



COMUNE DI FOLIGNANO
PROVINCIA DI ASCOLI PICENO
III SETTORE - SERVIZIO LL.PP. E SISMA

Via Roma 17
63084 - Folignano (AP)
Tel. Centralino 0736 39971
PEC: comune.folignano@emarche.it
Mail: info@comune.folignano.ap.it

LIVELLO PROGETTUALE:

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

**INTERVENTO LOCALE
PALAZZETTO DELLO SPORT "PALAROZZI"
OCSR N. 56/2018 - SISMA 2016
CUP: *J76F19000290006***

**ELABORATO N. 03
RELAZIONE GEOLOGICA**

UBICAZIONE: VIA COSTANTINO ROZZI - VILLA PIGNA

AMBIENTE SOFTWARE: WORD

SCALA: -

DATA: 24.05.2021

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ARCH. MARCO MAROZZI

U.T.C. DI PROGETTAZIONE
ING. VALENTINA MASSACCI

IL RESPONSABILE DEL III SETTORE
ARCH. FRANCESCA ROMANA MANCINI

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ARCH. MARCO MAROZZI



IL RESPONSABILE DEL III SETTORE
ARCH. FRANCESCA ROMANA MANCINI

COMUNE DI FOLIGNANO (AP)

Di seguito viene allegata la relazione geologica effettuata per l'adeguamento sismico della scuola dell'infanzia e asilo nido di Villa Pigna.

L'immobile adibito a scuola dell'infanzia e asilo nido è locato nel lotto adiacente a quello del Palarozzi per cui si è ritenuto valido usare le caratteristiche stratigrafiche riportate nella relazione al fine della valutazione dell'azione sismica di progetto.

La relazione allegata è ritenuta, a parere del progettista, valida ed esplicativa tanto da non richiedere la necessità di svolgere ulteriori indagini geotecniche.

Si cita a tal proposito il paragrafo 6.2.2. delle N.T.C. 2018 che riporta la casistica applicata per l'intervento proposto: *“Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.”*

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Massimo De Vecchis

Z.I. Campolungo – Area Marini

63100 Ascoli Piceno

Tel e fax : 0736/341267- 812737

COMUNE DI FOLIGNANO

Provincia di Ascoli Piceno



RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA

Committente: Amministrazione Comunale

**ADEGUAMENTO SISMICO EDIFICIO
DESTINATO A SCUOLA ELEMENTARE E
ASILO NIDO SITO IN LOCALITA'
VILLA PIGNA**

Ascoli Piceno Gennaio 2014

IL GEOLOGO
Dott. Massimo De Vecchis
Massimo DE VECCHIS
Geologo Esperto
N. 551
ALBO SEZIONE A

INDICE

<i>PREMESSA</i>	<i>2</i>
<i>UBICAZIONE TOPOGRAFICA.....</i>	<i>5</i>
<i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....</i>	<i>6</i>
<i>INDICAZIONI FORNITE DAL PAI.....</i>	<i>7</i>
<i>IDROGEOLOGIA.....</i>	<i>8</i>
<i>INDAGINI IN SITO.....</i>	<i>9</i>
<i>MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO.....</i>	<i>10</i>
<i>INDICAZIONI GEOTECNICHE.....</i>	<i>11</i>
<i>INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA.....</i>	<i>12</i>
<i>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....</i>	<i>14</i>

PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Folignano ha incaricato il sottoscritto dott. geologo Massimo De Vecchis, di effettuare uno studio geologico con modellazione sismica a corredo del progetto di adeguamento sismico di un edificio destinato a scuola elementare e asilo nido sito in località Villa Pigna nel territorio comunale di Folignano.



Il cerchio rosso nella foto indica l'edificio oggetto di studio

A tale scopo, il sottoscritto ha effettuato un accurato rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio dell'area in oggetto ed ha consultato gli studi geologici precedentemente eseguiti per la messa in sicurezza dell'edificio.

Inoltre, al fine di valutare la successione litostratigrafica e le caratteristiche meccaniche dei terreni, ha eseguito un sondaggio a rotazione ed a carotaggio continuo spinto ad una profondità massima di 14 metri dal piano campagna mediante sonda a rotazione modello Mustang A65 della Atlas Copco, corredato di prove in sito sulle carote di terreno prelevate (prove pocket).

Infine, a corredo dell'indagine geognostica è stata realizzata una analisi sismica mediante il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la caratterizzazione del sito in termini di V_s 30 in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) del 14/01/2008 ubicata come indicato nella allegata relazione.

Le indagini e gli studi svolti hanno permesso di avere un quadro esauriente dell'assetto stratigrafico dell'area di imposta del sostegno e hanno permesso di caratterizzare i terreni dal punto di vista meccanico e sismico, al fine di una corretta progettazione delle opere da realizzare per la sua messa in sicurezza

Normativa di riferimento

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

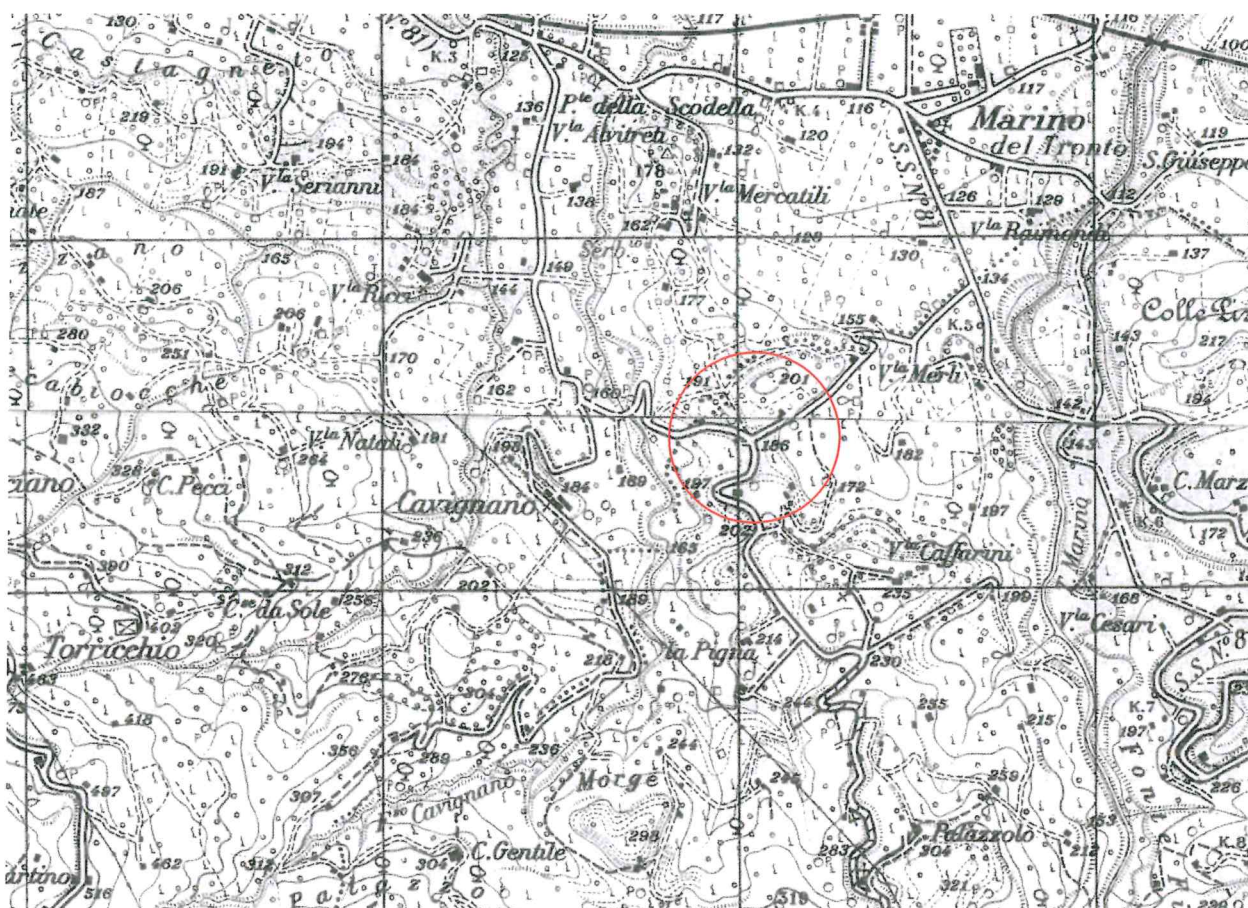
Consiglio Superiore dei lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007.

