisce all'acquifero una vulnerabilità molto bassa. Le prove supere pesanti numero due e tre hanno sondato la medesima stratigrafia, che risulta essere composta da Tufo litoide, dotato di parametri geotecnici ottimi. La prova numero uno individua nel primo metro di profilo un orizzonte di pomici, comunque caratterizzato da buone proprietà. Le prove MASW individuano una Vs_{30} compreso tra 500 e 545 m/s, fornendo informazioni la stratigrafia sismica (cfr. Allegato).

L'opera ricade in aree a fattibilità Geomorfologica Fg1, Idraulica Fi1, e sismica Fs1, per ulteriori informazioni si rimanda al paragrafo sulla Fattibilità.

Per quanto concerne il Vincolo Idrogeologico è possibile affermare che il tipo di intervento nella sua interezza non è pregiudizievole per gli assetti idrogeologici dell'area (cfr. Vincolo Idrogeologico).

Dott. Geol. Alessandro Pizzetti

Dott. Geol. Francesco Giuseppe Rossi

Dott. Geol. Francesco Gentili

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Cantiere: Località: Corano, Pitigliano	

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH-DeepDrill 7375

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	73	Kg
Altezza di caduta libera	0,75	m
Peso sistema di battuta	25	Kg
Diametro punta conica	50,46	mm
Area di base punta	20	cm²
Lunghezza delle aste	0,9	m
Peso aste a metro	6,3	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,00	m
Avanzamento punta	0,30	m
Numero colpi per punta	N(30)	
Coeff. Correlazione	0,766	
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 ≤ 10	8

Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40 ≤ M < 60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M ≥ 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 δ = 10 cm, punta conica (α=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento δ=30 cm, punta conica (α = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm^2 rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento δ=20-30 cm, punta conica conica (α = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm^2, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con Nspt

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 Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

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

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt 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

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

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 $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N60 \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/'\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32\,kPa$$ *(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:

$$Nspt_{,k} = Nspt_{,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt})$$

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 immorsamento 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) σ >5 t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- 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) σ >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) s>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** Dr 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 Dr % 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 Dr % 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 *Vs (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 *(Ko)*

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

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico *(Qc)*

- Robertson (1983) - Qc

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 Nspt < 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 , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con Nc = 20 e Qc/Nspt = 2.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (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** (Qc)*

- Robertson (1983) - Qc

***Modulo Edometrico-Confinato** (Mo)*

- 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 Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt < 30) medie e molli (Nspt < 4) e argille sabbiose (Nspt = 6-12).

***Modulo Di Young** (EY)*

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

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

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

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...	DPSH-DeepDrill 7375
Prova eseguita in data	02/06/2015
Profondità prova	2,10 mt
Falda non rilevata	

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	53	0,653	20,43	31,30	1021,58	1565,19
0,60	39	0,647	14,90	23,03	745,18	1151,74
0,90	45	0,642	17,05	26,58	852,56	1328,94
1,20	48	0,636	17,07	26,82	853,32	1341,14
1,50	52	0,631	18,34	29,06	917,07	1452,90
1,80	51	0,626	17,85	28,50	892,49	1424,96
2,10	51	0,622	16,81	27,04	840,52	1352,09

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,3	53	31,3	Incoerente	0	21,57	20,69	3,24	0,77	40,6	Strato
0,9	42	24,81	Incoerente	0	21,08	20,2	12,8	0,77	32,17	Strato
2,1	50,5	27,86	Incoerente	0	21,57	20,59	32,06	0,77	38,68	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Gibbs & Holtz 1957	77,4
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Gibbs & Holtz 1957	67,41
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Gibbs & Holtz 1957	67,3

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Sowers (1961)	39,37
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Sowers (1961)	37,01
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Sowers (1961)	38,83

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Bowles (1982) Sabbia Media	27,26
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Bowles (1982) Sabbia Media	23,13
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Bowles (1982) Sabbia Media	26,32

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	10,87
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	9,17
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	10,48

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Meyerhof ed altri	21,57
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Meyerhof ed altri	21,08
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Meyerhof ed altri	21,57

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,69
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,20
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,59

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	(A.G.I.)	0,27
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	(A.G.I.)	0,29
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	(A.G.I.)	0,28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Ohsaki (Sabbie pulite)	207,23
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Ohsaki (Sabbie pulite)	166,51
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Ohsaki (Sabbie pulite)	198,00

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Ohta & Goto (1978) Limi	90,03
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Ohta & Goto (1978) Limi	113
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Ohta & Goto (1978) Limi	139,23

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Navfac 1971-1982	6,96
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Navfac 1971-1982	5,90
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Navfac 1971-1982	6,73

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Strato	40,6	0.00-0,30	40,6	Robertson 1983	7,96
Strato (2) Strato	32,17	0,30-0,90	32,17	Robertson 1983	6,31
Strato (3) Strato	38,68	0,90-2,10	38,68	Robertson 1983	7,59

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH-DeepDrill 7375

Prova eseguita in data 02/06/2015
Profondità prova ,30 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	52	0,653	20,05	30,71	1002,31	1535,66

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,3	52	30,71	Incoerente	0	12,75	18,24	1,91	0,77	39,83	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Gibbs & Holtz 1957	77,3

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Sowers (1961)	39,15

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Bowles (1982) Sabbia Media	26,88

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	10,72

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI

Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Meyerhof ed altri	21,57

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,59

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	(A.G.I.)	0,27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Ohsaki (Sabbie pulite)	203,53

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Ohta & Goto (1978) Limi	89,73

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Navfac 1971-1982	6,87

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Strato	39,83	0.00-0,30	39,83	Robertson 1983	7,81

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH-DeepDrill 7375
Prova eseguita in data 02/06/2015
Profondità prova ,30 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,30	55	0,653	21,20	32,49	1060,13	1624,25

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,3	55	32,49	Incoerente	0	12,75	18,24	1,91	0,77	42,13	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Gibbs & Holtz 1957	79,02

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Sowers (1961)	39,8

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Bowles (1982) Sabbia Media	28,01

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11,18

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Meyerhof ed altri	21,67

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,79

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	(A.G.I.)	0,27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Ohsaki (Sabbie pulite)	214,56

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Ohta & Goto (1978) Limi	90,61

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Navfac 1971-1982	7,15

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) Strato	42,13	0.00-0,30	42,13	Robertson 1983	8,26

Risultati delle analisi MASW

Autore: Francesco Dr. Francesco Giuseppe Rossi / Dr. Francesco Gentili
Sito: Comune di Pitigliano
Data: Giugno 2015

Redatto da MASW

(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.

