

# STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA

Via Caserta, 14 - 91026 MAZARA DEL VALLO (TP)  
Dott. Geol. PICCIOTTO GIAMBATTISTA

## RELAZIONE di aggiornamento della RELAZIONE GEOLOGICA

PER IL PROGETTO DI ADEGUAMENTO  
ANTINCENDIO DELLA SCUOLA ELEMENTARE  
E MATERNA "COSENTINO", SITA NEL VIALE  
REGIONE SICILIANA DEL COMUNE DI  
MARSALA, (necessaria alle verifiche tecniche ai sensi  
dell'ex art. 2, comma e OPCM 3274/2003, al fine di  
verificare la vulnerabilità o meno del suddetto edificio  
in relazione agli eventi sismici).

Committente : **COMUNE DI MARSALA (TRAPANI)**

per presa visione  
IL PROGETTISTA e DIRETTORE DEI LAVORI



*[Handwritten signature of Vincenzo Genco]*

**Il Geologo**



*[Handwritten signature of Giambattista Picciotto]*  
(Dott. Giambattista Picciotto)

## RELAZIONE di aggiornamento della RELAZIONE GEOLOGICA

PER IL PROGETTO DI ADEGUAMENTO ANTINCENDIO DELLA SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA "COSENTINO", SITA NEL VIALE REGIONE SICILIANA DEL COMUNE DI MARSALA, (necessaria alle verifiche tecniche ai sensi dell'ex art. 2, comma e OPCM 3274/2003, al fine di verificare la vulnerabilità o meno del suddetto edificio in relazione agli eventi sismici).

\*\*\*\*\*

### **PREMESSA**

Io sottoscritto Dottor Geologo Picciotto Giambattista, libero professionista iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia con N° 1627, in riferimento all'incarico affidatomi dall'Amministrazione Comunale di Marsala (Provincia di Trapani) con DETERMINA N. 634 del 15/06/2012 : "Conferimento incarico a geologi per l'aggiornamento delle relazioni geologiche necessarie alle verifiche tecniche ai sensi dell'ex art. 2, comma 3 OPCM 3274/2003 di diversi edifici scolastici di proprietà comunale", al fine di verificare la vulnerabilità o meno dei suddetti edifici in relazione agli eventi sismici, di eseguire delle indagini sismiche per la stesura dell'aggiornamento della Relazione Geologica per il progetto indicato nell'intestazione, ho eseguito n° 1 sondaggio sismico a rifrazione, ai sensi della normativa vigente (D.M. 14/01/2008 e successive modifiche e Circ. C.S.LL.PP n° 617 del 02/02/2009) quindi si è fatto lo studio sismico, tramite l'indagine sismica attiva di tipo MASW, al fine di valutare il parametro Vs30 (valore di velocità media di propagazione delle onde sismiche secondarie o di taglio, entro i primi 30 m di profondità del sottosuolo) per individuare la categoria sismica del suolo di fondazione.

In seguito all'aggiornamento del Piano dell'Assetto Idrogeologico ai sensi del Decreto Presidenziale del 27/03/2007 (G.U. N° 29 del 29/06/2007) con la presente relazione integrativa si riporta la dichiarazione del sottoscritto che l'ubicazione in oggetto non ricade in area sottoposta a vincolo e in allegato lo stralcio della carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico in scala 1:10.000.

Da un'indagine diretta eseguita in situ tramite un sondaggio meccanico, a distruzione di nucleo per mezzo di trivellazione, si è potuto accertare in dettaglio la stratigrafia del sottosuolo per i primi 11,00 metri; si riporta in allegato la Planimetria del fabbricato con l'ubicazione del sondaggio e la Colonna Stratigrafica in scala 1: 100.

Le suddette indagini dirette e indirette sono servite al fine di stimare i relativi dati geologici e geotecnici, occorrenti per le verifiche tecniche.