UBICAZIONE TOPOGRAFICA

L'edificio in oggetto è situato in Via Barbarana, in località Villa Pigna, nel territorio comunale di Folignano, lungo la parte alta del versante est che digrada verso il Torrente Marino, ad una quota di circa 186 metri s.l.m. (vedi carta geologica allegata).

Essa risulta cartografata nella tavoletta I.G.M. "Civitella del Tronto" in scala 1 : 25.000 , III° quadrante Nord-Est del Foglio 133 della Carta d'Italia.



Stralcio planimetria in scala 1:25.000. Il cerchio rosso indica l'area in oggetto.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area su cui insiste il fabbricato è posta immediatamente ad est della cresta che funge da linea spartiacque tra il bacino del Fosso di Cavignano ad Ovest ed il bacino del Torrente Marino ad Est.

Il versante presenta acclività medio-bassa e il suo andamento risulta profondamente modificato dai numerosi interventi antropici succedutisi nel corso degli anni.

Esso risulta caratterizzato in superficie da terreni sabbioso-limosi provenienti dal disfacimento delle arenarie di base, che in base al rilevamento eseguito risultano praticamente affioranti sulla sommità della cresta mentre tendono progressivamente ad approfondirsi procedendo lungo il versante.

Lo spessore dei sedimenti di natura colluviale in base alle indagini eseguite risultano pari a circa 5,00 ÷ 6,00 metri lungo l'area di sedime del fabbricato.

Il substrato geologico di base, come detto in precedenza, risulta costituito da banchi di arenarie a volte ben cementate di consistenza litoide, alternati a sottili livelli marnoso – argillosi.

Tale unità litostratigrafica risulta nota in letteratura con il termine di "Formazione della Laga" risale al Miocene superiore, e presenta nell'area una immersione degli strati verso Est - Nord - Est, con inclinazione variabile a causa degli intensi stress tettonici subiti.

Detta formazione, come evidenziato dal rilevamento eseguito risulta in affioramento nei dintorni, mentre nell'area di sedime dell'edificio, come detto in precedenza, risulta ricoperta da limi sabbiosi argillosi di disfacimento della stessa formazione di base per uno spessore medio pari a circa 6 metri.

L'area, dal punto di vista geologico e geomorfologico può essere definita in buone condizioni di equilibrio non essendo presenti nelle immediate vicinanze segni di dissesto in atto o quiescenti.

INDICAZIONI FORNITE DAL PAI

L'area oggetto di studio risulta situata all'interno del bacino idrografico del Fiume Tronto e perciò necessario valutare la franosità della zona.

Tale valutazioni sono state effettuate sulla base del "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del fiume Tronto" (P.A.I.) redatto dall'Autorità di Bacino Interregionale del fiume Tronto ed adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n.02 del 18.02.2005.



Stralcio del PAI (non in scala)

Esso è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Secondo il P.A.I. (Piano Assetto Idrogeologico) del Fiume Tronto, l'area di sedime del fabbricato non ricade in nessuna delle aree perimetrale a rischio frana (vedi figura - stralcio del PAI non in scala).

IDROGEOLOGIA

L'area è interessata dalle acque di diretta precipitazione meteorica e da quelle di versante.

La circolazione idrica superficiale si sviluppa lungo i versanti, seguendo la direzione di massima pendenza, ed è legata alla presenza di fossi ed impluvi che drenano il versante raccogliendo e convogliando le acque verso l'asta fluviale del Torrente Marino, principale via di drenaggio dell'area.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, essa risulta scarsa o assente.

Comunque, non è da escludere una limitata circolazione idrica, per percolazione lungo il contatto tra i materiali sabbiosi discretamente permeabili e quelli di base impermeabili.

INDAGINI IN SITO

Al fine di ottenere una esatta ricostruzione del modello geologico del sottosuolo dell'area di sedime del nuovo sostegno, tenuto conto di quanto previsto nel D.M. 11/03/2008 nonché nel D.M. 14/01/2008 si è utilizzato:

- 1. Un rilevamento geologico di campagna;*
- 2. L'analisi di dati di n. 1 sondaggio geognostico a rotazione, spinto alla profondità di 14 metri con esecuzione di prove mediante penetrometro tascabile (Pocket penetrometro) sulle carote di terreno prelevate. Il sondaggi è stato eseguito a valle dell'edificio (vedi documentazione fotografica allegata);*



La foto mostra in primo piano l'esecuzione della prova penetrometrica N.1

3. *L'analisi di n. i indagine sismica mediante tecnologia MASW;*
4. *L'utilizzo di conoscenze personali e di letteratura.*

Gli studi eseguiti hanno avuto lo scopo di risalire ad una ricostruzione della stratigrafia locale ed alla definizione dei principali caratteri litologici e strutturali dei terreni di sedime, finalizzati all'inquadramento dei principali problemi geotecnici e sismici.

MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Il modello geologico del sottosuolo è stato valutato attraverso il rilevamento di campagna e mediante l'esecuzione delle indagini geognostiche eseguite.

Di seguito vengono riportati i dati relativi alla successione stratigrafica media dell'area in esame nell'area di sedime del fabbricato.

<i>da m 0,00 a m 2,00 in media dal piano campagna</i>	<i>Terreno di riporto limoso argilloso con frammenti di laterizio dispersi</i>
<i>da m 2,00 a m 8,00 in media dal piano campagna</i>	<i>Limo sabbioso argilloso di media consistenza e bassa plasticità</i>
<i>da m 8,00 in media in poi</i>	<i>Arenaria debolmente cementata (Substrato di base)</i>

INDICAZIONI GEOTECNICHE

Per la caratterizzazione fisica e geomeccanica dei terreni presenti si sono utilizzati i parametri emersi dalle prove eseguite mediante il penetrometro tascabile (pocket penetrometro) sulle carote di terreno prelevate durante il carotaggio, dai risultati della indagine sismica e dalle analisi di laboratorio eseguite dal sottoscritto su campioni litologicamente simili.

Pertanto, in base alle considerazioni sopra riportate è possibile fornire le seguenti caratteristiche meccaniche dei terreni presenti:

Terreno di riporto limoso argilloso con frammenti di laterizio dispersi:

$$\gamma = \text{peso di volume} = 1,7 \text{ t/mc};$$

$$C_u = \text{coesione non drenata} = 0,2 \div 0,4 \text{ Kg/cm}^2;$$

$$I_c = \text{Indice di consistenza} = 0,25 \div 0,5;$$

$$E_w = \text{modulo di Winkler} = 1 \div 5 \text{ Kg/cm}^3;$$

Limo sabbioso argilloso di media consistenza e plasticità:

$$\gamma = \text{peso di volume} = 1,8 \text{ t/mc};$$

$$C_u = \text{coesione non drenata} = 0,8 \div 1,0 \text{ Kg/cm}^2;$$

$$I_c = \text{Indice di consistenza} = 0,5 \div 0,75;$$

$$E_w = \text{modulo di Winkler} = 5 \div 10 \text{ Kg/cm}^3;$$

Arenaria debolmente cementata (Substrato di base):

γ = peso di volume = 2,2 t/mc;

Q_c = Resistenza a compressione semplice ≥ 250 Kg/cm².

