

COMUNE DI FASANO

PROVINCIA DI BRINDISI

ACCORDO DI PROGRAMMA AI SENSI DELL'ART. 34 DELLA LEGGE 267/00

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente: Parco di Mileto s.r.l. - via Del Miracolo n. 75 Fasano
P. IVA 02205500743
Area in studio: Località Pozzo Faceto - Fasano (Br)

Cisternino, 30 novembre 2012

Dott. Geol. Martino Scarafile



Martino Scarafile Geologo
Corso Umberto I, 129 – 72014 Cisternino (Br)
Tel/fax 080.4448826 – cell. 340.4029139
e-mail: geoscarafile@gmail.com

SOMMARIO

- 1) PREMESSA
- 2) CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE GENERALI
- 3) CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE
- 4) CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE GENERALI
- 5) INDAGINE SISMICA
- 6) CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO
- 7) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

1. Premessa

La presente indagine geologica, idrogeologica e geomorfologica è stata eseguita al fine di accertare la natura e la consistenza dei terreni situati nel Comune di Fasano (Br) in località Pozzo Faceto e censiti in catasto al foglio di mappa 81 p.lla 475.

La presente relazione viene redatta in ottemperanza a quanto previsto da:

- **D.M. 11 marzo 1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce.....”** e successive integrazioni e modificazioni;
- **Ordinanza del PCM n° 3274 del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”** e successive integrazioni e modificazioni;
- **Deliberazione della Giunta Regionale n° 153 del 2 marzo 2004” Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e”**;
- **D.M. 14.01.08 “ Norme tecniche per le costruzioni”**.
- **Circolare n. 617 del 2.02.2009, (Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27) : “Istruzioni per l’applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008”**.

L’indagine geologica, geomorfologica e idrogeologica, al fine di accertare la natura e la consistenza dei terreni interessati dall’intervento in progetto, si è articolata nelle seguenti fasi:

- *Acquisizione dei dati geologici morfologici e idrogeologici di carattere generale mediante la consultazione di cartografia ufficiale e dati di letteratura;*
- *Rilievo in sito delle caratteristiche stratigrafiche e strutturali delle unità affioranti nell’area;*
- *Indagine sismica;*
- *Elaborazione dei dati e stesura del rapporto conclusivo.*

Ubicazione area in studio

I terreni di proprietà della Società Parco di Mileto S.r.l., avente sede in Fasano alla via Del Miracolo n. 75, sono ubicati in Località Pozzo Faceto nel comune di Fasano (Br). Dal punto di vista cartografico ricade nel foglio 191 “Ostuni” della Carta Geologica dell’Italia, alla scala 1:100.000 (fig. 02) e nella Tav. I.G.M. 191 III N.O. “Montalbano” alla scala 1:25.000. La quota media s.l.m. dei terreni è di circa mt 74.



Fig. 01 – ortofoto area in studio

2. Caratteristiche geologiche e geomorfologiche generali

Allo scopo di evidenziare le caratteristiche geologiche, è stato eseguito un rilevamento di dettaglio che ha interessato il sito in studio ed un'ampia zona circostante.

Il sito in esame è caratterizzato, dal punto di vista stratigrafico e strutturale da alcuni degli elementi che contraddistinguono l'intero versante adriatico delle Murge.

Geologicamente si è in presenza di un potente substrato di rocce calcareo-dolomitiche di età cretacea, su cui poggiano delle calcareniti di età pleistocenica (fig. 02).

Le formazioni rilevate, tutte sedimentarie, dalle più antiche alle più recenti, sono note in letteratura geologica con il nome di:

- CALCARI DI ALTAMURA – CALCARI DI BARI
- CALCARENITI DETRITICO-ORGANOGENO

La prima formazione è costituita rocce calcareo-dolomitiche che alla scala del campione si presentano molto compatte, a grana fine o finissima, poco porose ed estremamente tenaci, di colore bianco o grigio nocciola. I termini dolomitici sono caratterizzati da una maggiore durezza e tenacità e risultano, rispetto ai termini calcarei, meno interessati dal fenomeno del carsismo. Tale formazione presenta uno spessore complessivo nel sottosuolo di qualche centinaio di metri.