1 - Dati sperimentli

Nome del file delle tracce .....
Numero di ricevitori.....32
Distanza tra i sensori: 1m
Numero di campioni temporali..... 2000
Passo temporale di acquisizione.....1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 32
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1999ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

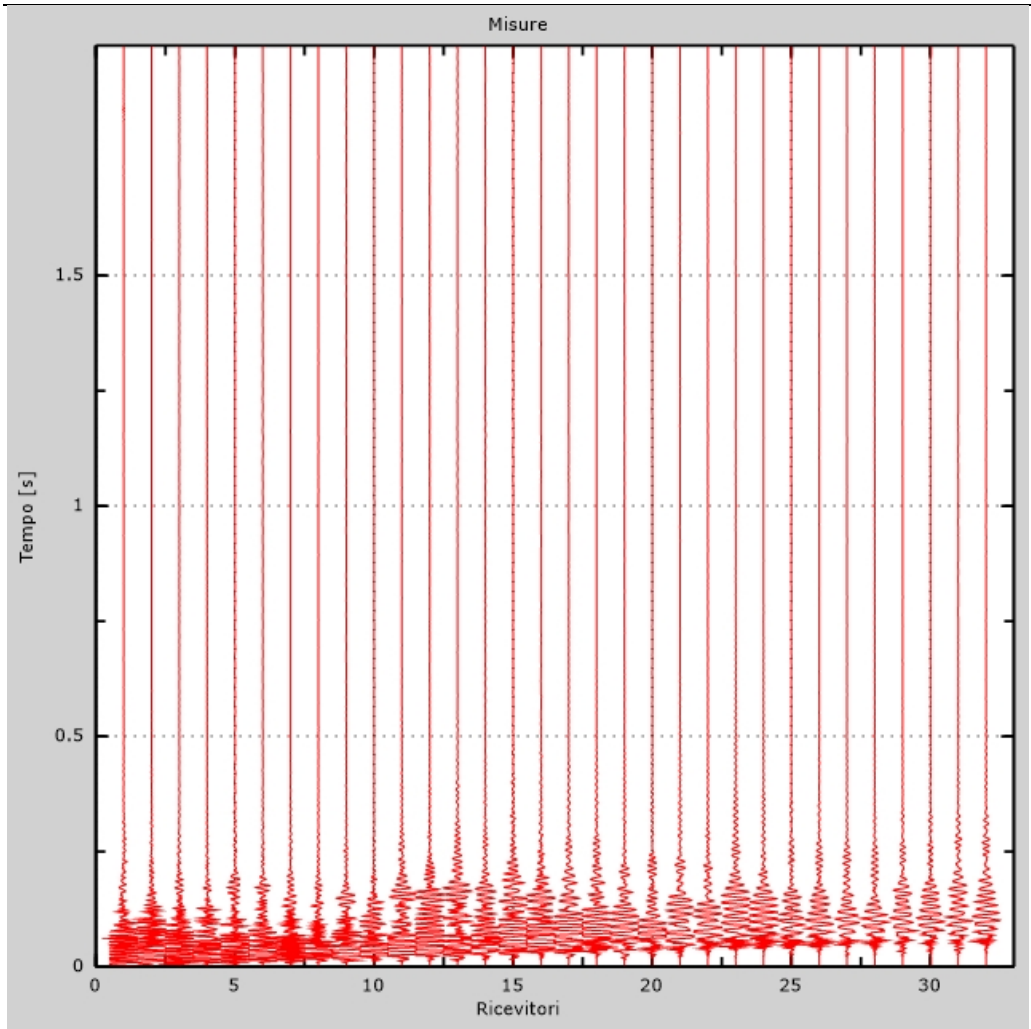


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale 70Hz
Frequenza iniziale.....2Hz

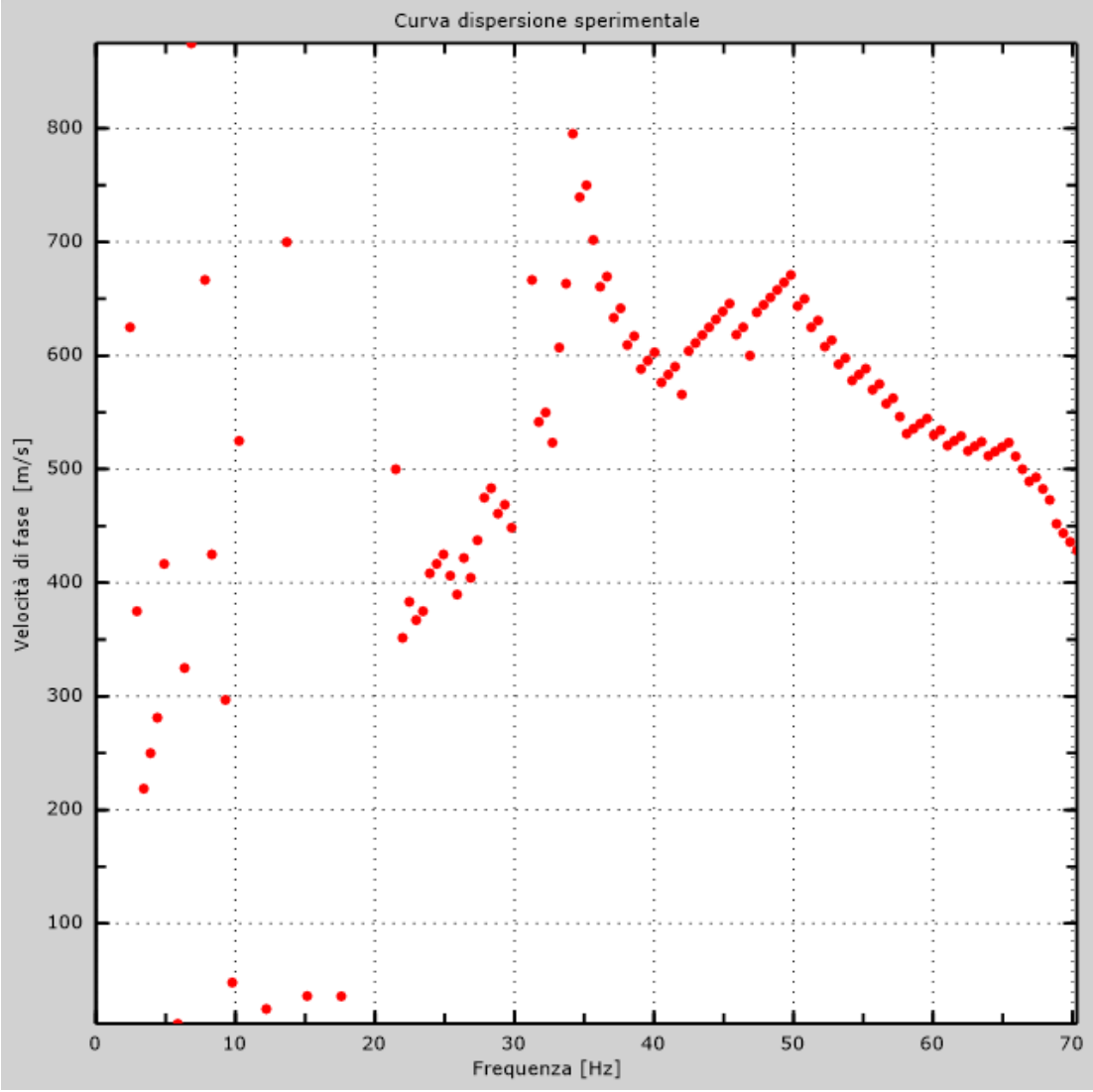


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva)