# CARTA D'ITALIA ALLA Scala DI 1:25 000



ITALY 1:25000  
FOGLIO N° 257

SHEET  
QUADRANTE: III

QUADRANT  
ORIENTAMENTO: N.O. PAOLINI  
ORIENTATION

## TAV. PAOLINI

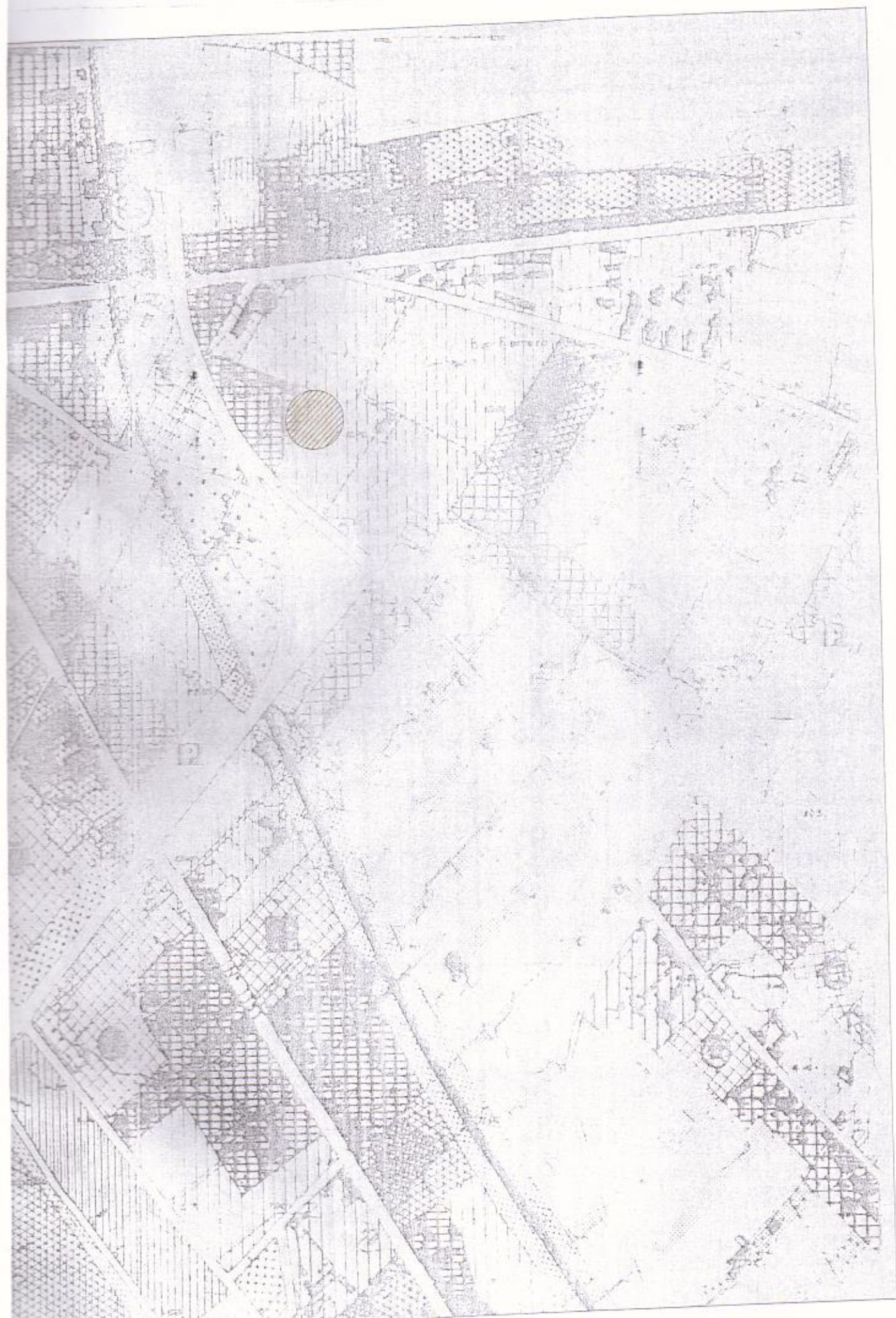
Est di Roma

Longitudine di Roma M. Mario da Greenwich in E. D. 1950: 12° 27' 10", 93  
Longitude of Roma M. Mario referred to Greenwich E. D. 1950: 12° 27' 10", 93

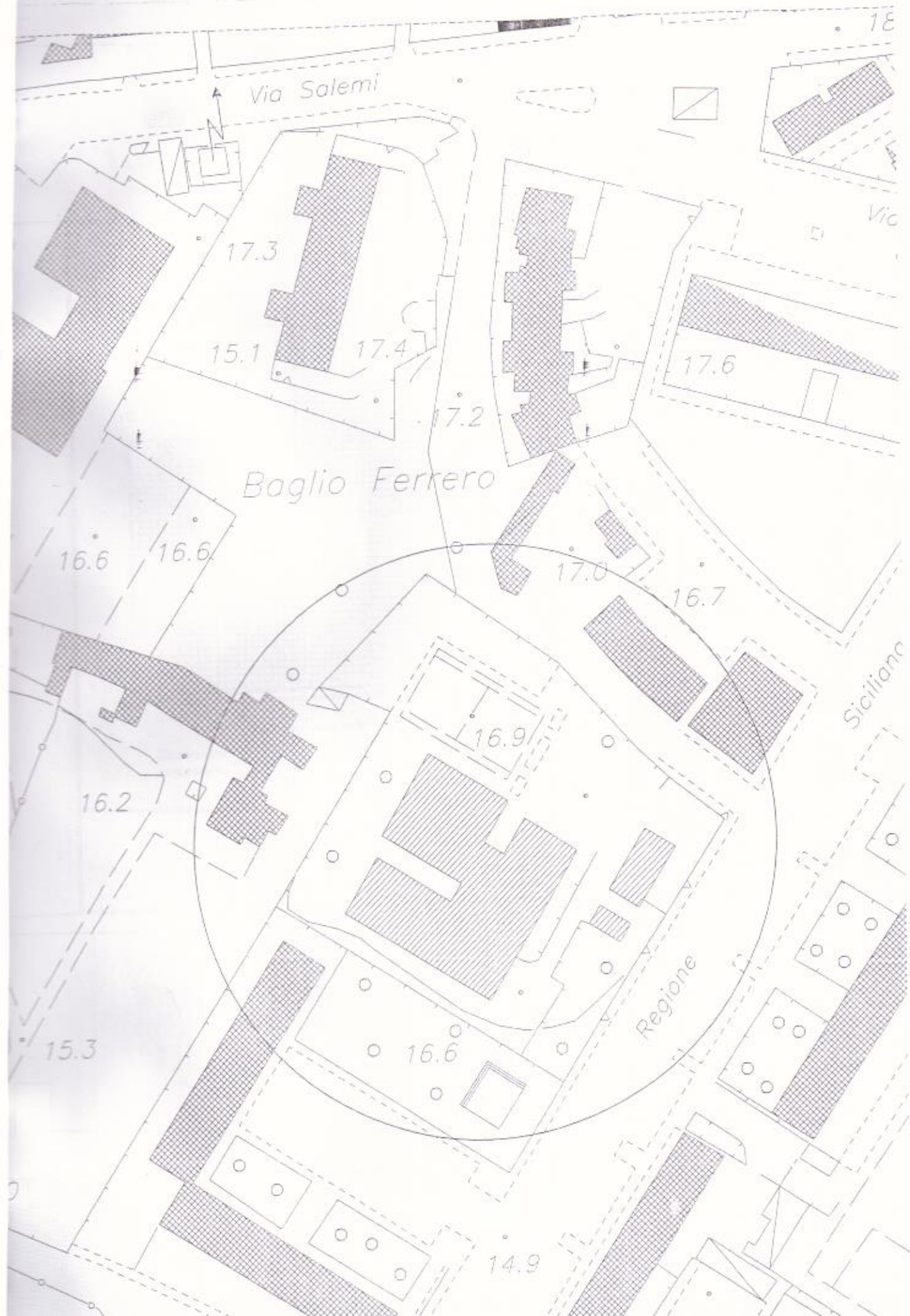
Ellissoide internazionale, orientamento E. D. 1950  
International Spheroid, E. D. 1950