La formazione affiorante è rappresentata da calcareniti ben cementate, molto fossilifere, presenti in strati di spessore da pochi centimetri a 1,2 metri caratterizzati talora da stratificazione incrociata. Si tratta di terreni calcareo-arenacei di età pleistocenica, noti nella letteratura come “tufo”. Tale formazione ricopre trasgressivamente i calcari cretacei appartenenti al Gruppo di Calcari delle Murge.

Alla scala del campione le rocce presentano un colore bianco, bianco-giallastro, con granulometria variabile sia verticalmente che lateralmente composta da detriti organici e da frammenti calcarei ben cementati, derivati dal disfacimento dei sottostanti calcari cretacei.

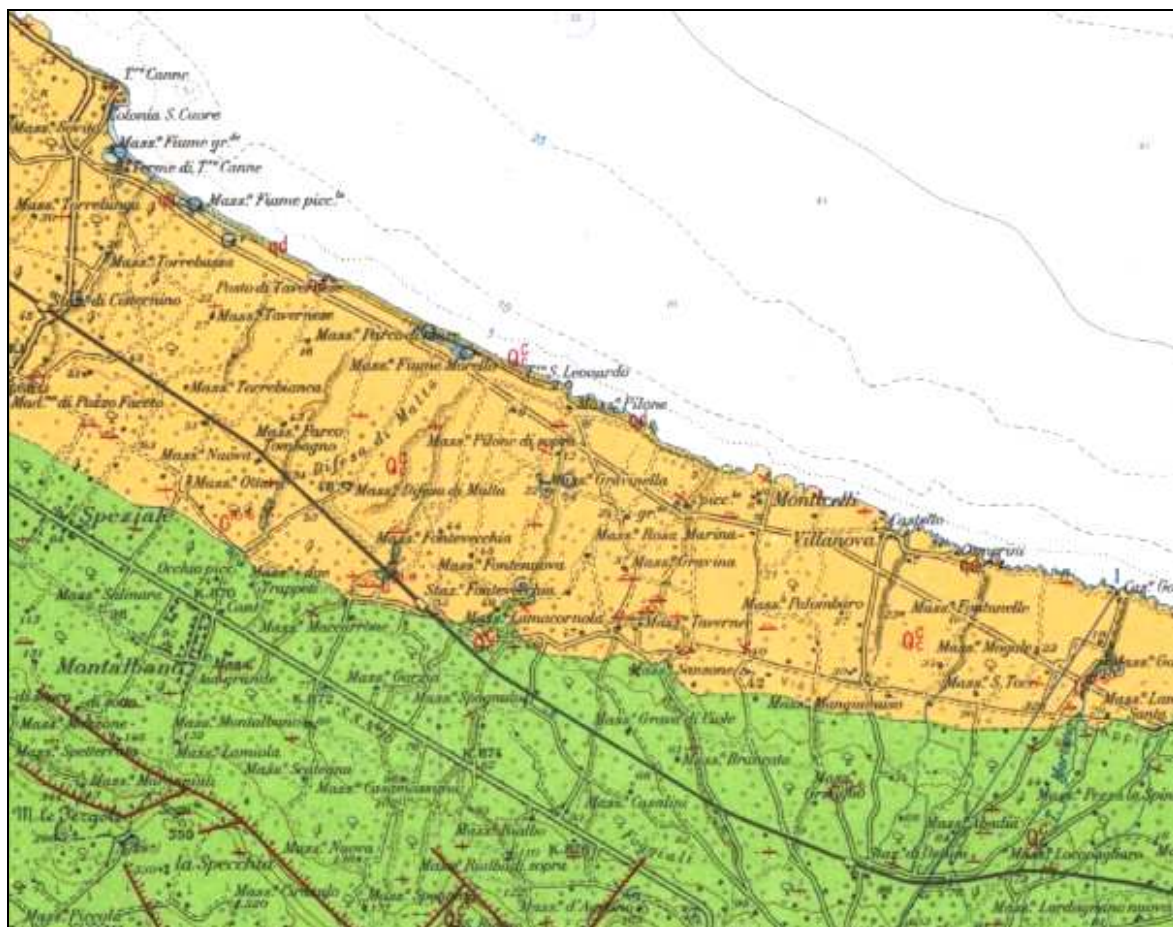
Molto diffusa risulta la presenza di terreni eluviali e colluviali, rappresentati essenzialmente dalle “terre rosse”, che costituiscono i prodotti residuali di fenomeni di dissoluzione dei calcari (carsismo).