Nome del file delle tracce .....
Numero di ricevitori.....16
Numero di campioni temporali.....3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione.....2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 16
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 59998ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

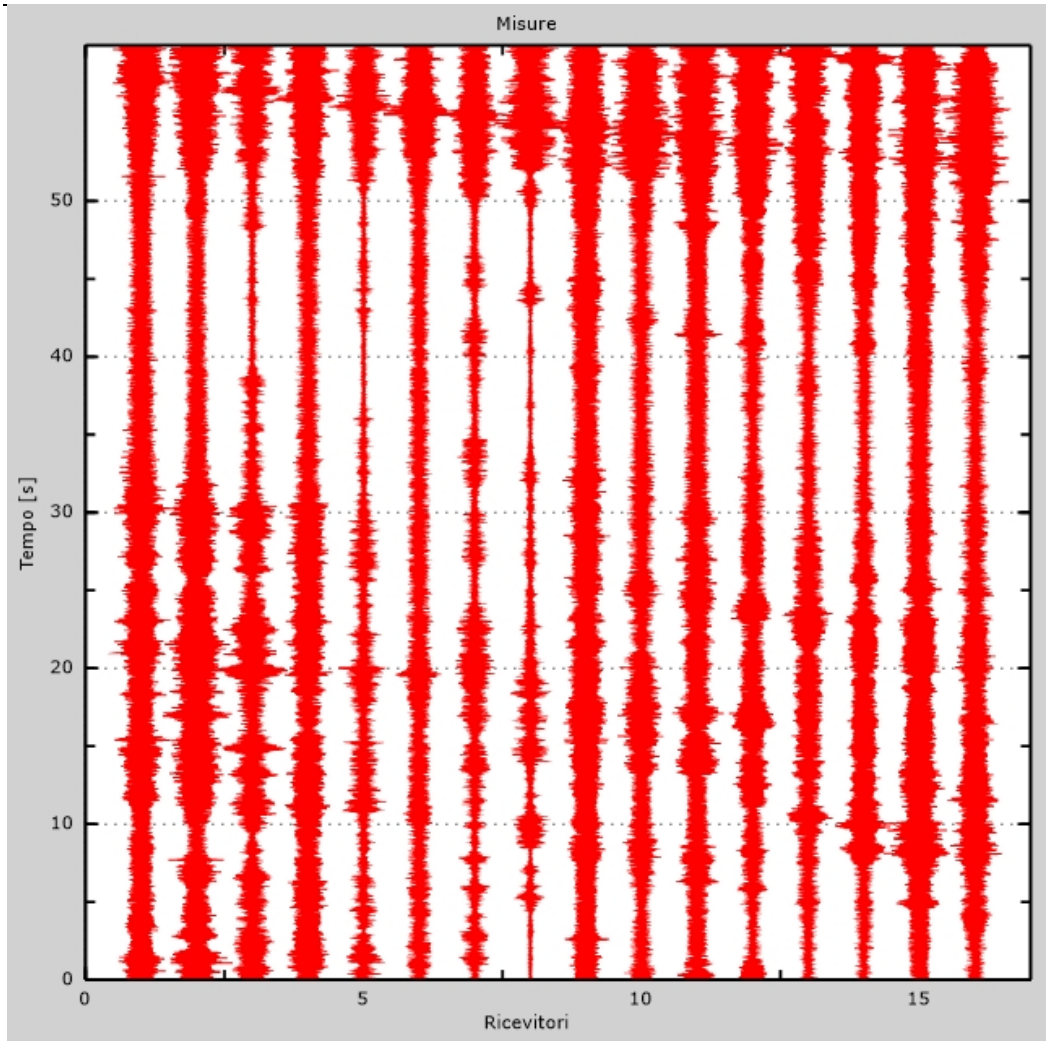


Figura 3: Tracce sperimentali

4 - Curva di dispersione

Tabella 1:Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
7.82038	411.761	100.463	723.059
21.9782	448.384	210.333	686.436
33.7915	625.397	295.787	955.007
46.5065	643.709	485.008	802.41
60.3938	539.943	375.138	704.748
69.141	460.592	216.436	704.748

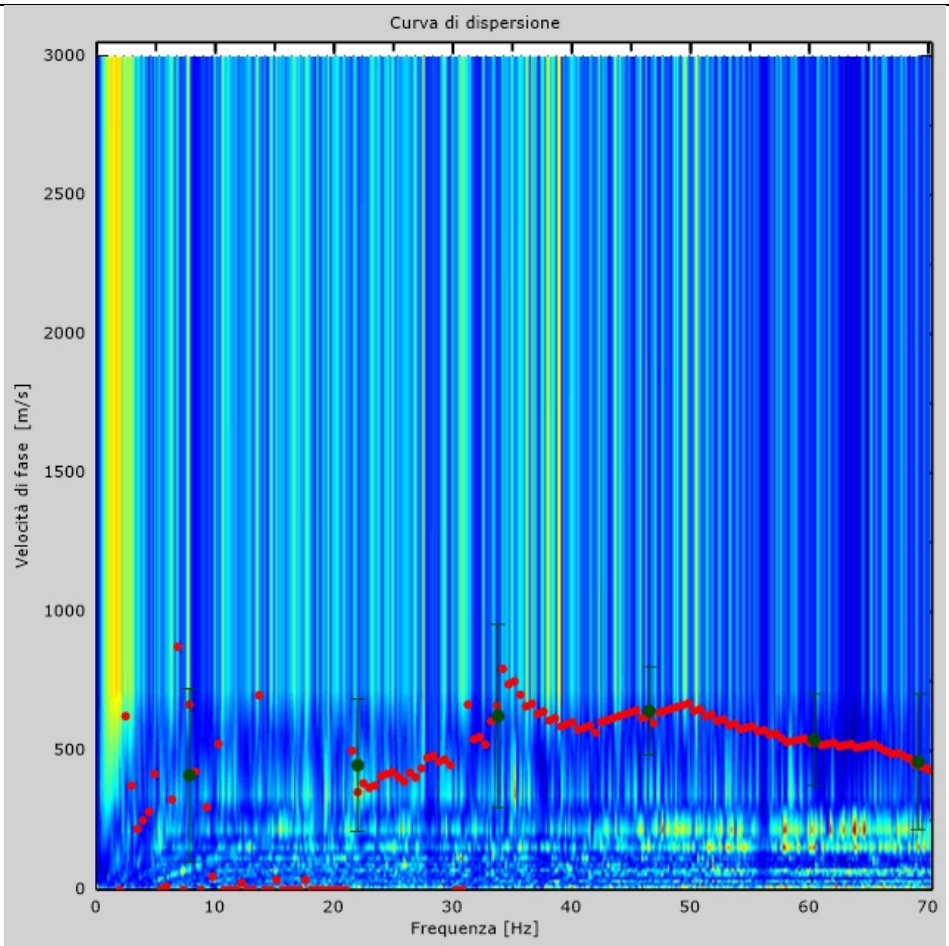


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) 9
Spaziatura ricevitori [m] 1m
Numero ricevitori 32
Numero modi 1