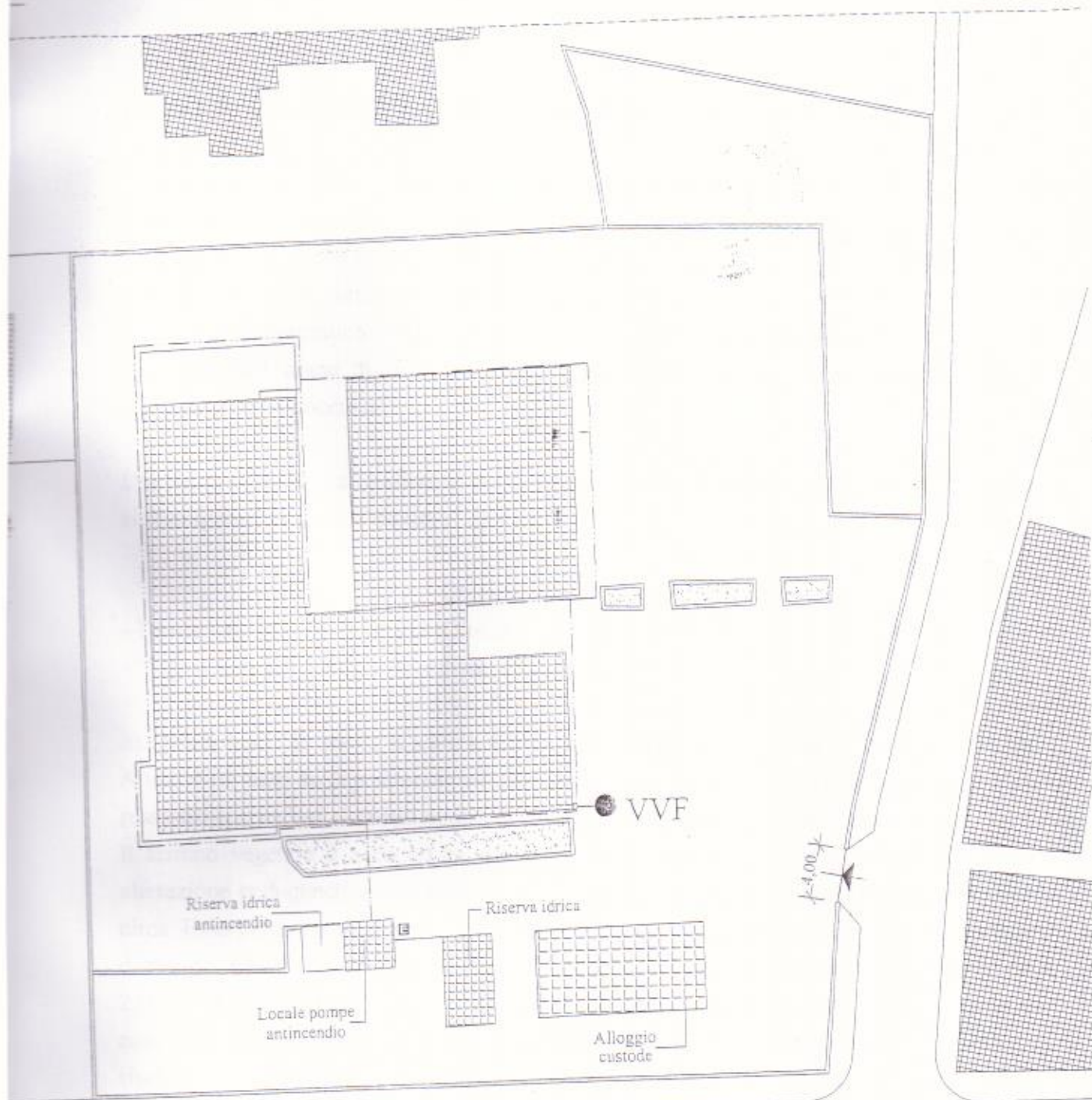












Viale Regione Siciliana



## INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO

Lo studio geologico ha lo scopo di definire la stratigrafia e le caratteristiche salienti dei litotipi affioranti nella zona in esame.

In generale, dal punto di vista geologico-stratigrafico, l'area è interessata da una copertura di età Quaternaria di natura calcarenitica tipica di depositi di terrazzi marini cui segue il complesso calcarenitico sempre di facies marina e di età quaternaria noto nella Letteratura Geologica col nome di "Calcarenite di Marsala" trasgressivo sul sottostante basamento argilloso di età pliocenica.

Dal punto di vista stratigrafico, in generale procedendo in profondità, dall'alto verso il basso si distinguono i seguenti litotipi :

### Colonna stratigrafica generale

- Terreno agrario e/o di riporto (Olocene-Attuale)	Spessore 2,00 m
- "Calcarenite di Marsala" (Emiliano II - Siciliano)	" 20,00 m

In affioramento si rileva la **coltre eluviale di terreno agrario e/o di riporto** (Olocene - Attuale) formato da depositi continentali costituiti da sabbia e sabbia limosa di colore bruno-rossastro con inclusi elementi minuti di calcarenite, sostanza organica e radici.

Il terreno vegetale è a copertura dei terreni calcarenitici ivi presenti e deriva dalla loro alterazione pedogenetica. Gli spessori sono variabili da qualche decimetro fino ad un metro circa. Essò per azione antropica in alcune zone risulta essere asportato e sostituito coi terreni di riporto, infatti localmente il terreno di riporto di colore nocciola ha uno spessore di circa 2,00 m. Al di sotto di tale coltre eluvio-colluviale, è riconoscibile una facies calcarenitica costituita dalla **"Calcarenite di Marsala"** del Pleistocene inferiore (Emiliano II - Siciliano), studiata ed istituita da Ruggieri ed Unti, (1974).

Nell'area in esame tale banco calcarenitico ha una potenza di circa 20,00 m.

Dal rilevamento geologico si nota che nell'insieme tale complesso calcarenitico si presenta in **generale** mediamente cementato, più o meno omogeneo.

## DICHIARAZIONE SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Il sottoscritto Dott. Geologo GIAMBATTISTA PICCIOTTO, libero professionista iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al N. 1627, avendo redatto la presente Relazione Geologica,

### D I C H I A R A

sotto la personale responsabilità che:

in base al Decreto Presidenziale del 27/03/2007 (G.U.R.S. n. 29 del 29/06/2007) sul "**Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**" – "*Area territoriale tra il bacino idrografico del fiume Birgi e il bacino idrografico del fiume Mázaro*",

l'area oggetto di intervento edilizio,

non rientra tra le aree a rischio idrogeologico in quanto non risulta né tra le aree a Pericolosità e Rischio Geomorfologico, né tra i "Siti di Attenzione" della Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico, inoltre l'area interessata non ricade, nemmeno, nelle zone di Pericolosità e di Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione (R3 ed R4).

Si allega:

- Stralcio della Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico in scala 1:10.000.



*Giambattista Picciotto*  
(Dott. Geologo Giambattista Picciotto)







## INDAGINI IN SITU E STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO

Al fine di accertare le caratteristiche stratigrafiche e geolitologiche del sedime di fondazione delle costruzioni in progetto, è stato eseguito in situ, all'interno della Scuola Comunale elementare e materna "Cosentino" di Marsala, N. 1 sondaggio meccanico a rotazione a distruzione di nucleo per mezzo di trivellazione, posizionato sul terreno come da planimetria allegata (in corrispondenza dove verrà realizzata la riserva idrica per uso antincendio).