Dal punto di vista strutturale i terreni affioranti mostrano uno stile tettonico essenzialmente tabulare caratterizzato da pieghe piuttosto blande ed ad ampio raggio, che conferiscono alle rocce una debole inclinazione (0-10°), e da faglie allineate secondo la direzione WNW-ESE, che complessivamente dislocano il substrato a blocchi, ribassati procedendo dalle aree interne della Murge verso il mare.

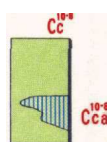
Le osservazioni del sito non hanno evidenziato la presenza di movimenti gravitativi in atto ne paleofrane; la stabilità del sito è favorita dalle caratteristiche meccaniche della roccia affiorante.

Morfologicamente il paesaggio mostra le tipiche forme delle coste di sollevamento con ampie superfici pianeggianti. Tali aree risultano interessate da incisioni morfologiche che rappresentano l'idrografia dell'area.

Fig. 02- Inquadramento geologico



Scala 1:100.000



CALCARE DI ALTAMURA (Senoniano)



CALCARE DI BARI (Turoniano-Cenomaniano)



CALCARENITI (Calabrian)

3. Caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche

L'idrografia locale, incostante come portata, è poco sviluppata; le acque di dilavamento vengono drenate da una serie di solchi erosivi di larghezza variabile, in genere a fondo piatto, detti "lame". Questi solchi rappresentano i resti di un'antica idrografia superficiale oggi scomparsa. Solo nel caso di precipitazioni abbondanti possono convogliare per brevi periodi una certa quantità d'acqua.

Nell'area in studio è presente una lama sul lato est ed un impluvio sul lato ovest del lotto. Si rimanda alla relazione di compatibilità idraulica per l'individuazione dell'effettiva area a rischio di inondazione.

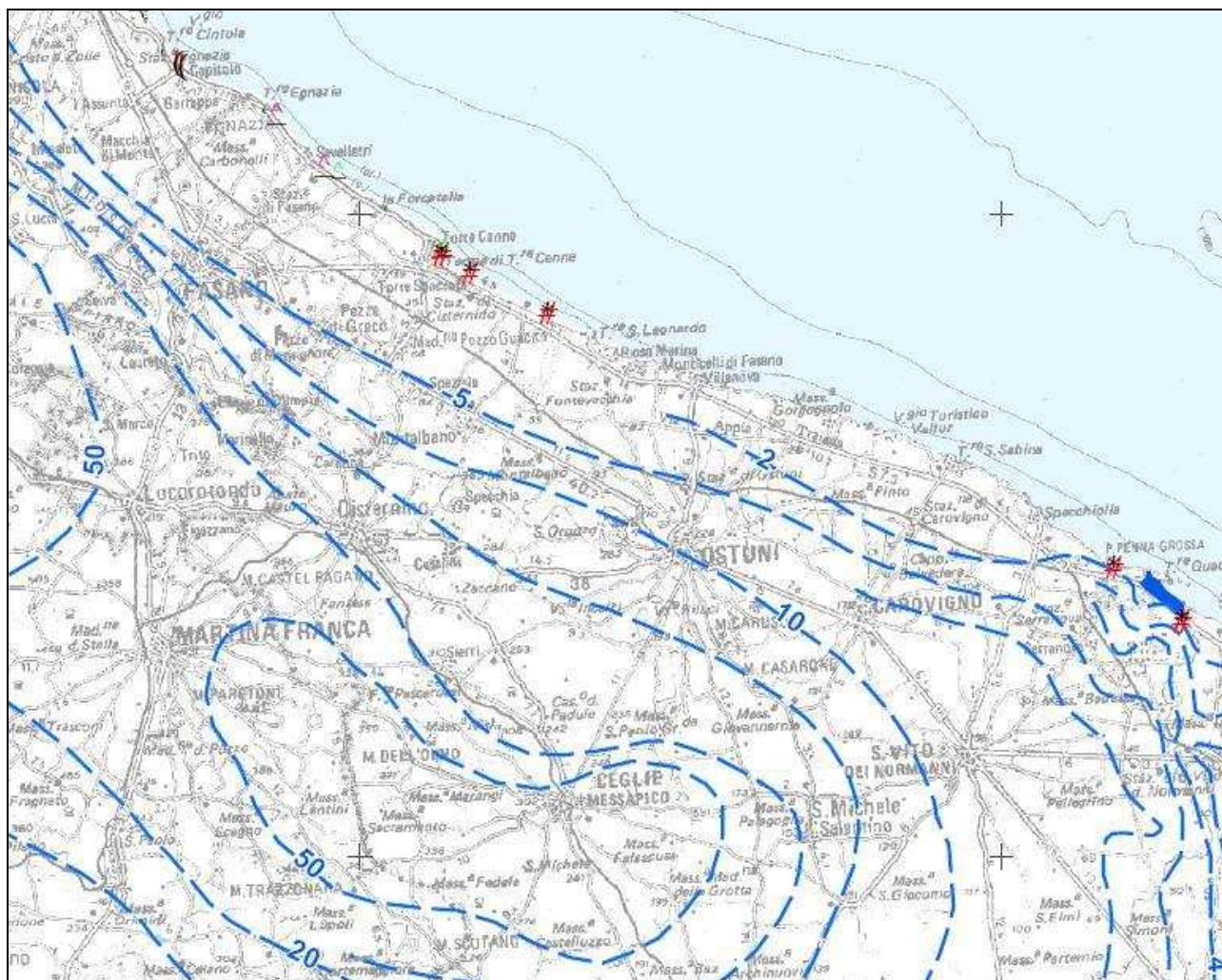
Nell'area i caratteri di elevata permeabilità dei litotipi affioranti permettono una diretta alimentazione del sistema idrico sotterraneo.