E_w = modulo di Winkler > 70 Kg/cm²

INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Come detto in premessa, il progetto prevede l'adeguamento sismico dell'edificio destinato a scuola elementare e asilo nido sito in località Villa Pigna (vedi foto).



La foto mostra in primo piano il lato monte dell'edificio destinato a scuola elementare e asilo nido

L'edificio in oggetto presenta una pianta approssimativamente rettangolare con lati di circa 70 m x 20 m ed è costituito da un piano seminterrato e da un piano fuori terra.

Esso è stato edificato tra gli anni 70 ÷ 80, con struttura in cemento armato.

Data la geomorfologia del sito, a causa degli sbancamenti resisi necessari per la pianificazione dell'area di sedime, è presente un piano seminterrato (vedi foto e sezioni allegate).

Le strutture di fondazione sono costituite da plinti a base rettangolare collegati da travi rovesce, posti alla profondità media di circa 2,0 m dal piano campagna.

Il terreno di appoggio della fondazione è costituito verosimilmente dai terreni colluviali di disfacimento delle formazioni di base arenaceo – marnosa che è presente a partire dalla quota di circa 8,00 m dal piano campagna.

Detta formazione come detto in precedenza tende progressivamente ad approfondirsi procedendo da monte verso valle.

Sulla struttura portante del fabbricato non sono visibili segni di lesioni imputabili a cedimenti del terreno di appoggio, i terreni colluviali dotati di un importante scheletro sabbioso sono caratterizzati da discrete caratteristiche meccaniche .

Pertanto, vista l'assenza di lesioni da cedimento e le buone caratteristiche geotecniche del terreno di appoggio dell'edificio, non sono da prevedere interventi in fondazione per l'adeguamento sismico dell'edificio.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Il comma 1-bis dell'art. 5 della L. 33/2009 ha disposto l'entrata in vigore dal 30 giugno 2009 della parte delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008.

In base alle suddette norme il comune di Folignano ricade in zona 2 il cui valore dell'accelerazione massima orizzontale a_g è pari a 0,25 g, dove g è l'accelerazione di gravità.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante l'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Lo spettro di risposta va infatti modificato in funzione di condizioni locali che si discostano da quelle standard di terreno piano rigido.

Tale modifica si ottiene attraverso l'applicazione di un fattore di scala S e attraverso la modifica dei valori del periodo T_b , T_c , T_d in relazione al tipo di suolo di fondazione, le cui caratteristiche litologiche sono riconducibili a 5 categorie.

Nel capitolo 3.2.2. delle sopra citate Norme nella tabella 3.2.II vengono definite le categorie di sottosuolo, distinzione che si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità e qualora questo valore non fosse disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori della prova SPT_{30} (Standard Penetration Test) per terreni incoerenti e della Cu_{30} (Coesione non drenata) per terreni coesivi.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

Al fine di ottemperare alle nuove indicazioni impartite dal D.M. 14/01/2008 è stata eseguita una indagine geofisica di tipo MASW da parte della Gea snc di Ascoli Piceno (vedi report allegato).

Dall'elaborazione dei dati scaturiti dall'indagine sismica MASW, si evince che la velocità equivalente V_{s30} al suolo di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità dalla superficie topografica dove è stata effettuata la prospezione sismica risulta pari a 517 m/s.

Con tale valore di V_s 30 si ha una categoria di suolo di tipo B ovvero depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (vedi tabella).

L'area su cui insiste il fabbricato è posta immediatamente ad est della cresta che funge da linea spartiacque tra il bacino del Fosso di Cavignano ad Ovest ed il bacino del Torrente Marino ad Est.

Il versante presenta acclività medio-bassa.

*Pertanto dal punto di vista topografico, come indicato nella tabella 3.2.IV del D.M., rientra nella categoria topografica **T1** ovvero categoria comprendente superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.*

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

IL GEOLOGO

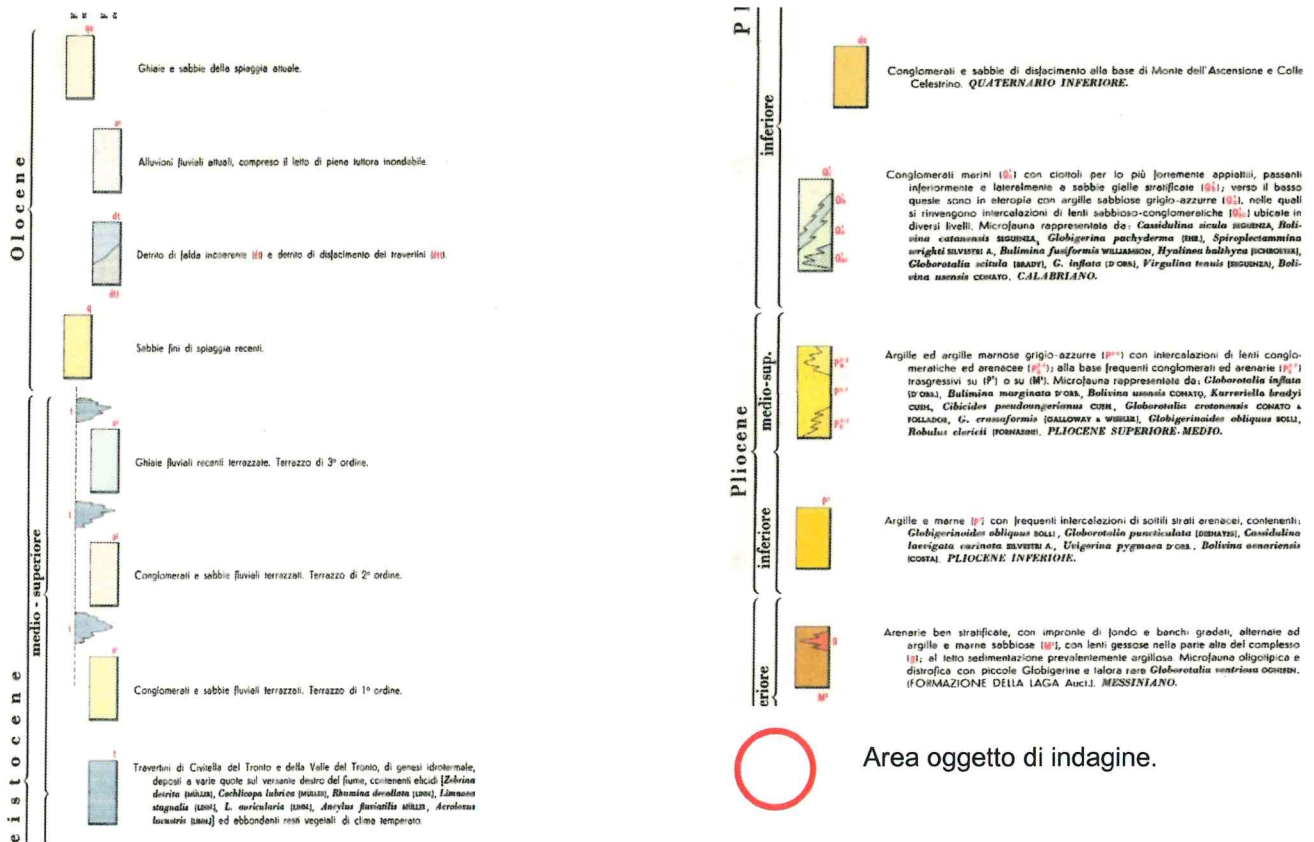
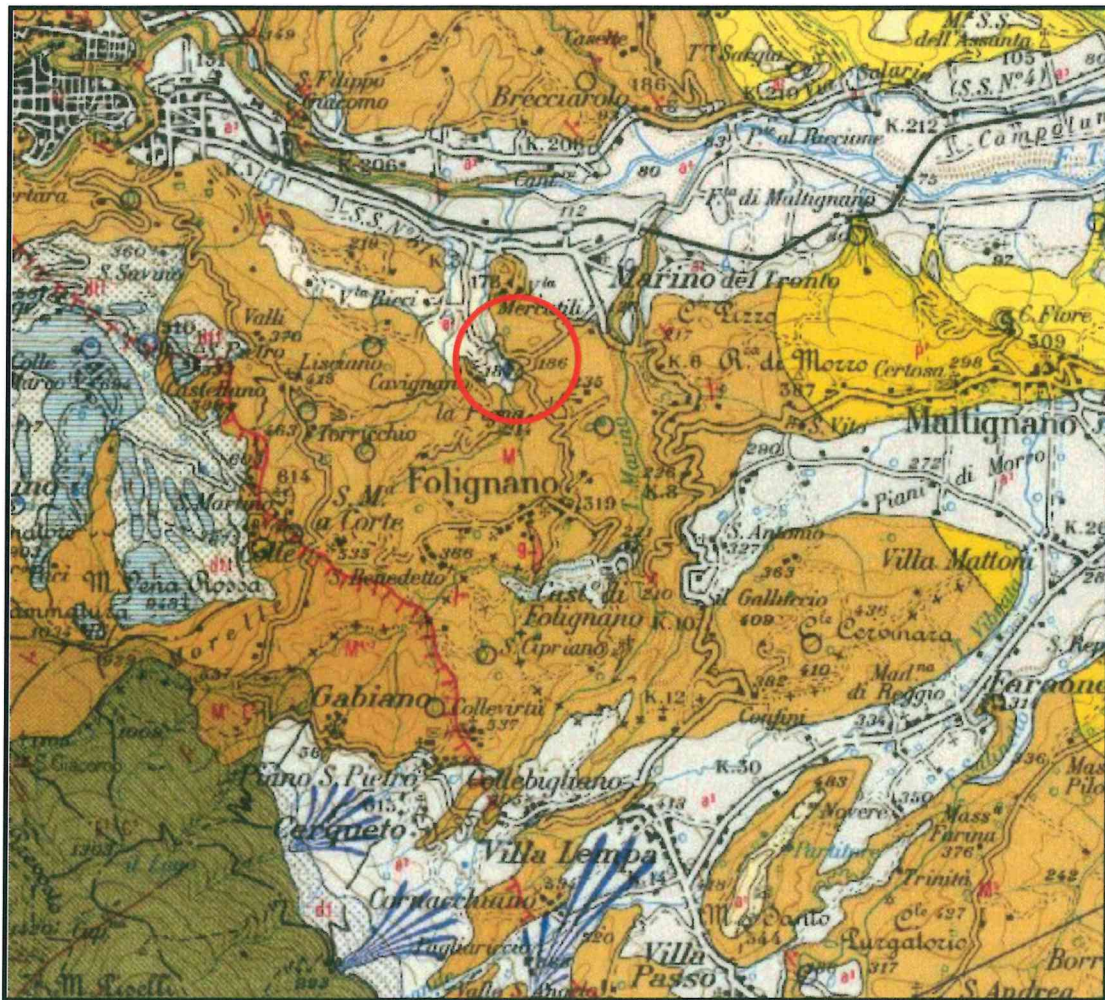
dott. Massimo De Vecchis