Il sondaggio è stato eseguito, sotto la direzione costante dello scrivente, dalla ditta di trivellazione di G. Amato, tramite bob-cat.

La perforazione (dal diametro  $\varnothing$  10 cm) è stata spinta a profondità di 11,00 metri; essa ha permesso di ricostruire in dettaglio, la successione litostratigrafica dei terreni nel volume di sottosuolo di diretto interesse per la realizzazione dell'opera in progetto ed è ubicata in planimetria con (S).

Il sondaggio è stato posizionato in modo da potere caratterizzare completamente l'area in esame, definendone la stratigrafia, la litologia dei materiali e le loro caratteristiche tessiturali. Per ciascuna unità litostratigrafica sono state annotate la quota di incontro, lo spessore complessivo ed i caratteri fisici più evidenti.

I risultati di tali indagini hanno permesso, inoltre, di accertare l'assenza di cavità sotterranee, che con la loro presenza potevano arrecare pregiudizio all'opera da realizzare.

Nel dettaglio il sondaggio ha evidenziato la seguente successione:

### Sondaggio "S"

- da 0,00 a 2,00 m terreno di riporto e/o vegetale di colore nocciola di natura sabbioso-limosa a granulometria fine passante verso il basso ad una componente con elementi litoidi calcarenitici di granulometria variabile.
- da 2,00 a 11,00 m calcarenite bioclastica di colore dal giallo paglierino al bianco sporco di granulometria medio-fine, più o meno omogenea e con grado di cementazione medio.

Si allegano:

- Planimetria con ubicazione sondaggio;
- Sezione stratigrafica (sondaggio) in scala 1 : 100;

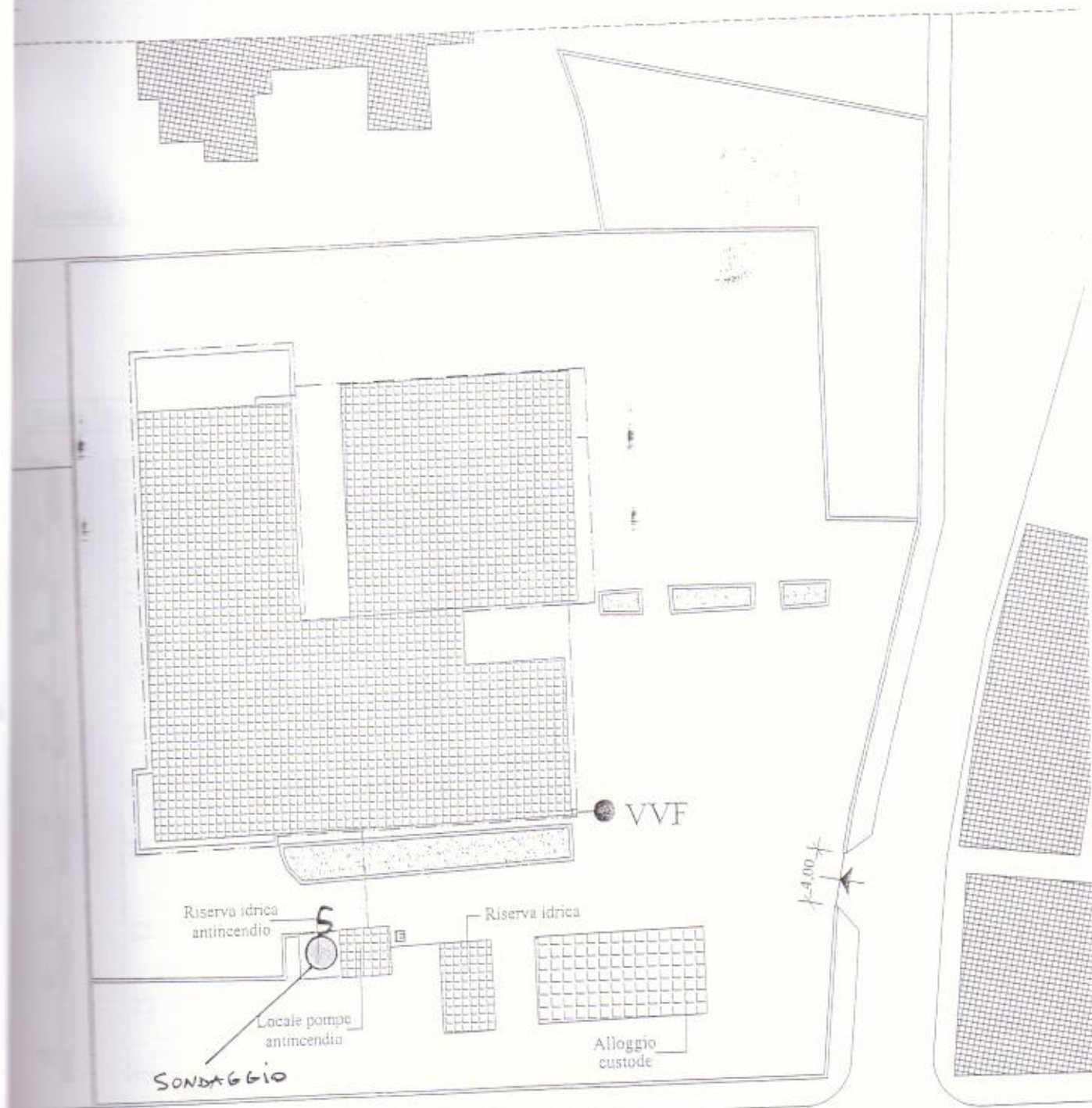


IL GEOLOGO

*Giambattista Picciotto*

(Dott. Giambattista Picciotto)





Viale Regione Siciliana





Viale Regione Siciliana MARSALA (TP)