Da ciò si evince come il sottosuolo sia sede di una estesa e complessa circolazione idrica sotterranea, abbondantemente rigenerata dalle acque di precipitazione meteorica.

Le caratteristiche dell'acquifero primario, con sede nelle rocce carbonatiche mesozoiche, sono legate alle condizioni strutturali e litologiche delle rocce stesse che lo costituiscono. Tali calcari sono interessati da frequenti fratture profonde di origine tettonica, le quali costituiscono, con i giunti di stratificazione, una rete, più o meno uniformemente diffusa di fratture che permettono la circolazione acquifera. Il frequente alternarsi, sia in senso orizzontale che verticale, di livelli rocciosi più o meno fratturati e carsificati, diversamente permeabili, determina una forte disomogeneità delle caratteristiche idrauliche.

Secondo quanto riportato nel Piano Regionale di Tutela delle Acque, tavola 6.2 relativa all'andamento della superficie piezometrica della falda, in corrispondenza dell'area investigata la superficie piezometrica varia tra 2 e 5 m s.l.m. (Fig. 03), la distribuzione dei carichi piezometrici all'interno della falda mostra che, nel settore considerato, il deflusso delle acque avviene principalmente in direzione NE.

Fig. 03 - Andamento della superficie piezometrica



4. Considerazioni sismologiche generali

In base all'O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 e alla Deliberazione della Giunta Regionale del 2 marzo 2004 n° 153, allegato 1, il territorio del Comune di Fasano rientra in **zona 4**.

Per caratterizzare la sismicità del sito in argomento, sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

- il terreno di fondazione è costituito da roccia calcarenitica piuttosto omogenea e compatta;
- nell'area in esame non sono presenti faglie o importanti fratture, attive, del substrato geologico;
- la falda freatica superficiale è assente.

5. Indagine sismica

L'indagine è stata effettuata in conformità alle direttive della vigente normativa ovvero il D.M. 11 marzo 1988, le norme tecniche per le costruzioni del D.M. 14 Settembre 2005 e D.M. 14 Gennaio 2008 e dell'ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20 Marzo 2003, ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera in rapporto alle caratteristiche del terreno. L'indagine è consistita in:

- n° 1 profilo sismico passivo.

Lo scopo dell'indagine è quello di determinare la categoria sismica del terreno di fondazione.

Sismica con metodologia ReMi (Refraction Microtremor)

L'analisi dei microtremori viene effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare, a 12 geofoni; per ottenere una buona risoluzione in termine di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni con bassa frequenza di risonanza (4-14 Hz raccomandati), è indispensabile allungare il tempo di registrazione (15-30s) rispetto alla sismica a rifrazione tradizionale.

Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 25-30 Hz fino a 2 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs relativamente ai primi cento metri di profondità.