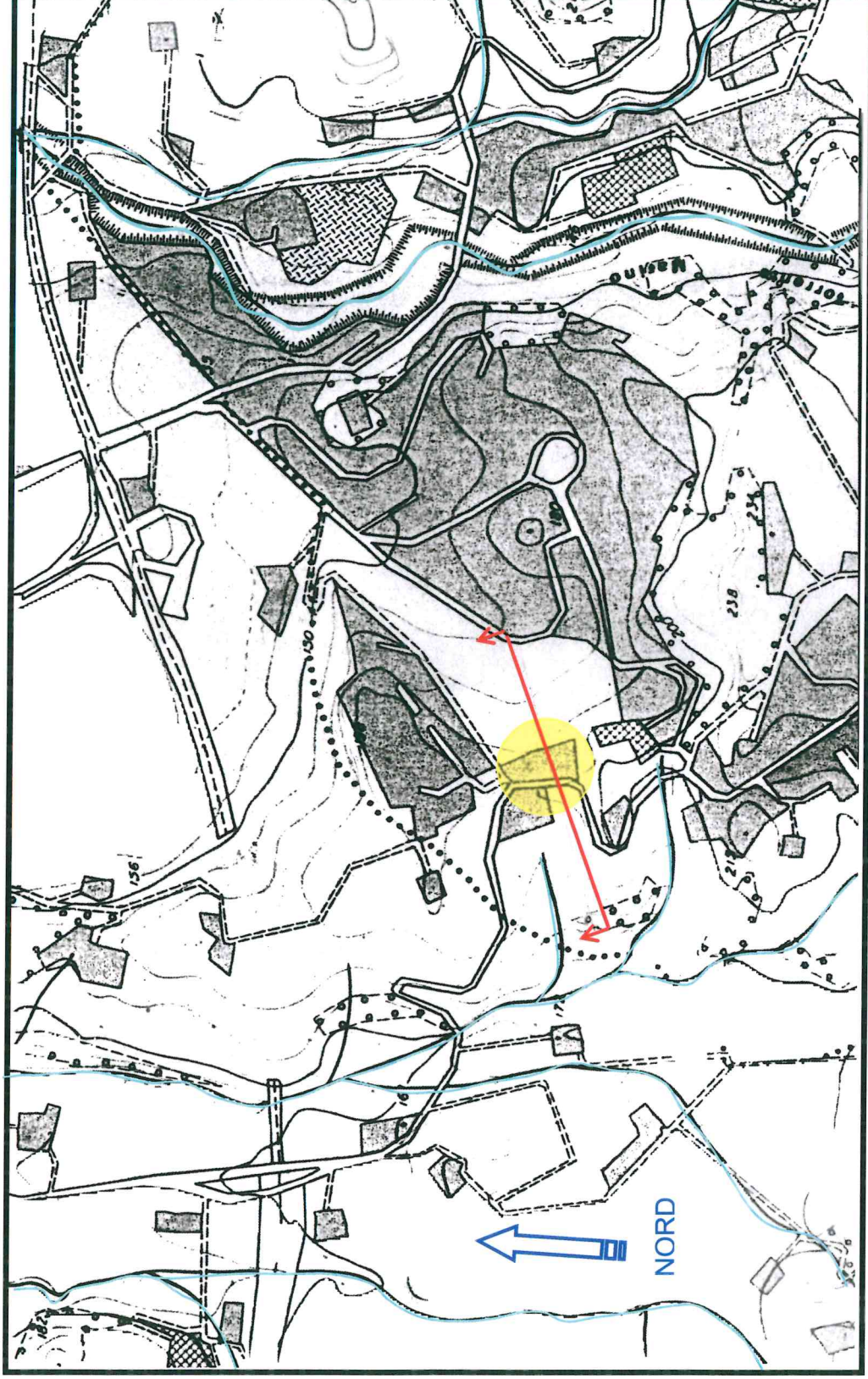
Ascoli Piceno Gennaio 2014

Carta Geologica

(Base topografica I.G.M. : F. 133 della Carta d'Italia)



STRALCIO PLANIMETRICO in scala 1 : 10.000
(base topografica Ortofotacarta derivata Regionale – Sezione 326016 “FOLIGNANO”)



COLONNA STRATIGRAFICA DEL
SONDAGGIO E
DOCUMENTAZIONE
FOTOGRAFICA

Riferimento: Scuola elementare e asilo

Sondaggio: 1

Località: Villa Pigna

Quota:

Impresa esecutrice: Geosistem s.r.l. Lavori Speciali

Data: 14 gennaio 2014

Coordinate:

Redattore: Dott. Massimo De Vecchis

Perforazione: carotaggio continuo

ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1			1							Terreno di riporto costituito da limo argilloso marrone con frammenti di laterizio dispersi di bassa consistenza ed alta plasticità.
					2										
					3		1.5								
					4										
					5		1								
					6		2.5							6.0	Limo sabbioso argilloso marrone bruno di bassa plasticità e media consistenza.
					7		4								
					8		3								
					9									9.0	Limo sabbioso marrone con veli calcitici di media consistenza e bassa plasticità
					10	2									
					11										
					12		2.5								Arenaria molto alterata (Substrato di base).
					13									13.0	
					14									14.0	

Postazione Sondaggio



Sondaggio a carotaggio



Sondaggio n. 1. Cassa rappresentativa n. 1 da m 0,00 a m 6,00



Sondaggio n. 1. Cassa rappresentativa n. 2 da m 6,00 a m 13,00

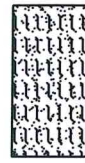
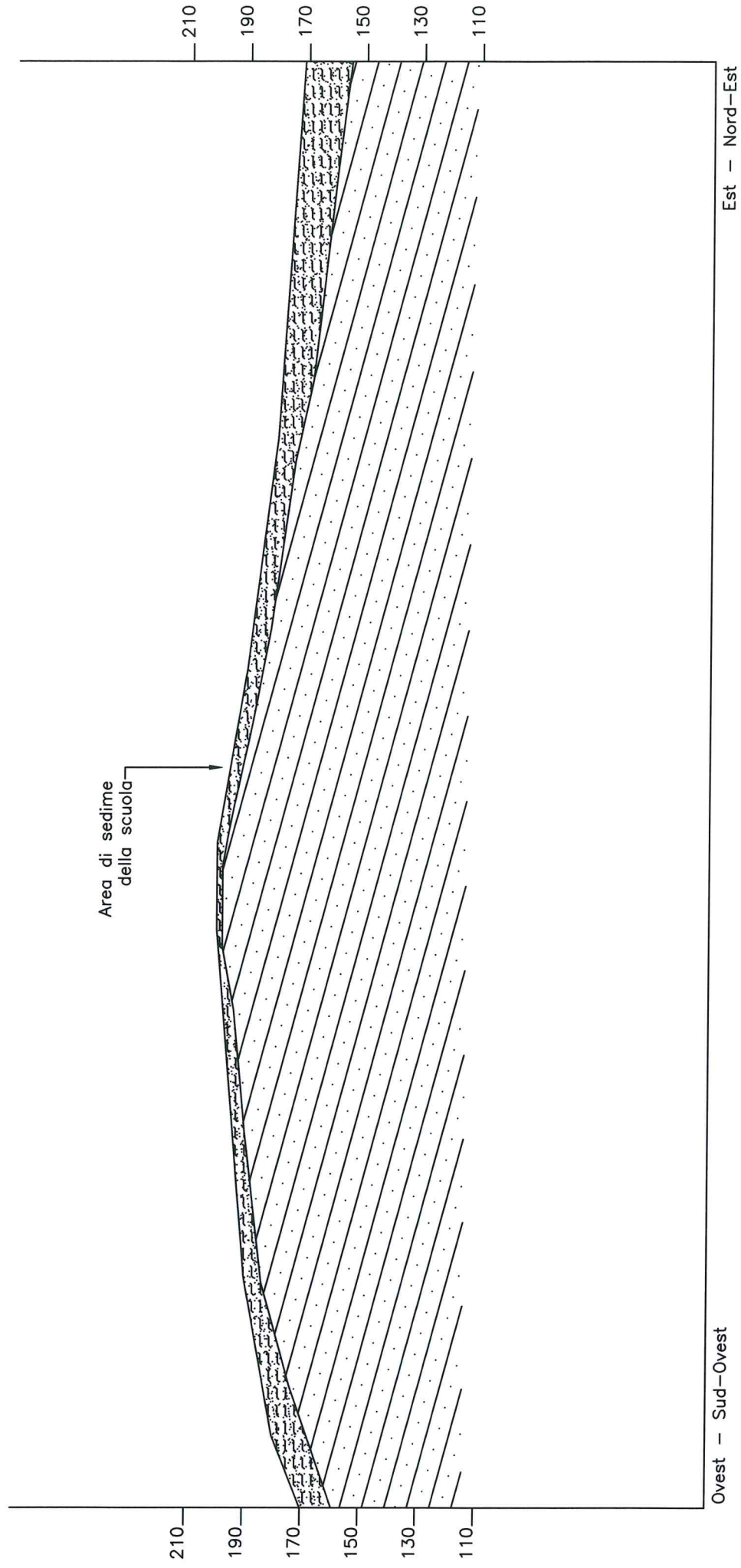
Sondaggio a carotaggio



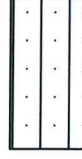
Sondaggio n. 1. Cassa rappresentativa n. 3 da m 13,00 a m 14,00