Strato 1

h [m] 2
z [m] ..... -2
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 511.77
Vp [m/s] 835.72
Vs min [m/s] 255.88
Vs max [m/s] 1023.54
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 511.770

Strato 2

h [m] 3
z [m] ..... -5
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 599.94
Vp [m/s] 979.70
Vs min [m/s] 299.97
Vs max [m/s] 1199.87
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 599.940

Strato 3

h [m] 3
z [m] ..... -8

Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 694.89
Vp [m/s] 1134.75
Vs min [m/s] 347.44
Vs max [m/s] 1389.77
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 694.890

Strato 4

h [m] 4
z [m] ..... -12
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 498.20
Vp [m/s] 813.56
Vs min [m/s] 249.10
Vs max [m/s] 996.41
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 498.200

Strato 5

h [m] 4
z [m] ..... -16
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 498.20
Vp [m/s] 813.56
Vs min [m/s] 249.10
Vs max [m/s] 996.41
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 498.200

Strato 6

h [m] 5
z [m] ..... -21

Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 457.51
Vp [m/s] 747.11
Vs min [m/s] 228.76
Vs max [m/s] 915.02
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 457.510

Strato 7

h [m] 5
z [m] ..... -26
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 457.51
Vp [m/s] 747.11
Vs min [m/s] 228.76
Vs max [m/s] 915.02
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 457.510

Strato 8

h [m] 6
z [m] ..... -32
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 457.51
Vp [m/s] 747.11
Vs min [m/s] 228.76
Vs max [m/s] 915.02
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 457.510

Strato 9

h [m] 0
z [m] ..... -oo

Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 457.51
Vp [m/s] 747.11
Vs min [m/s] 228.76
Vs max [m/s] 915.02
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 457.510

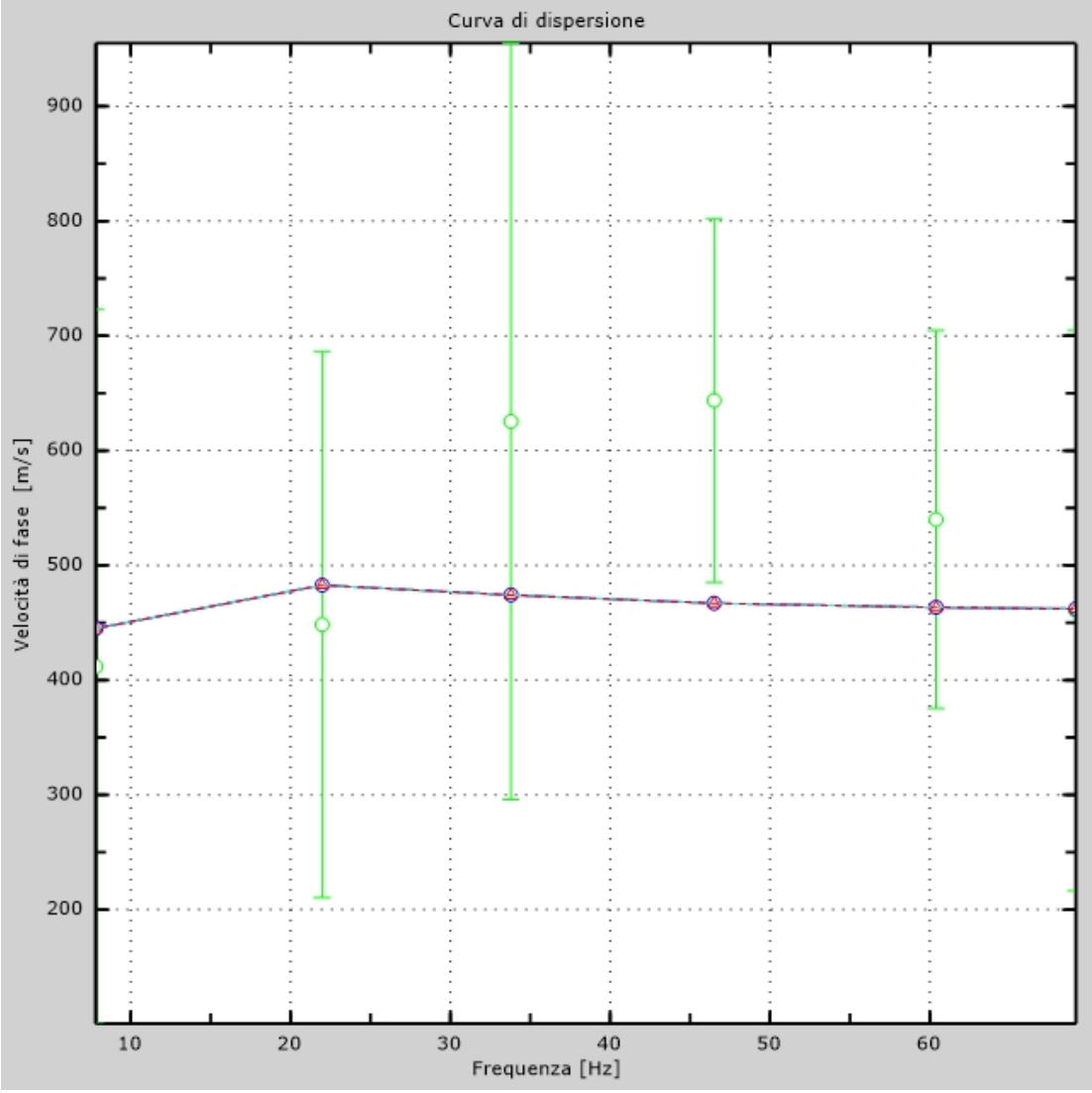


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigth (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