Si tratta di una modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh.

Per rilevare onde sismiche trasversali, anche la sorgente energizzante deve generare onde a prevalente componente di taglio. Per tale motivo è stato utilizzato un sismografo della Geometrics "modello GEODE" con geofoni da 4.5 Hz.

Recenti studi hanno consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante tecnica ReMi viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, ecc.

L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

L'elaborazione del segnale consiste, nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency"(p-f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentarne lo spettro di potenza su un grafico p-f (fig.4).

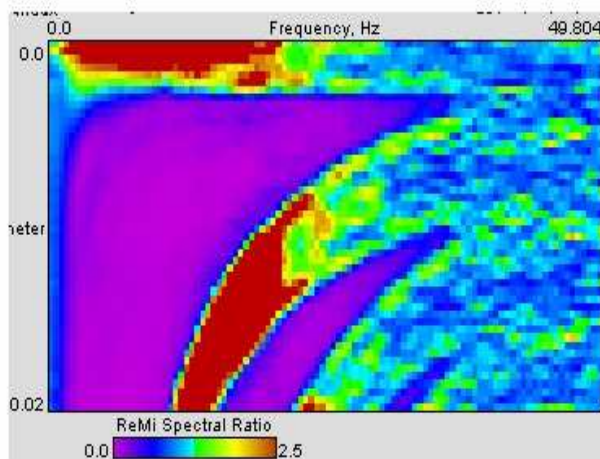


Fig. 4 Esempio di spettro di potenza p-f.

Nell'immagine di figura 4 è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo.

A questo punto l'operatore, in maniera arbitraria ed in base all'esperienza, esegue un "picking" (fig.5) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (p o 1/velocità di fase) per alcune frequenze.

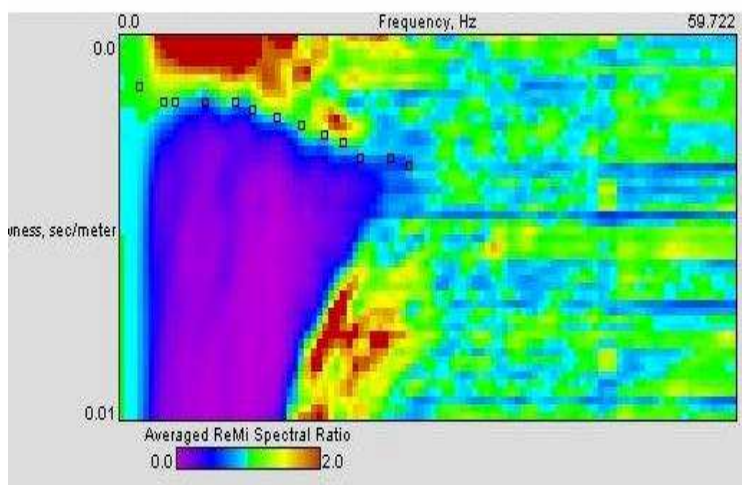
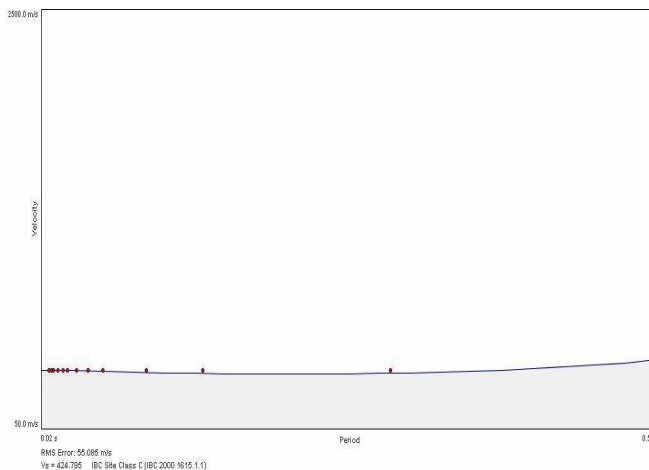


Fig. 5 Esempio di picking

Tali valori vengono in seguito plottati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello diretto.

La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. Ecco perché questa fase in realtà deve essere considerata una interpretazione, e per questo i migliori software di analisi di dati ReMi, consentono di modificare anche manualmente la curva di dispersione per soddisfare le esigenze dell'utente più esperto.