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA

Scala 1 : 2.000

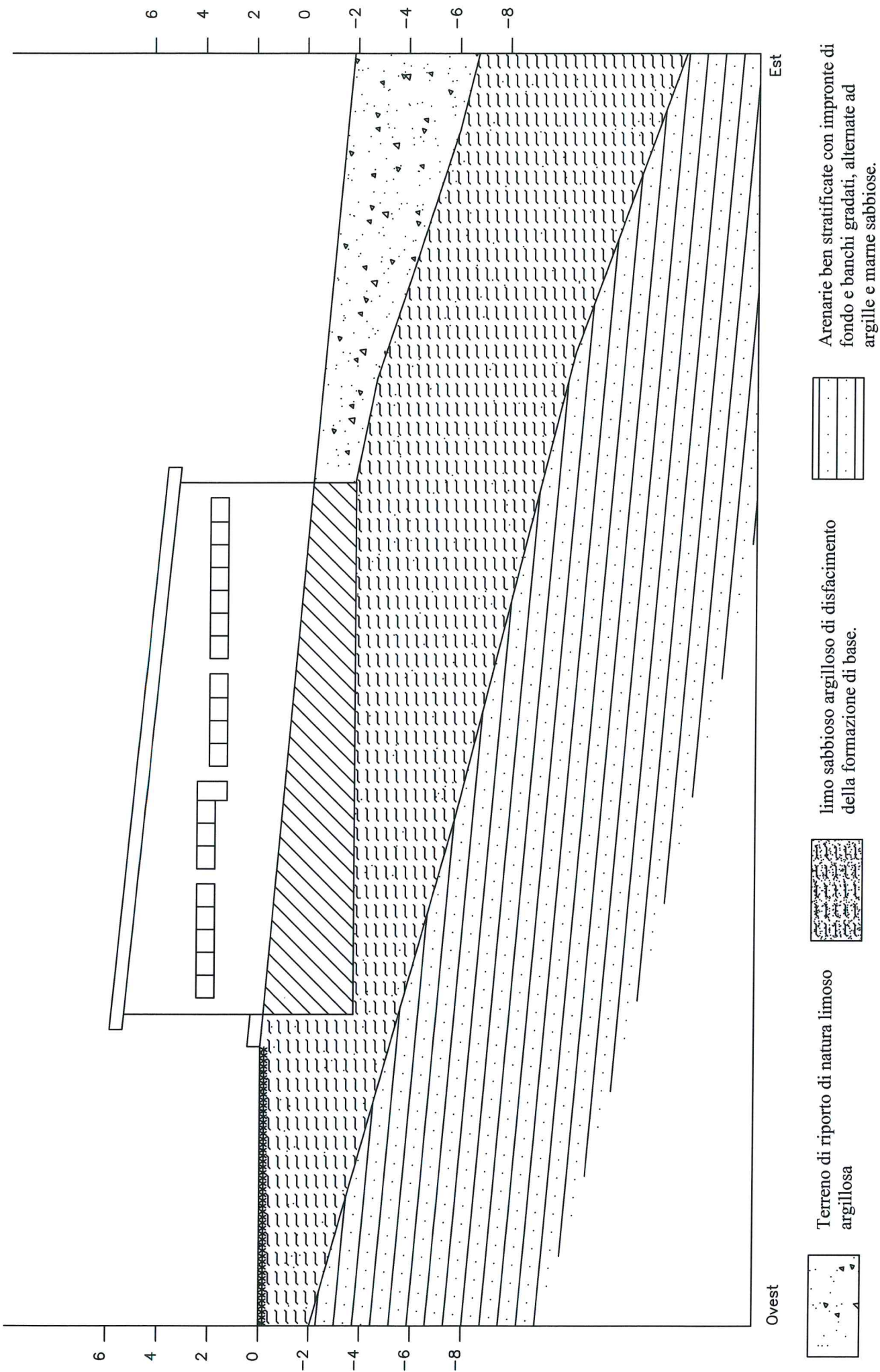


Limo sabbioso argilloso colluviale



Arenarie ben stratificate con impronte di fondo e banchi gradati, alternate ad argille e marne sabbiose.

SEZIONE PROSPETTICA TERRENO - STRUTTURA
Scala 1 : 200





INDAGINE GEOFISICA

REPORT D'INDAGINE MASW

(MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Sismica a rifrazione

MASW

Downhole

Tromino

Microtremori

REMI

Tomografia Elettrica

Geoelettrica

Termografia IR

Misure Inclino metriche

Carotaggi geognostici

Monitoraggi strutturali
e ambientali

Analisi e consulenze
ambientali,
civili, archeologiche,
agronomiche
geologiche e geofisiche

Comune di Folignano (AP)

Oggetto: adeguamento sismico edificio destinato a scuola elementare e asilo nido sito in località Villa Pigna.

committente: Dott. Geol. Massimo De Vecchis - Geosistem Srl

2014

GeA S.n.c.
Via del Commercio, 8 - Tel. 0736.344383
63100 ASCOLI PICENO
Partita IVA: 01852210440

GeA S.n.c.
INDAGINI GEOFISICHE

www.geasnc.it – info@geasnc.it
Tel/Fax 0736 344383
Via del Commercio, 3
63100 Ascoli Piceno
P.IVA/C.F. 01852210440
Reg.Imp.CCIAA 178609

DOTT. GEOL. ORESTE SCHIAVONI

15/01/2014



PREMESSA

A seguito della richiesta del **Dott. Massimo De Vecchis, Geologo specialista**, con sede presso GEOSISTEM Srl di Ascoli Piceno, z.i. Campolungo, alla scrivente GeA snc "Indagini Geofisiche" di Ascoli Piceno (AP) è stato dato l'incarico per l'esecuzione di una prospezione sismica a rifrazione tipo MASW eseguita nel territorio comunale di Folignano (AP), per il progetto di "adeguamento sismico edificio destinato a scuola elementare e asilo nido sito in località Villa Pigna" (vedi ubicazione area in figura n.1). Alle operazioni di acquisizioni fa seguito il presente report d'indagine, a firma dello scrivente Dott. Geol. Oreste Schiavoni.

L'indagine tipo MASW si basa sulla misurazione e sull'analisi delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato, al fine della **definizione della V_{s30}** secondo quanto previsto dal D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n. 29 del 04/02/2008; lo strumento utilizzato per la misurazione è il sismografo multicanale modello PASI SGH24; l'acquisizione è stata eseguita mediante stendimento standard a 24 geofoni, con interasse a 2 metri, ed energizzazione con massa battente da 10 Kg. La successiva elaborazione dei dati registrati in campagna è stata effettuata mediante software WinMasw 4.1.1 Pro (Surface wave analysis modelling and inversion of Rayleigh and Love waves MASW, ReMi and attenuation analysis by ELIOSOFT).

La campagna di indagine mediante MASW è stata condotta in data 14 gennaio 2014 nel sito di progetto; l'ubicazione della misura realizzata è riportata nella successiva figura 2.

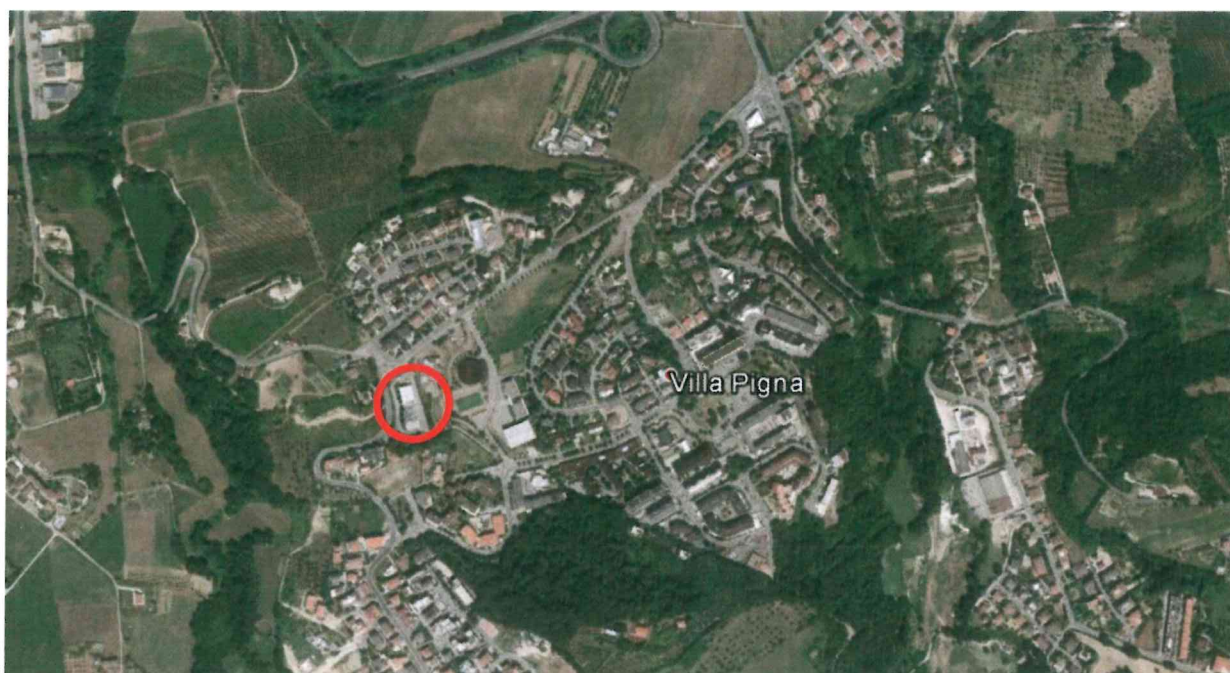


Figura 1- ubicazione area.