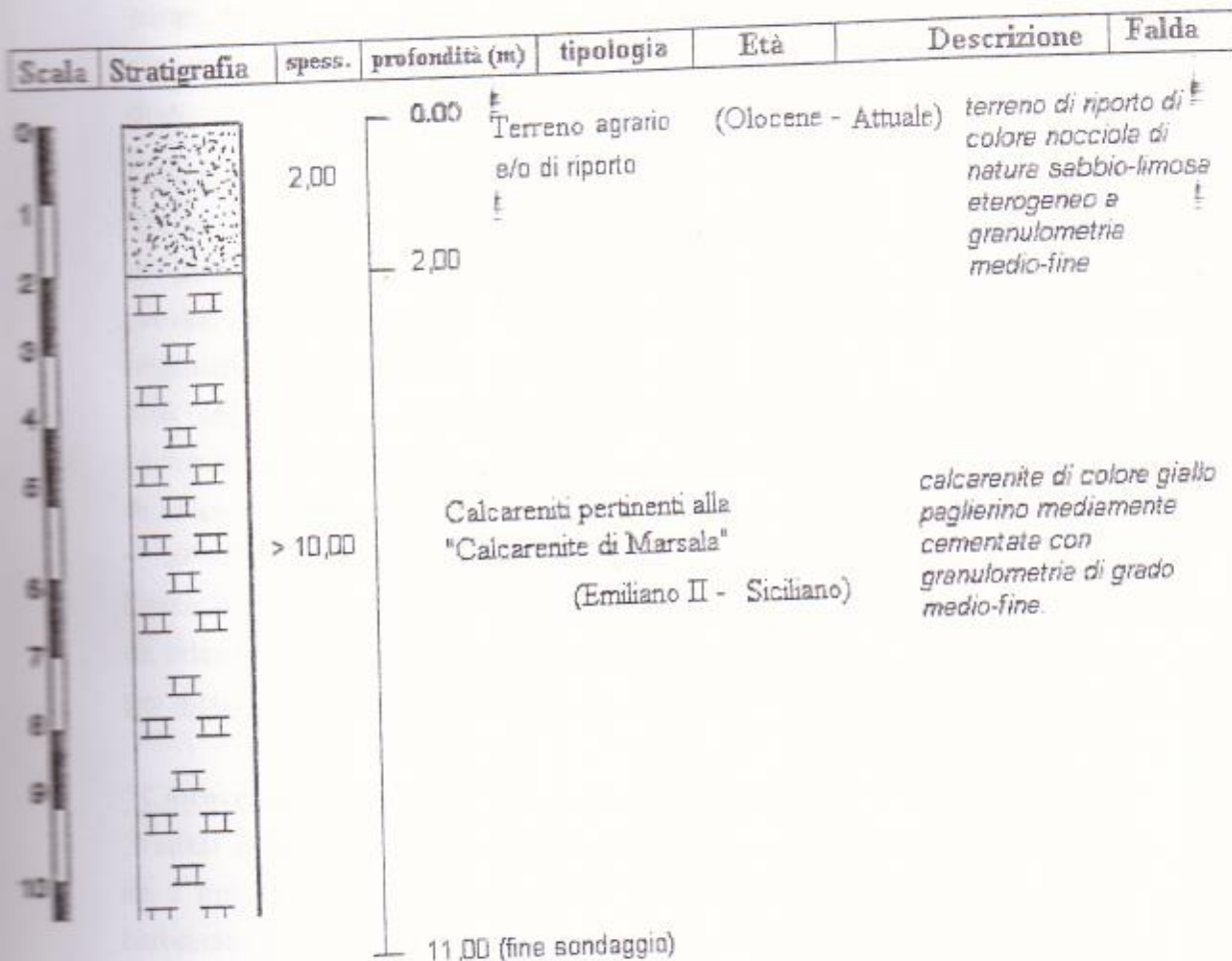
Scuola "COSENTINO"

Località : \_\_\_\_\_

Ubicazione : \_\_\_\_\_

**SEZIONE STRATIGRAFICA Sondaggio S**

scala 1 : 100





## CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEI TERRENI AFFIORANTI E DI FONDAZIONE

Dalle indagini a scopo geognostico effettuate nel sito emerge che le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazioni sono da considerarsi buone.

In questo paragrafo vengono riportate i valori medi delle principali caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle strutture di fondazione delle opere da realizzare; tali parametri sono ritenuti significativi per i terreni individuati nell'area oggetto di studio, sia in rapporto alle proprietà tecniche dei terreni di fondazione sia in funzione delle caratteristiche di portanza.

### Coltre eluviale e terreno di riporto (Olocene - Attuale)

Trattasi di terreno detritico di riporto di colore nocciola, costituito da sfabbricidi e materiale di risulta di natura compressibile ed eterogenea, e/o terreno agrario di colore bruno-rossastro prevalentemente sabbio-limoso con inclusi elementi litoidi ad alto contenuto di sostanze organiche specie negli orizzonti più superficiali.

Tali sedimi sono incoerenti, riscontrandosi in essi elementi sciolti di granulometria variabile, sono da considerarsi con caratteristiche geomeccaniche pessime [(peso dell'unità di volume)  $\gamma$  compreso fra 1,6 e 1,8 t/mc, (coesione)  $C$  nulla e (angolo di attrito interno)  $\Phi = 20^\circ \div 25^\circ$ ]; essi, pertanto, non offrono adeguate garanzie di portanza.

Essendo il primo strato (costituito da terreno di riporto di spessore 2,00 metri) caratterizzato da relativi parametri geotecnici trascurabili, è necessario che tale materiale venga asportato per mettere a nudo il sottostante banco calcarenitico per utilizzarlo come piano di sedime.

### "Calcarenite di Marsala" (Emiliano II - Siciliano)

Trattasi di rocce lapidee bioclastiche coerenti in cui le dimensioni dei costituenti variano [ da 2 mm. a 1/16 mm. (calcarenite) ] o [  $> 2$  mm. (calcirudite)], legati da un cemento carbonatico, più o meno abbondante che ne fa variare le caratteristiche di permeabilità e di resistenza.

Si riporta di seguito i parametri fisico-meccanici dei suddetti litotipi:

Parametri Geotecnici (calcarenite mediamente cementata) CLM
(Peso di volume) $\gamma = 1,8 \div 1,9$ t/mc
(Coesione) (*)
(Angolo di attrito interno) $\Phi = 35^\circ$
(carico unitario di rottura) $\sigma_s = 0,90 \div 1,70$ N/mm <sup>2</sup> = 9 ÷ 17 kg/cmq.
(costante di Winkler) $K = 10 \div 15$ kg/cmc

(\*) La (Coesione)  $C$ , per tali sedimenti non va considerata.