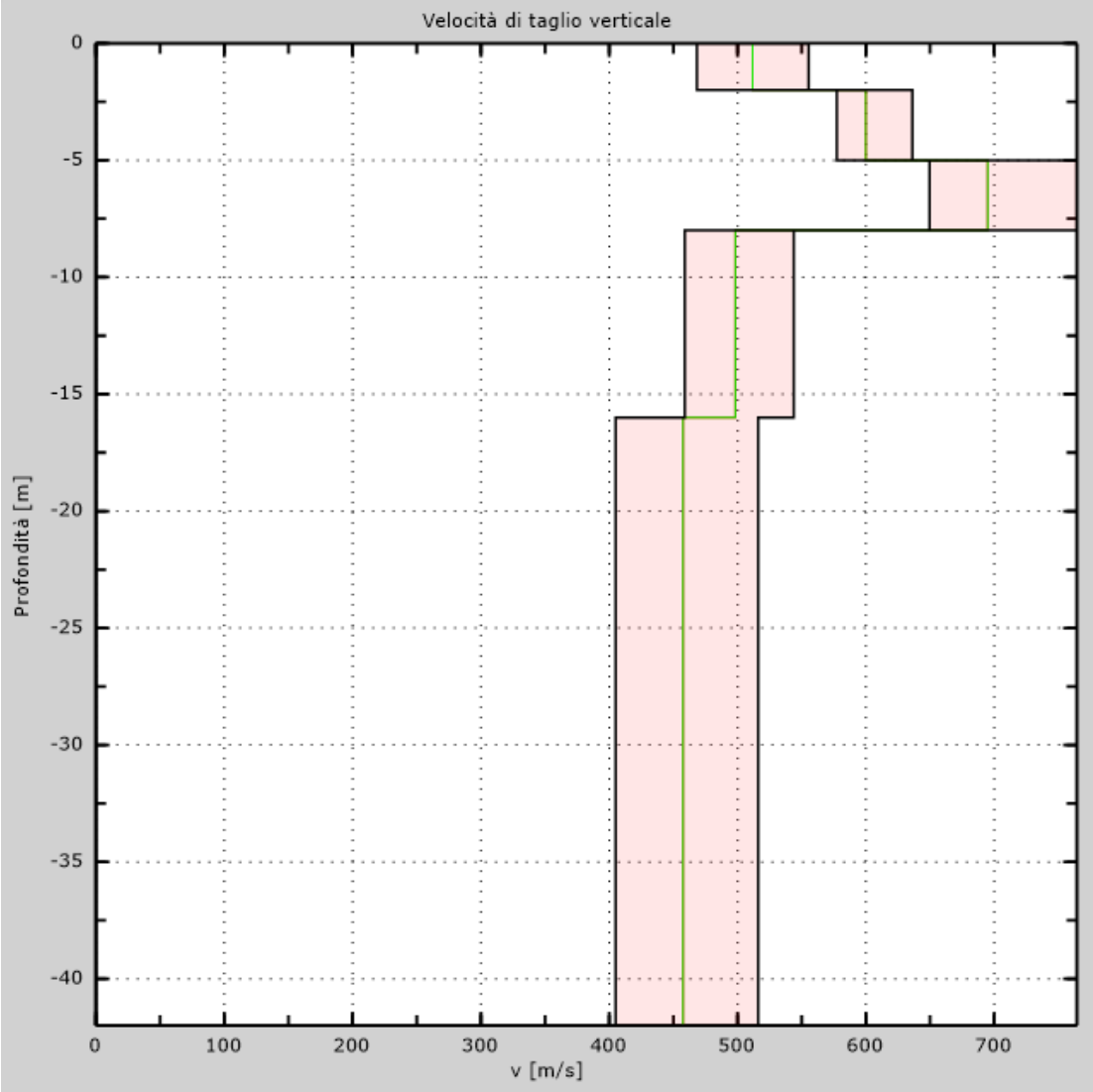


Figura 6: Profilo Vs numerico; incertezza 0.1 sigma

6 - Risultati finali

Piano di riferimento z=0 [m] 0
Vs30 [m/s]..... 500
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008
Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).
Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.
L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 9

Tipo di suolo B

1 - Dati sperimentli

Nome del file delle tracce .....C:\DoReMi\2015-06-02_17-11-11_01000_00200_032_Interl.drm
Numero di ricevitori.....32
Distanza tra i sensori: 1m
Numero di campioni temporali..... 2000
Passo temporale di acquisizione.....1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 32
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1999ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

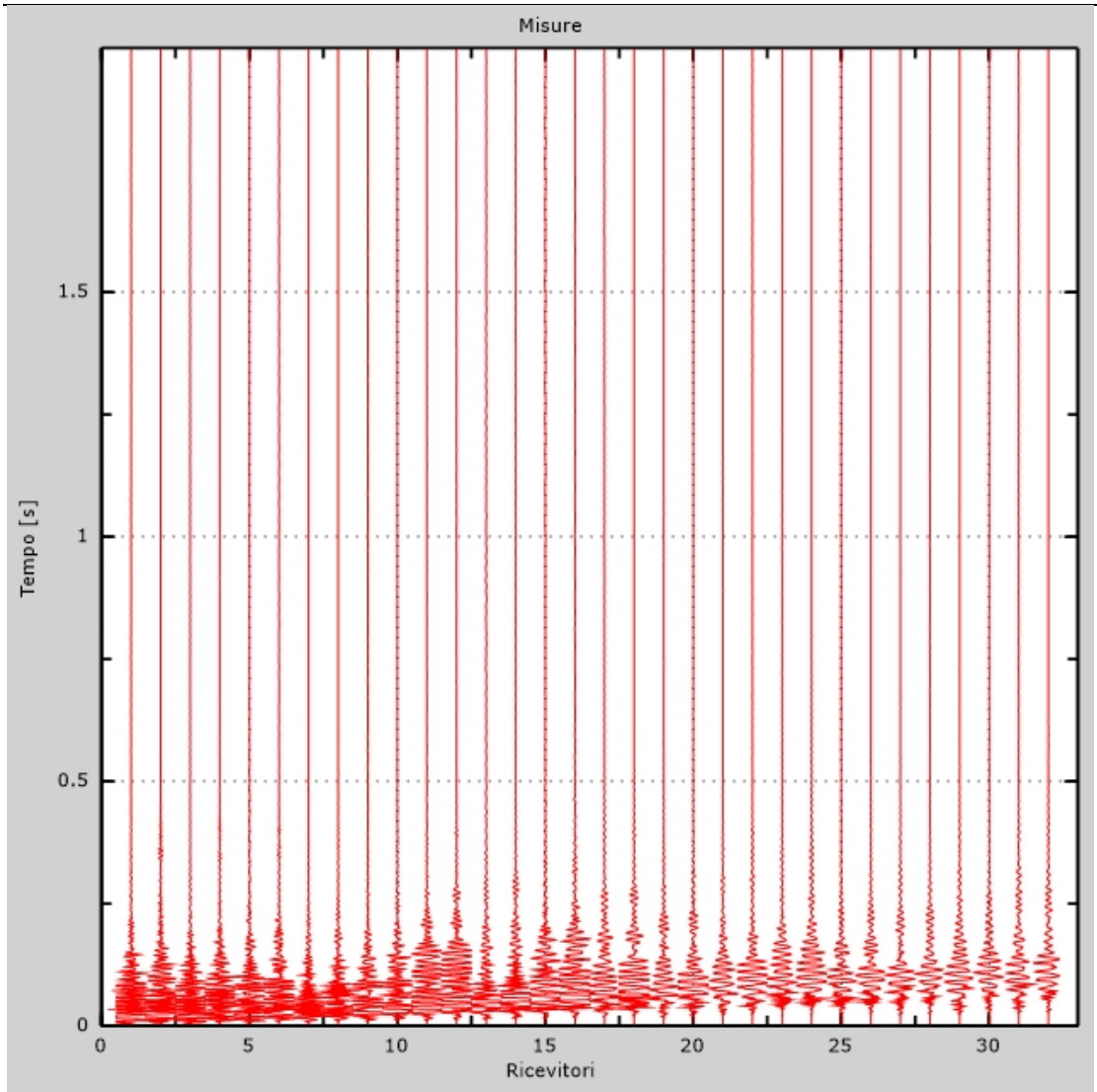


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale 70Hz
Frequenza iniziale.....2Hz