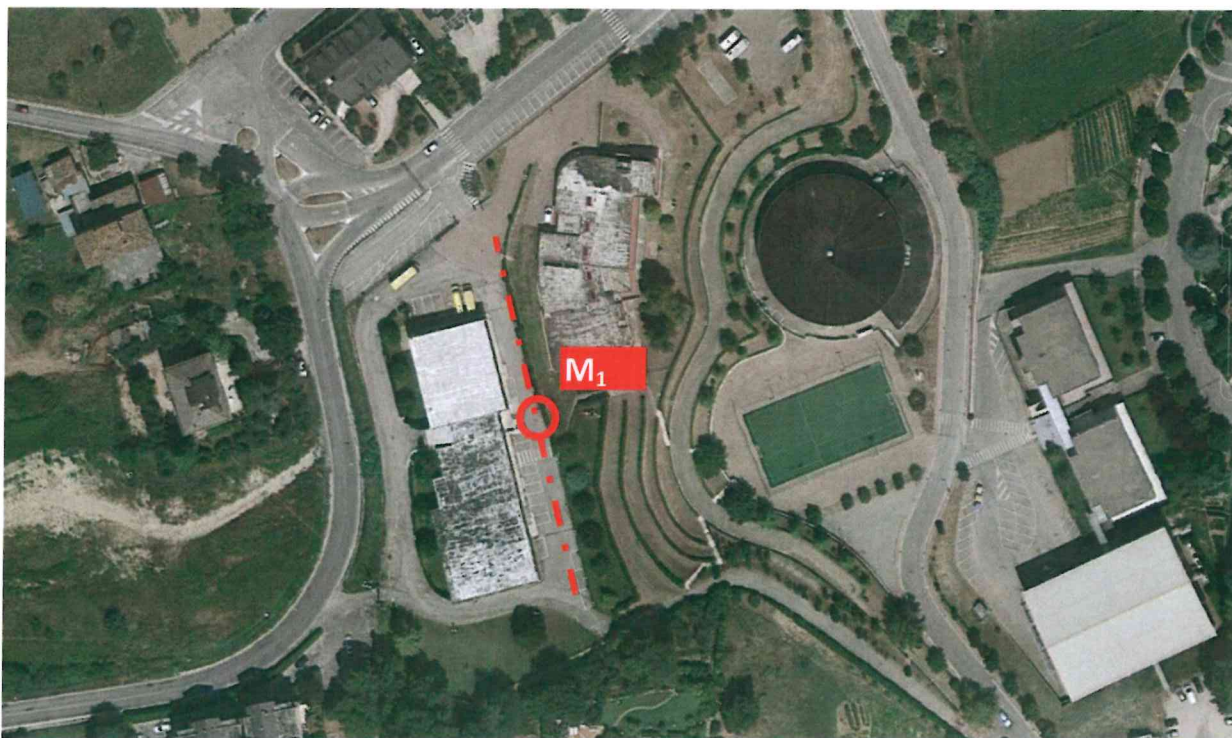


Figura 2 - ubicazione indagine sismica tipo HVSr (centro e direzione).

INDAGINE MASW

METODOLOGIA D'INDAGINE

L'indagine geofisica tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) si basa sulla misurazione e sull'analisi delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato, al fine della definizione della VS30, secondo quanto previsto dal D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008.

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di n.24 sensori posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza.

STRUMENTAZIONE

L'acquisizione è stata effettuata con apparecchiatura Pasi mod.16SG24 a 24 canali, con tempo di registrazione impostato in 4096 millisecondi ed un passo di campionamento impostato in 500 microsecondi.

I collegamenti elettrici sono stati realizzati con cavi con connettori NK2721C e Geofoni aventi una frequenza di 4,5 Hz, ancorati verticalmente al terreno ad una distanza tra loro di 2,00 metri.

ACQUISIZIONE DATI

La base sismica è costituita da 24 geofoni disposti ad intervalli di 2,00 metri per cui risulta lunga 51 metri compreso il punto di energizzazione.

La base sismica è stata disposta, su richiesta della committenza, nelle zone di maggiore interesse per le finalità del progetto ed in funzione della morfologia e degli ostacoli presenti.

Per l'acquisizione è stato effettuato un punto di energizzazione, posto a cinque metri (5m) dal primo geofono, mediante mazza di battuta di Kg 10 con starter, posto a cinque metri dal primo geofono.

ELABORAZIONE DATI

L'analisi MASW può essere ricondotta in quattro fasi:

- la prima fase prevede la trasformazione delle serie temporali nel dominio frequenza f – numero d'onda K .
- la seconda fase consiste nella individuazione delle coppie $f-k$ cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) che consentono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano V_{fase} (m/sec) – frequenza (lentezza (s/m) – frequenza (Hz).
- la terza fase consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p .
- la quarta ed ultima fase consiste nella modifica della curva teorica, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.

RISULTATO INDAGINE MASW

Elaborazione eseguita in data 15/01/2014 – Time 9.48 – Dataset: *foi01.DAT*; curva di dispersione considerata: “2014.01.14_FolignanoScuola_Geol.DeVecchis_02.cdp

MEAN MODEL	STRATO	N.1	N.2	N.3	N.4
	Vs (m/s)	230	286	373	905
	Standard Deviations (m/s)	-	-	-	-
	Spessore (m)	3.0	3.0	5.1	18.9
	Standard Deviations (m)	-	-	-	-
	Quota prog. base strato (m)	-3.00	-6.00	-11.10	-30.00
	Density (gr/cm ³)	1.88	1.93	1.99	2.18
	Shear modulus (MPa)	99	158	277	1787

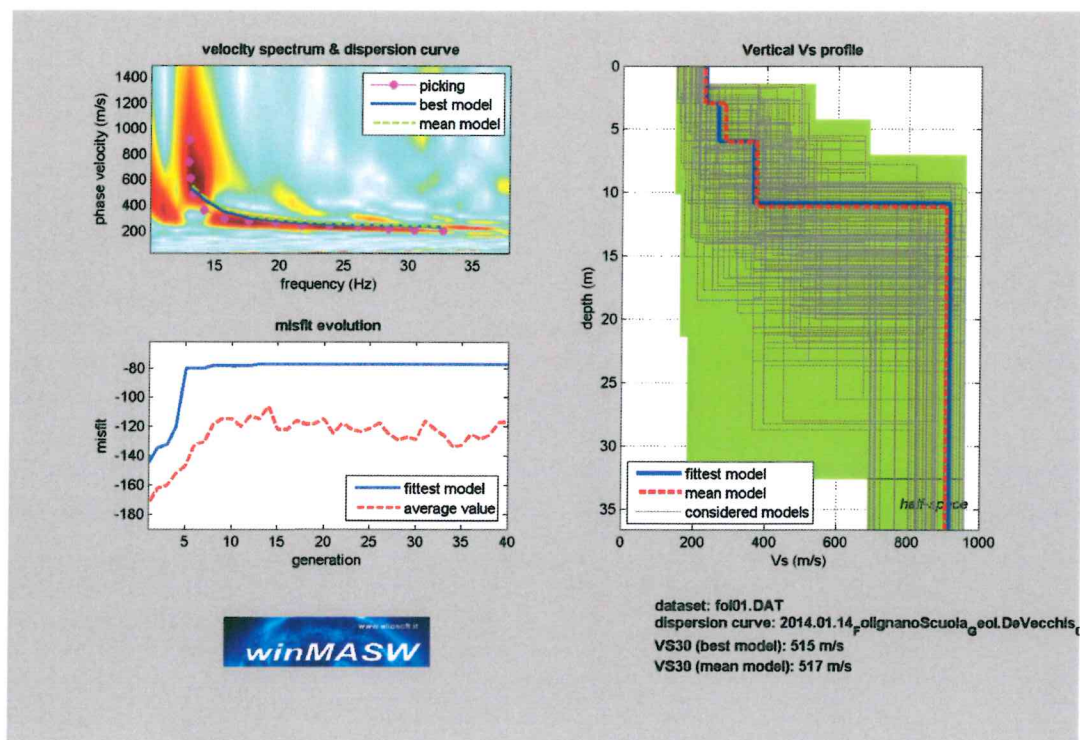
ANALISI: RAYLEIGH WAVES - VALORI APPROSSIMATI per Vp	STRATO	N.1	N.2	N.3	N.4
	Spessore (m)	3.0	3.0	5.1	18.9
	Quota prog. base strato (m)	-3.00	-6.00	-11.10	-30.00
	Vp (m/s)	479	595	776	1693
	Poisson	0.35	0.35	0.35	0.30
	Bulk modulus (MPa)	298	472	830	3871
	Young's modulus (MPa)	268	426	748	4646
	Lamé (MPa)	232	367	645	2680