## **INDAGINE DI SISMICA ATTIVA "MASW"**

**(Multichannel analysis of surface Waves)**

### **PREMESSA**

Lo studio geosismico ha avuto soltanto lo scopo di individuare le velocità di propagazione delle onde sismiche secondarie (onde S) all'interno dei terreni che costituiscono i primi 30 metri di sottosuolo, secondo la normativa vigente (D.M. 14/01/2008 e successive modifiche e Circ. C.S.LL.PP n° 617 del 02/02/2009).

Nello specifico si è scelta la tecnica sismica di tipo MASW che ha consentito la valutazione del parametro Vs30 ai fini della classificazione sismica del suolo di fondazione.

La campagna di indagini geofisiche è stata articolata in una prospezione sismica realizzata tramite la collocazione lungo un allineamento definito di 27 metri di 24 geofoni, aventi una frequenza di 4,5 hz, prodotti dalla PASI s.r.l., posti con una equidistanza di 1 metri ed un offset posto a 3 metri dal primo geofono.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato il sismografo digitale 16S24-U a 24 canali della PASI srl ad alta risoluzione, matricola n° 091118022, collegato ad un netbook caricato con un software interno in grado di registrare i segnali provenienti da geofoni a componente verticale permettendo attraverso lo stesso una elaborazione ed un rapido controllo della qualità della registrazione, consentendo un processing preliminare dei dati in situ.

Il sismografo in questione costituisce il componente fondamentale dell'apparato di acquisizione dei dati. Si tratta di uno strumento digitale a 24 canali, collegato ad un netbook dotato di un processore Atom 280, una frequenza massima di campionamento di 100.000 Hz, un convertitore Analogico/Digitale a 16 bit, una velocità massima di campionamento pari 16 ms e una risoluzione di acquisizione a 24 bit, con sovracampionamento e post-processing.

Le impostazioni dei parametri di acquisizione dello strumento vengono scelte in funzione del tipo di indagine eseguito, della lunghezza degli stendimenti, del grado di risoluzione ricercato, delle condizioni ambientali rispetto alle fonti di rumore e tenendo conto della relativa uniformità delle successioni sedimentarie presenti nelle zone indagate.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza di battuta del peso di 8 kg con interruttore starter battente su una piastra metallica che è stata utilizzata come dispositivo in grado di generare onde sismiche.

### **METODOLOGIA UTILIZZATA ED ELABORAZIONE DEI DATI ACQUISITI**

Quando un terreno viene sollecitato elasticamente, lungo l'interfaccia terreno-aria, si generano onde di Rayleigh attraverso l'interazione tra le onde di compressione P e le onde di taglio S. E' noto che la propagazione delle onde superficiali, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non



esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda.

Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Questo comportamento è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie.

Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. La velocità di propagazione delle onde di Rayleigh ( $V_r$ ) è pari a  $0,91V_s$  e ai fini pratici ciò si traduce nel fatto che misurando la  $V_r$  si ottiene la  $V_s$  con un errore di calcolo del tutto trascurabile.

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità.

Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dalle recenti normative antisismiche.

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati sismici è stata eseguita con l'ausilio del software "WinMASW - Pro", prodotto dalla "Eliosoft", che consente di analizzare dati sismici (common-shot gathers) acquisiti in campagna in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della  $V_s$  (velocità delle onde di taglio). Tale risultato viene ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW.

La procedura si sviluppa in tre operazioni svolte in successione:

1. acquisizione multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo costituito da 24 geofoni ed una sorgente sismica;
2. estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione);
3. inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle  $V_s$  (un profilo verticale posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico).

I comuni metodi lineari forniscono, infatti, soluzioni che dipendono dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire; in altre parole, i metodi lineari hanno un'altissima probabilità di fallire indicando un modello errato della situazione reale.

Gli algoritmi evolutivi basati su metodologie di ottimizzazione di tipo "global search" (quali ad esempio gli algoritmi genetici) sono potenzialmente in grado di fornire indicazioni più complete e precise.



A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza. E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni. Il punto di forza del programma "winMASW - Pro" è quello di fornire risultati molto più robusti rispetto a quelli possibili con altre metodologie. La soluzione finale viene infine proposta con anche una stima della sua attendibilità (deviazioni standard) ottenuta grazie all'utilizzo di tecniche statistiche.

Entrando nel merito della elaborazione, per la determinazione del profilo verticale della VS (e quindi la  $V_{s30}$ ) il primo passo riguarda la "Determinazione dello Spettro di Velocità" ed il "picking" della curva di dispersione. Successivamente si procede con la modellazione diretta o l'inversione della curva di dispersione interpretata dall'utente.

Una volta caricati i dati si procede con il calcolo dello spettro di velocità, e quindi si effettua il picking della curva di dispersione cioè la selezione dei punti che appartengono ad un certo modo di propagazione dell'onda superficiale.

Successivamente, per ottenere il profilo verticale della VS, è necessario eseguire l'inversione della curva di dispersione precedentemente "piccata".

L'inversione viene effettuata grazie all'utilizzo di una solida tecnica di ottimizzazione (algoritmi genetici) che richiede un notevole impegno delle risorse di calcolo del computer. La contropartita è una soluzione più affidabile e una stima dell'attendibilità del modello ricavato (deviazioni standard).

Grazie alle conoscenze geologiche dell'area in esame, si è stabilito per l'interpretazione dei dati acquisiti una modellistica a 3 strati. La curva di dispersione relativa al sondaggio sismico eseguito è mostrata negli allegati. Solo il modo fondamentale della curva è stato analizzato per la determinazione del parametro  $V_{s30}$ .

Le analisi del profilo sismico MASW ha permesso la definizione di modelli 1D di velocità delle onde di taglio, localizzabili nei baricentri dello stendimento.

La profondità di penetrazione dell'indagine MASW è determinata dalla relazione tra velocità e frequenze rappresentate nella curva di dispersione.

Strati più profondi influenzano, infatti, frequenze inferiori (lunghezze d'onda maggiori) e di conseguenza sarà la frequenza più bassa a determinare la massima profondità di penetrazione (da cui l'importanza di generare un segnale con una sufficiente quantità di energia anche alle frequenze più basse). Questo valore è determinato attraverso l'approssimazione  $\lambda/2.5$  ed è, quindi, chiaramente solo indicativo. Infatti, è bene precisare che, a causa della variazione dei parametri fisico - meccanici (porosità, contenuto d'acqua, grado di fratturazione, ecc.), non sempre gli spessori sismostratigrafici coincidono con gli spessori litologici.

Alla fine del calcolo viene fornita la  $V_{s30}$  media fino a 30 metri di profondità.

Durante il sondaggio SS sono state eseguite due energizzazioni verticali ad un estremo dello stendimento.