I dati selezionati dall'immagine p-f vengono plottati su un diagramma, nel quale compare anche una curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile dall'interprete. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità nel modello, la curva di dispersione calcolata viene adattata fino a farla aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking (fig.6).



*Fig. 6:
Modellizzazione diretta interattiva: curva di dispersione calcolata (grigio) e curva sperimentale con picking (puntinato rosso).*

La curva di dispersione calcolata, approssimativamente coincidente con la curva sperimentale, viene associata ad un modello sintetico.

Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione, e dipendentemente dal software usato può anch'essa avvenire in maniera automatica e/o manuale.

Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione matematicamente migliore.

La V_{s30} è stata calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{h_i/V_i}$$

Da tale relazione è emerso un valore di V_{s30} **1008.61** m/sec.

Le categorie di suolo individuate dal Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le costruzioni” sono le seguenti:

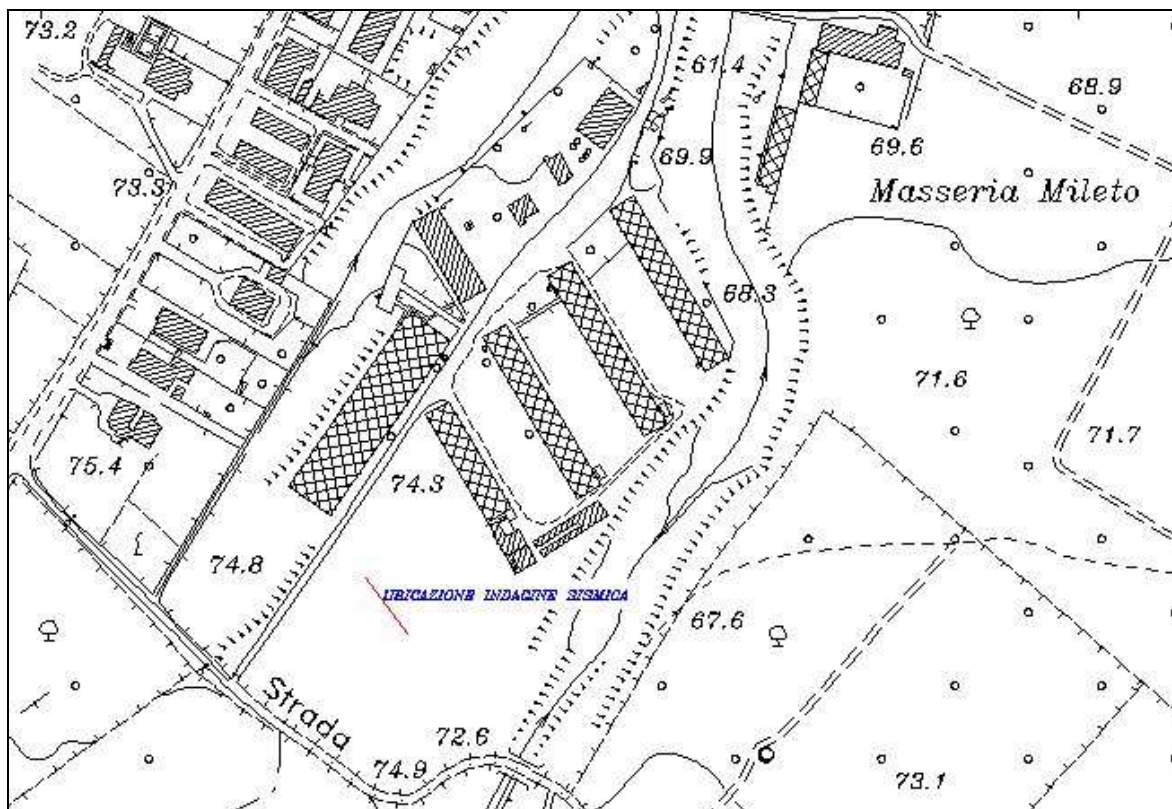
- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;
- B) ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina) ;
- C) ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- D) ***Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti***, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la

profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)

- E) ***Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m***, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Il suolo di fondazione rientra pertanto nella ***categoria A*** con valori di $V_{s30} > 800$ m/sec; la litologia risulta costituita da ammassi rocciosi affioranti comprendenti in superficie uno strato di alterazione inferiore a 3 m.