Vs₃₀, e SOIL TYPE	Vs ₃₀ (m/s):	517
	Soil Type	B

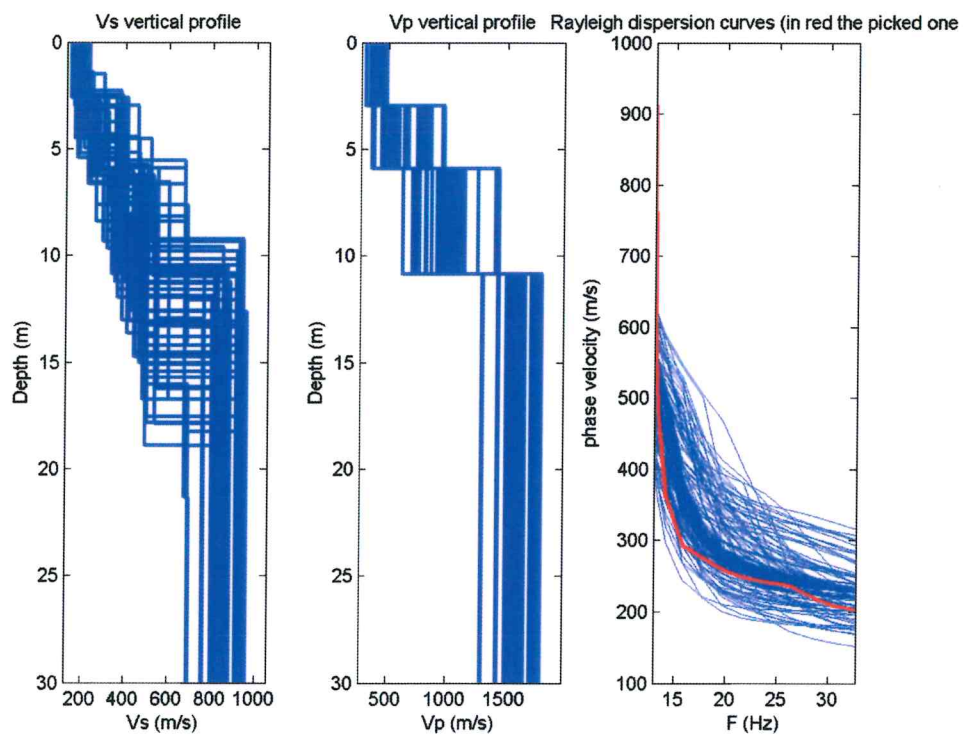


Foto 1 – vista dello stendimento sismico (tipo MASW) realizzato rispettivamente da S e da N (da qui è visibile in primo piano anche il punto di sparso).

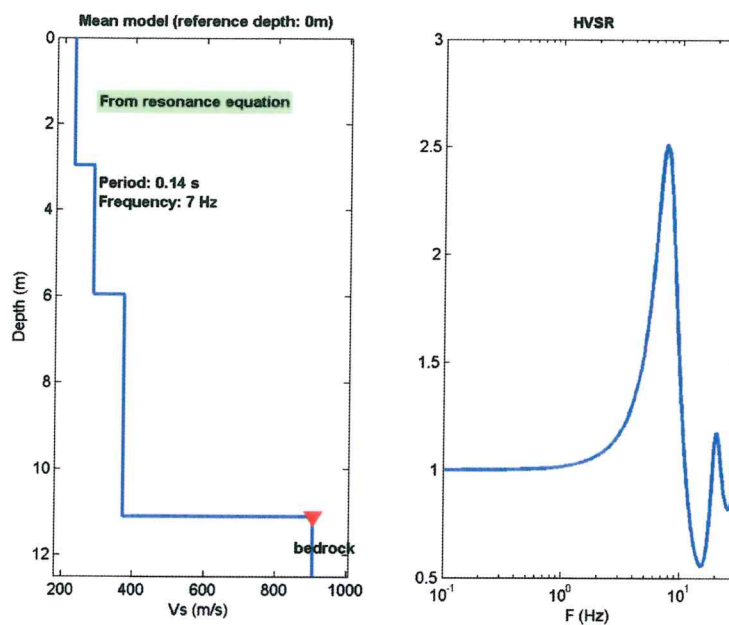
Curva di Dispersione, Profilo Verticale Vs



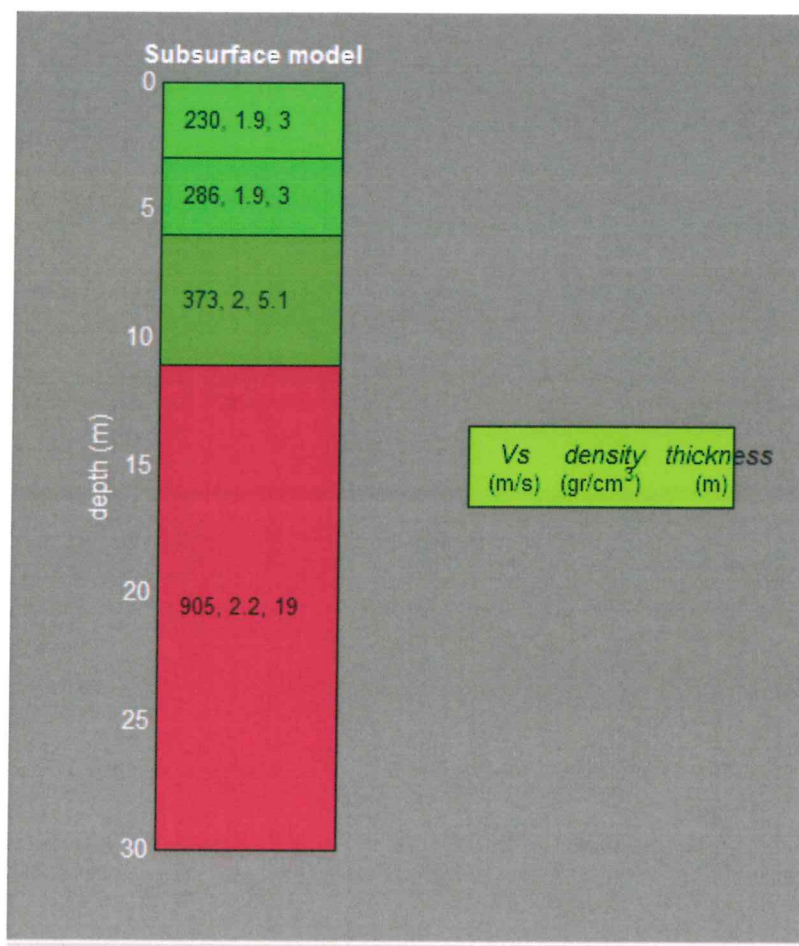
Profilo verticale Vs, Vp e curva di dispersione Rayleigh



Modello medio e HSR



Profilo verticale



CONCLUSIONI

Dall'analisi dell'indagine MASW, effettuata mediante geophysical software WinMASW (vers. 4.1.1 pro – Eliosoft), sono stati ottenuti risultati che appaiono compatibili con il modello geofisico del sottosuolo elaborato.

Per quello che concerne il V_{s30} l'analisi ha evidenziato il seguente valore di:

V_{s30}	517 m/s
-----------	---------

Con tale valore di V_{s30} in base alla normativa vigente si può classificare l'area in oggetto come tipo di suolo:

tipo di suolo	B
---------------	---

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

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 V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Elaborazione - GeA S.n.c.
Dott. Geol. Oreste Schiavoni

GeA S.n.c.
Via del Commercio, 8 - Tel. 0736.344383
63100 ASCOLI PICENO
Partita IVA: 01785220440