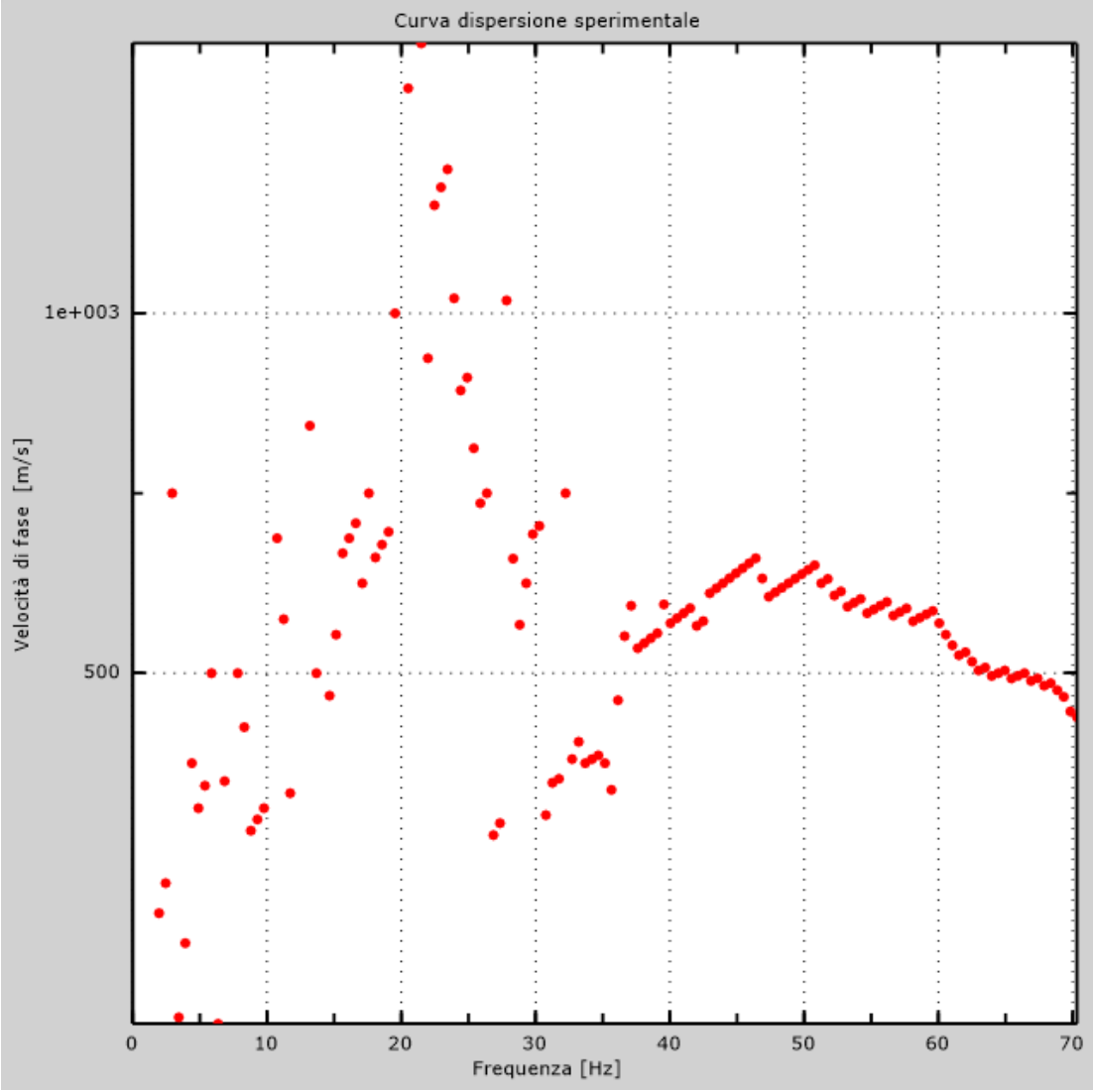


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Risultati delle analisi (tecnica passiva)

Nome del file delle tracce .....
Numero di ricevitori.....16
Numero di campioni temporali.....3.26787e-312
Passo temporale di acquisizione.....2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 16
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 59998ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