Fig. 7 – ubicazione indagine sismica e documentazione fotografica



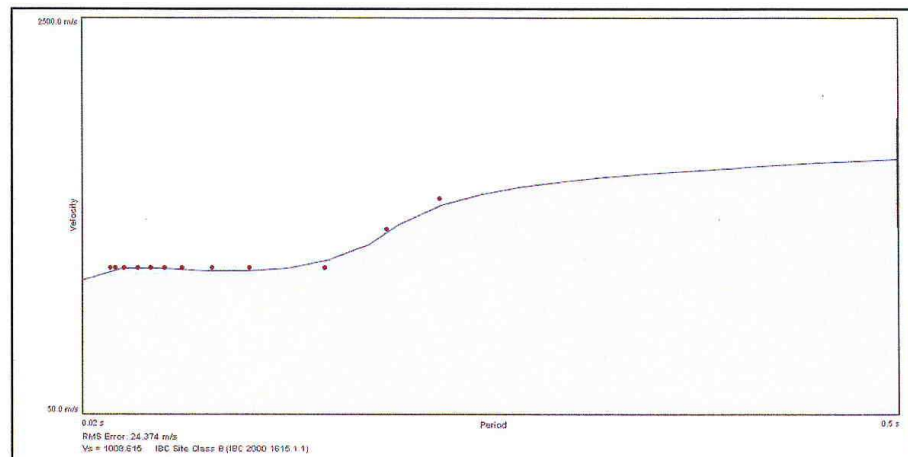
Non in scala



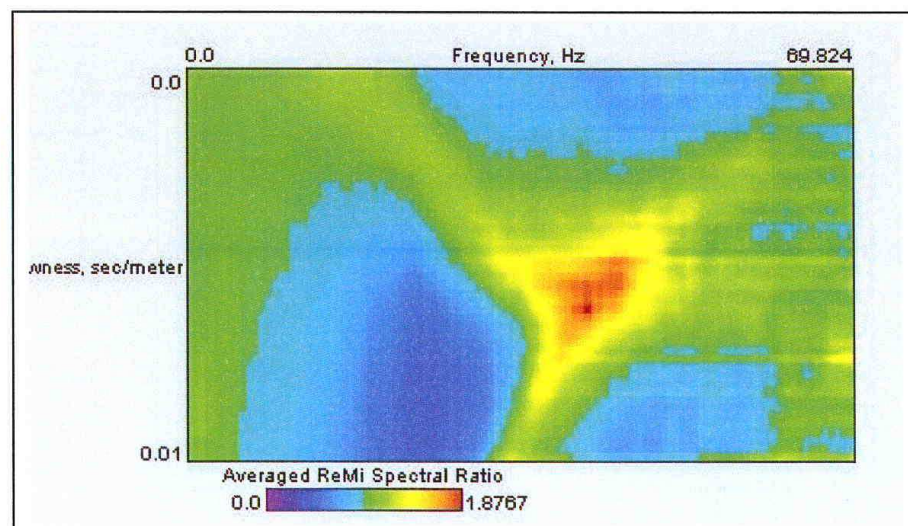
Indagine sismica passiva

Committente: Dott. Martino Scarafile

Località: Stazione di Cisternino



Dispersion Curve Shwing Picks and Fit



Pf image with Dispersione Modelling Picks

6. Caratterizzazione geologica del sito

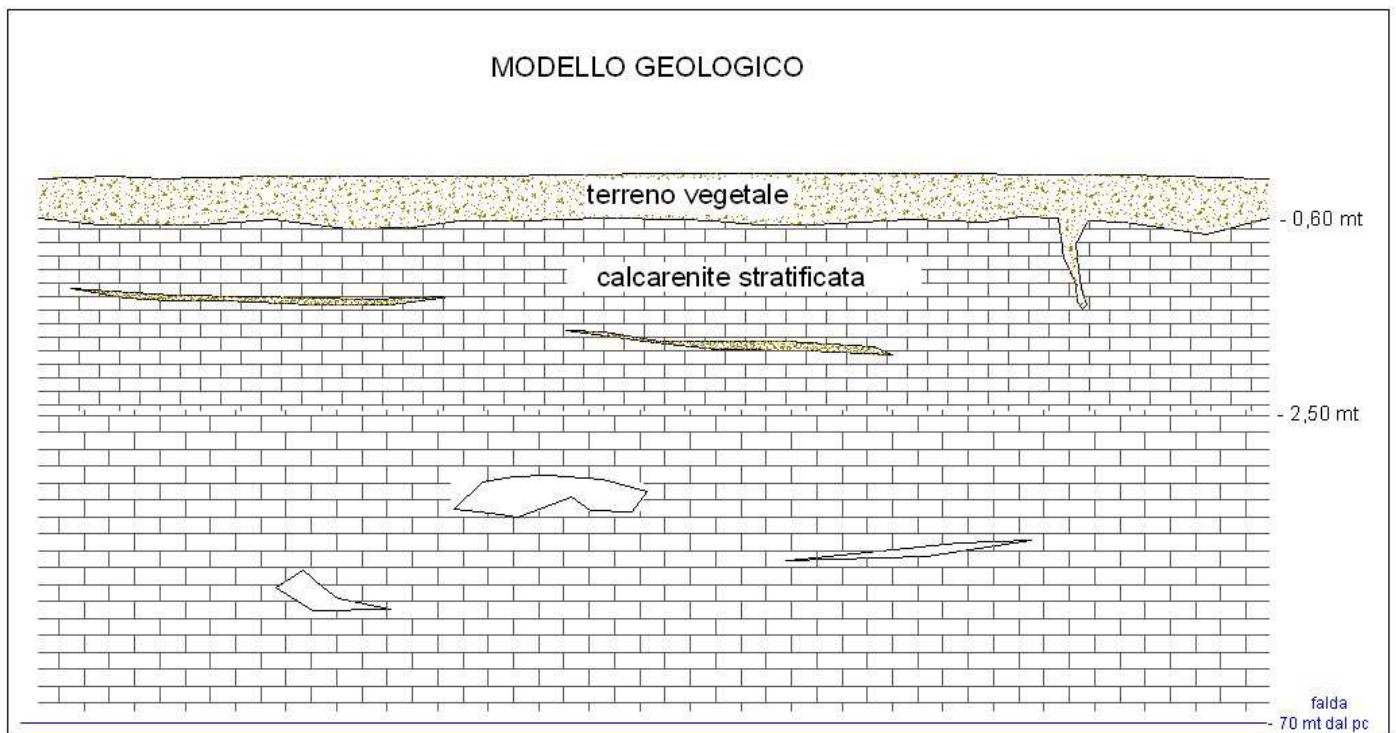
Le osservazioni di campagna hanno rilevato l'affioramento di sedimenti calcarenitici ricoperti da strati terra rossa e in alcune zone da depositi litoidi. Le caratteristiche meccaniche delle rocce calcarenitiche variano in relazione alla diversa struttura tra lo strato alterato e/o fratturato rilevabile nella parte più superficiale e lo strato compatto sottostante.

La zona di imposta del manufatto è già nota allo scrivente per cui per la caratterizzazione litostratigrafia di dettaglio è stato eseguito un saggio geognostico all'interno del lotto oggetto di studio, mediante escavatore.



Fig. 08 – scavo geognostico

Il modello geologico può essere così rappresentato:



7. Conclusioni

Sulla base dei dati desunti dai rilievi e sopralluoghi eseguiti, della bibliografia e della documentazione consultata, considerate:

- le caratteristiche della roccia calcarenitica presente, ricoperta per lo più da una modesta coltre di terreno di alterazione
- l'assenza di indizi di instabilità sia sui terreni che sugli edifici esistenti che in qualche modo siano riconducibili a problematiche di origine geostatica
- l'assenza di una falda superficiale, di sorgenti e di venute d'acqua perenni

si può affermare che il sito è compatibile, per gli aspetti geologici, con quanto in progetto.

Si precisa che lo sbancamento dei depositi superficiali di terra rossa e dello strato alterato e fratturato della formazione rocciosa, renderà il piano di fondazione sufficientemente omogeneo. Dopo l'accertamento della continuità in profondità dello strato calcarenitico mediante indagini di controllo da spingere a profondità almeno pari al doppio della larghezza d'appoggio della fondazione, si potranno realizzare le fondazioni superficiali.

Cisternino, 30 novembre 2012

Dott. Geol. Martino Scarafile