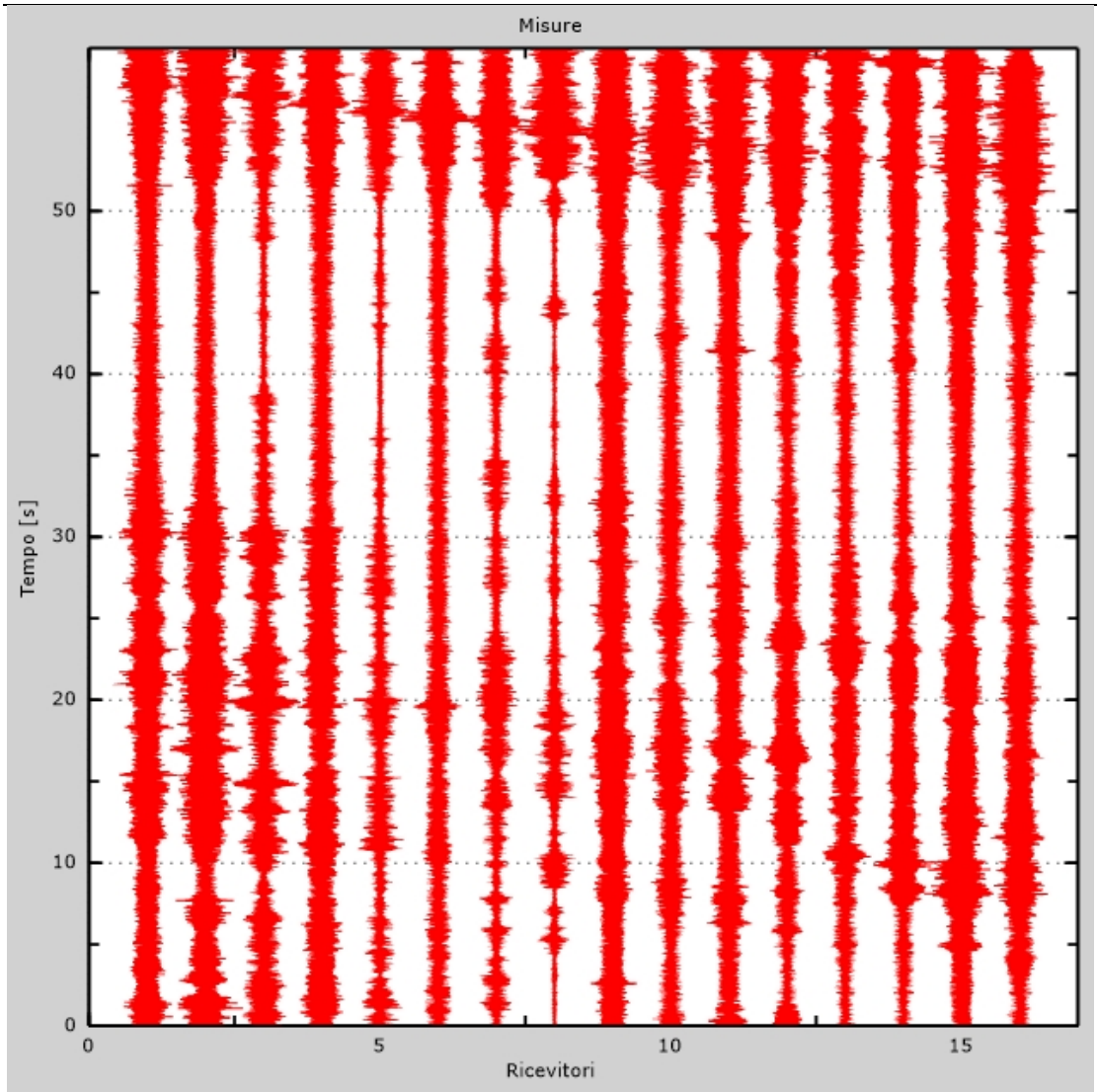


Figura 3: Tracce sperimentali

4 - Curva di dispersione

Tabella 1:Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
8.99269	429.23	219.146	639.314
32.1683	385.002	244.946	525.058

42.3583	602.457	429.23	775.684
51.0154	643	502.944	783.056
58.7706	602.457	462.401	742.513
66.4357	499.258	340.774	657.742

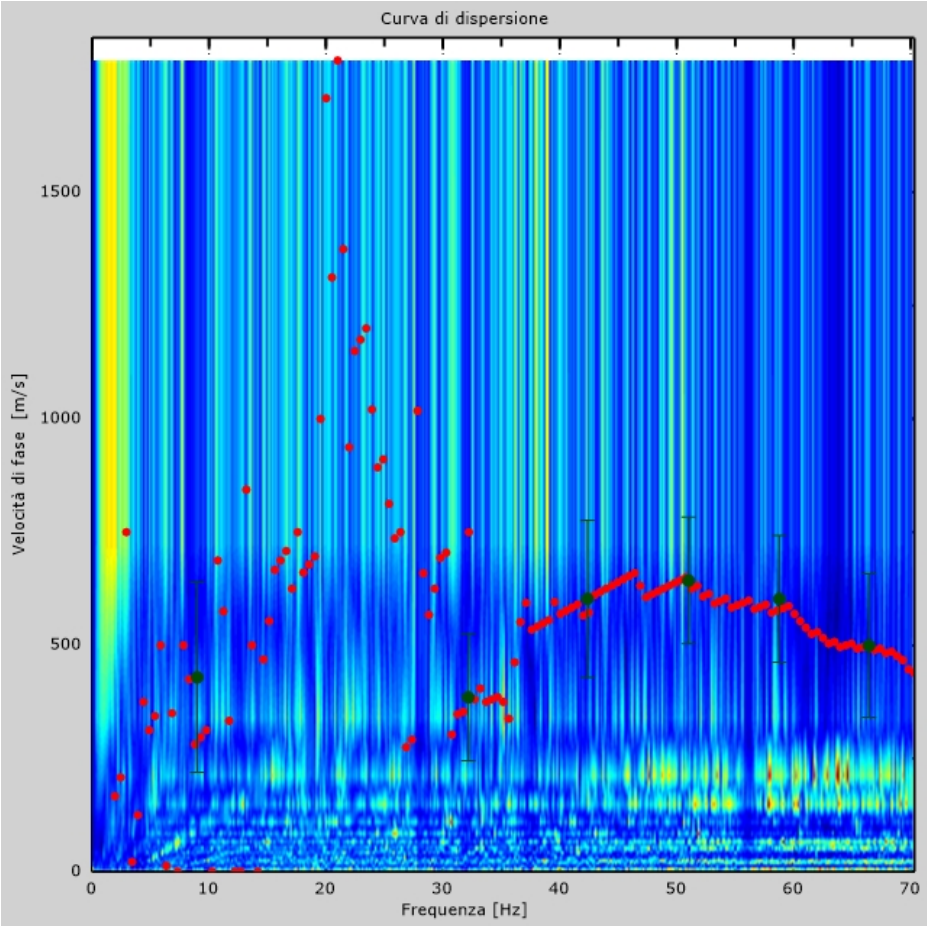


Figura 4: Curva di dispersione

5 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) 9
Spaziatura ricevitori [m] 1m
Numero ricevitori 32
Numero modi 1

Strato 1

h [m] 2
z [m] ..... -2
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 554.73
Vp [m/s] 905.87
Vs min [m/s] 277.37
Vs max [m/s] 1109.46
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 554.730

Strato 2

h [m] 1
z [m] ..... -3
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 594.73
Vp [m/s] 971.19
Vs min [m/s] 277.37
Vs max [m/s] 892.095000
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 594.730

Strato 3

h [m] 5
z [m] ..... -8

Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 669.40
Vp [m/s] 1093.13
Vs min [m/s] 334.70
Vs max [m/s] 1338.79
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 669.400

Strato 4

h [m] 4
z [m] ..... -12
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 669.40
Vp [m/s] 1093.13
Vs min [m/s] 334.70
Vs max [m/s] 1338.79
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 669.400

Strato 5

h [m] 4
z [m] ..... -16
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 576.92
Vp [m/s] 942.11
Vs min [m/s] 238.46
Vs max [m/s] 865.380000
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 576.920

Strato 6

h [m] 5
z [m] ..... -21

Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 476.92
Vp [m/s] 778.81
Vs min [m/s] 238.46
Vs max [m/s] 953.84
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 476.920

Strato 7

h [m] 5
z [m] ..... -26
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 476.92
Vp [m/s] 778.81
Vs min [m/s] 238.46
Vs max [m/s] 953.84
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 476.920

Strato 8

h [m] 6
z [m] ..... -32
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 476.92
Vp [m/s] 778.81
Vs min [m/s] 238.46
Vs max [m/s] 953.84
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 476.920

Strato 9

h [m] 0
z [m] ..... -oo

Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.2
Vs [m/s] 500
Vp [m/s] 816.50
Vs min [m/s] 238.46
Vs max [m/s] 750.000000
Falda non presente nello strato
Strato non alluvionale
Vs fin.[m/s] 500.000

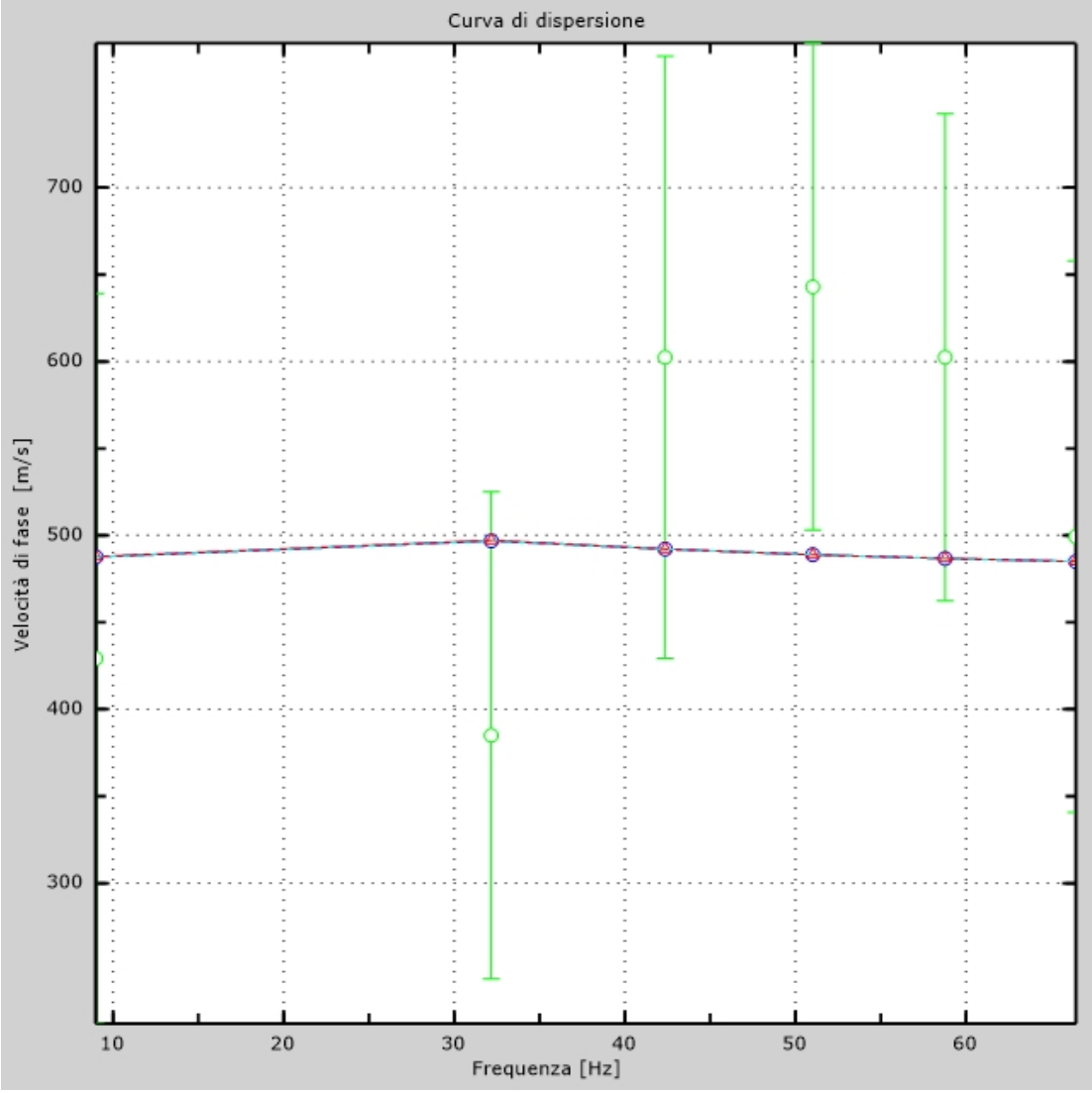


Figura 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigth (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

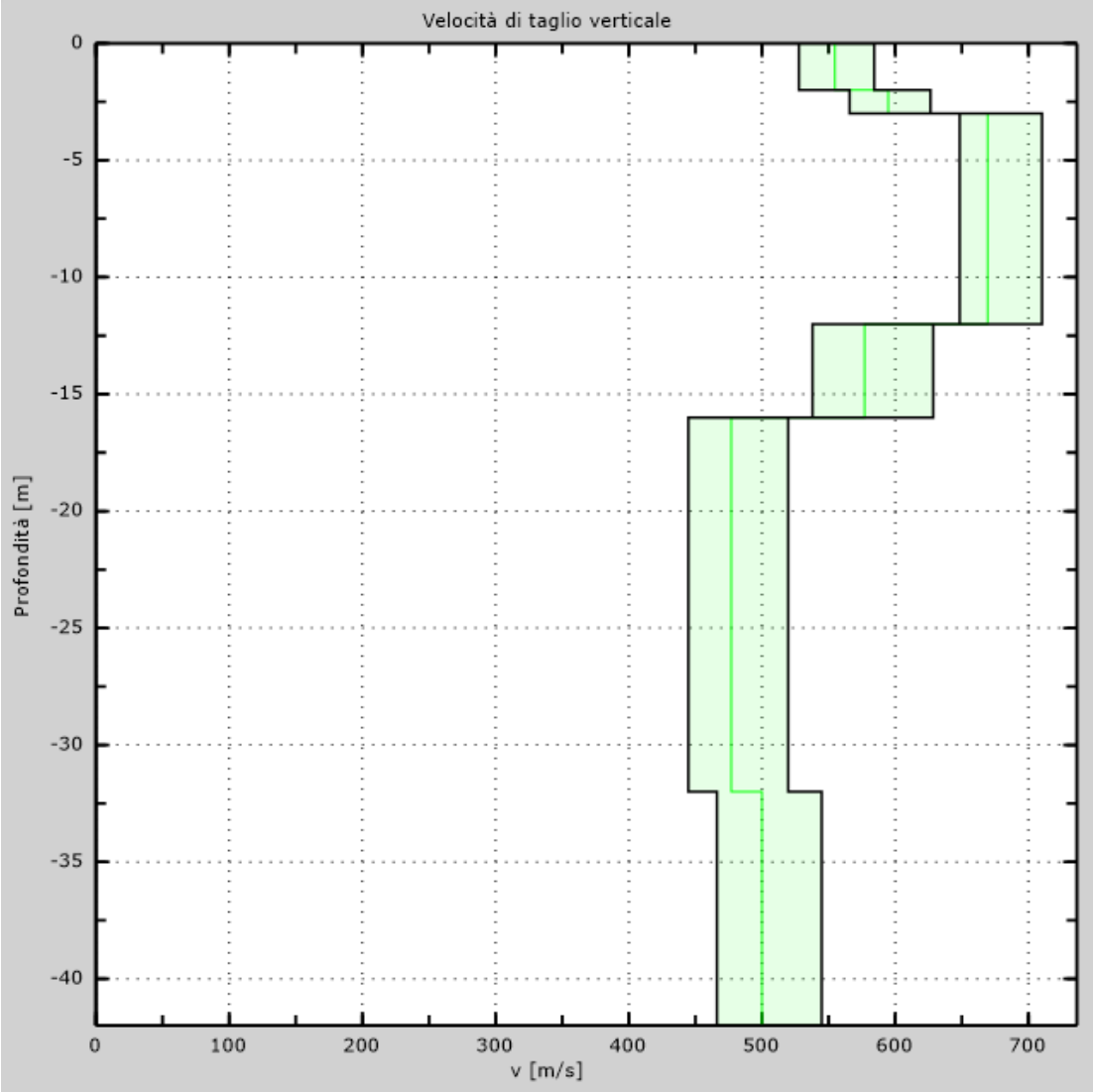


Figura 6: Profilo Vs numerico; incertezza 0.1 sigma

6 - Risultati finali

Piano di riferimento z=0 [m] 0
Vs30 [m/s]..... 545
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008
Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).
Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.
L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 9

Tipo di suolo B