Le caratteristiche di acquisizione dei sondaggi sismici eseguiti sono le seguenti:

Lunghezza totale della stesa (m)	Numero geofoni (4.5 Hz)	Posizione Off set dal primo geofono (m)	Posizione primo geofono (m)	Posizione ultimo geofono (m)	Equidistanza tra i geofoni (m)	Distanza Off set dal primo geofono (m)
27	24	-2	1	24	1	3

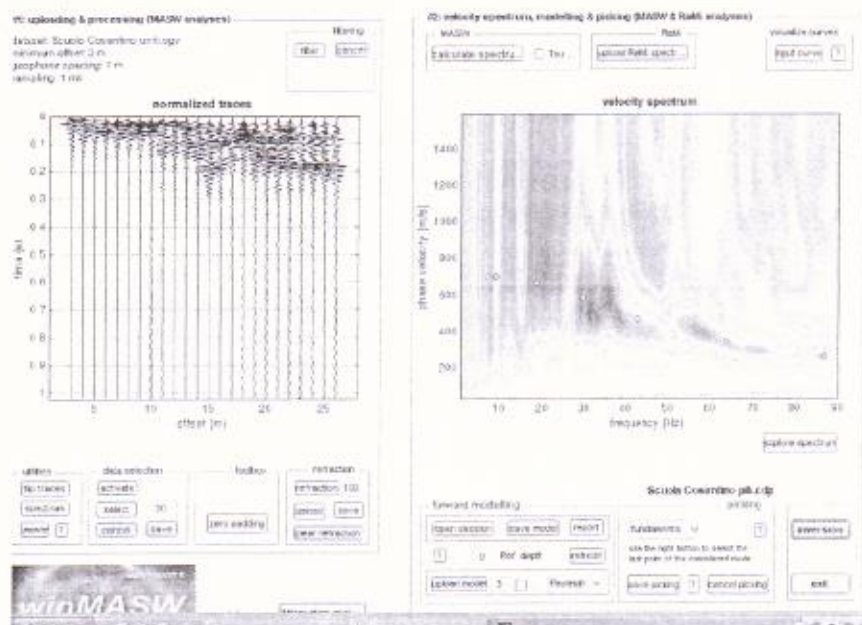
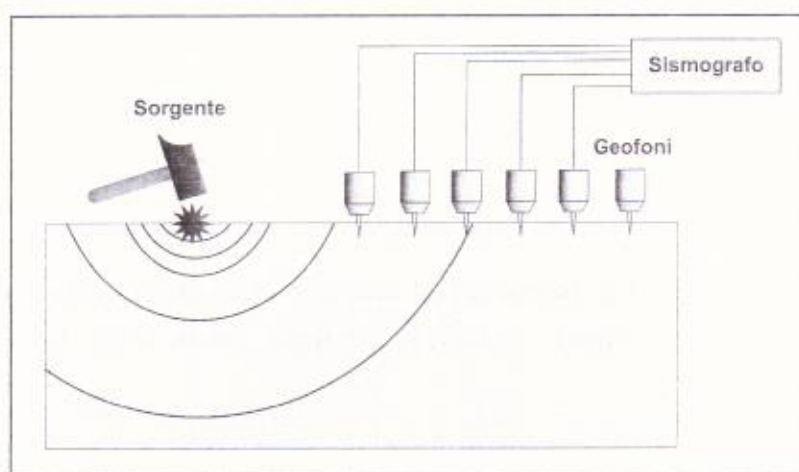


Fig.1: spettro velocità, modellazione e picking



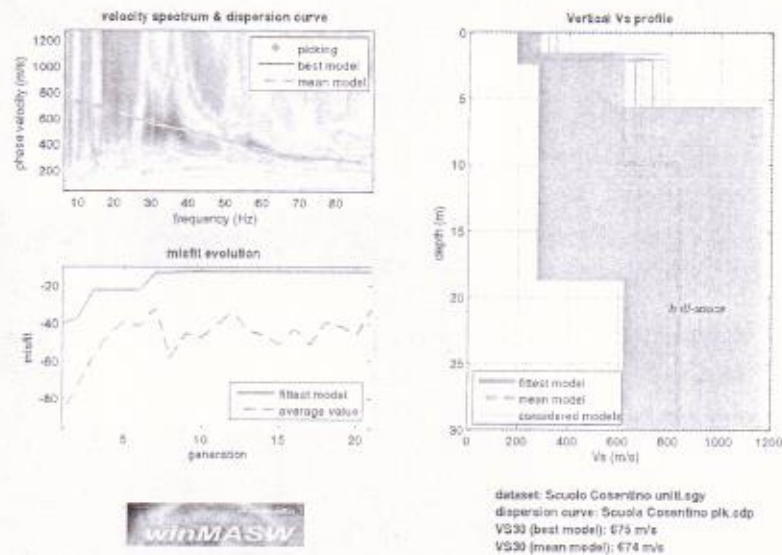


Fig.2: spettro di velocità e curve di dispersione, profilo verticale delle Vs

Dall'esame della stratigrafia derivante dal processo di inversione appare che la velocità di propagazione delle onde sismiche secondarie risulti crescente con l'aumentare della profondità.

I dati ottenuti dal modello medio rappresentati nella figura 3 sono i seguenti:

#### Mean model

Vs (m/s): 269, 612, 830

Standard deviations (m/s): 3, 4, 12

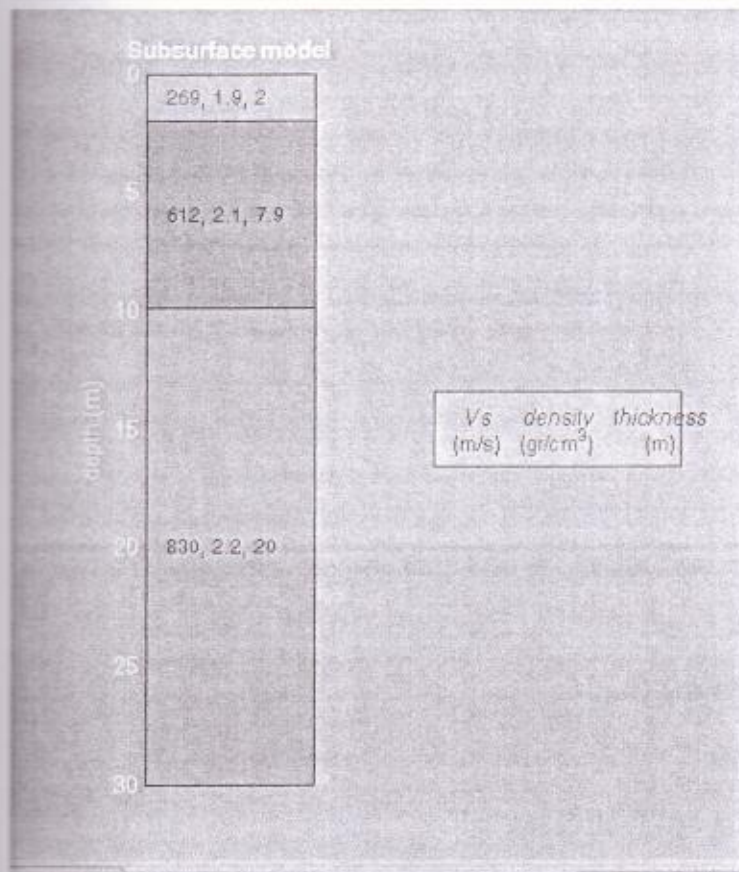
Thickness (m): 2.0, 7.9

Standard deviations (m/s): 0.0, 0.3

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.91, 2.12, 2.18

Shear modulus (MPa): 138, 793, 1504

### Analysis: Rayleigh Waves



**Fig.3** sezione geosismica

### Approximate values for $V_p$ and elastic moduli

$V_p$  (m/s): 558, 1303, 1700

Poisson: 0.35, 0.36, 0.34

Bulk modulus (MPa): 411, 2538, 4303

Young's modulus (MPa): 373, 2156, 4041

Lamé (MPa): 319, 2010, 3301

VS30 (m/s): 674



Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi dell'D.M. del 14/01/2008	
0.00-2.00	269	C	<b>B</b> (Vs30=674 m/s)
2.00-9.90	612	B	
9.90-30.00	830	B	

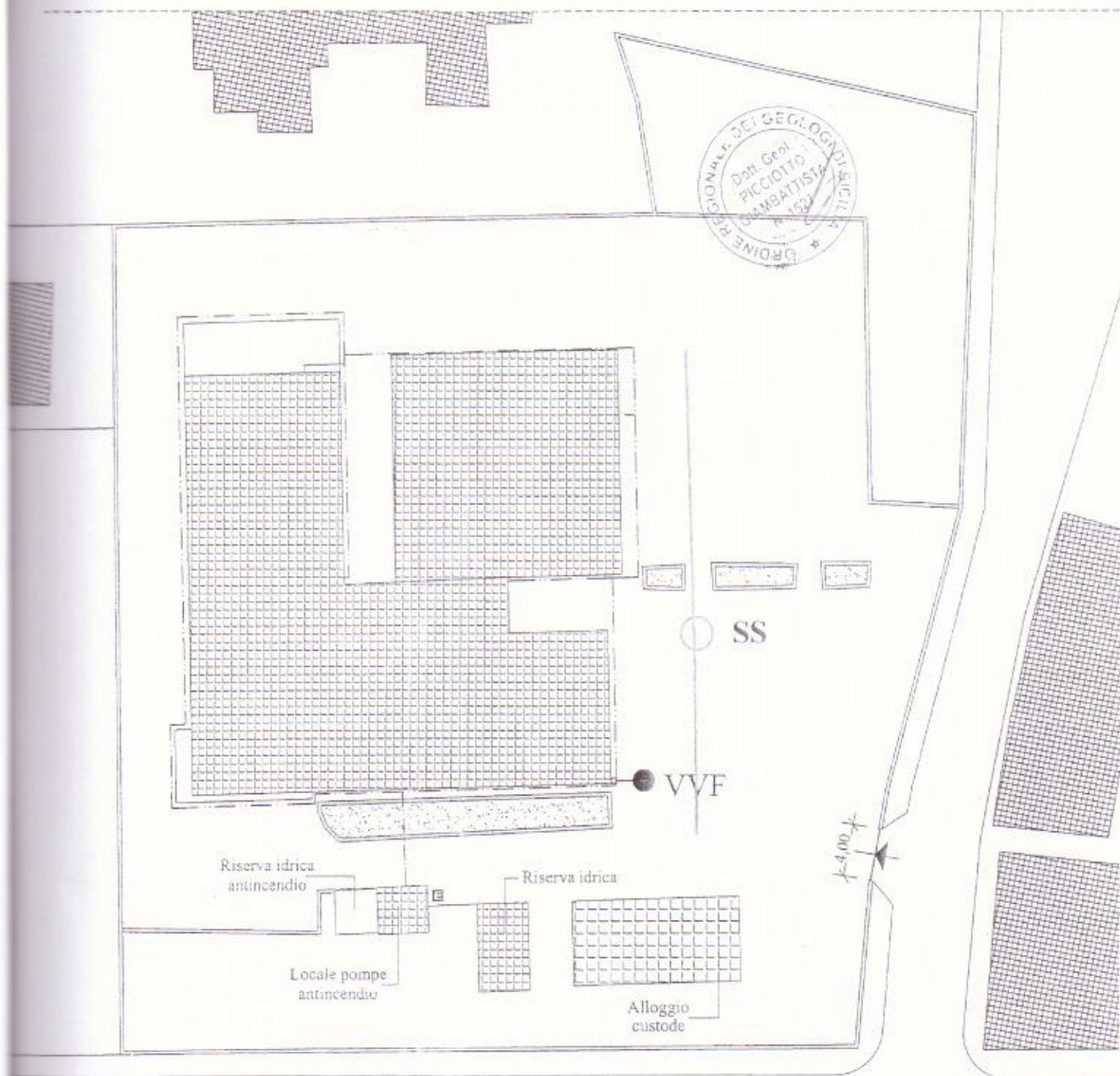
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

in cui  $V_{s_i}$  e  $h_i$  sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell' $i$ -esimo strato.

**VS30 (m/s): 674**

### Possibile Tipo di Suolo : B

In base alla classificazione dei terreni prevista dal Testo Unico per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e successive modifiche e Circolare C.S.LL.PP 617 del 02/02/2009, il tipo di suolo ricade nella **categoria B** ovvero "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).".



PLANIMETRIA CON UBICAZIONE SONDAGGIO SISMICO SS



Foto



## PARAMETRIZZAZIONE ELASTICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

PARAMETRI ELASTICI DEL TERRENO											
N° strato	Prof. (m)	Spes (m)	tipologia terreno correlato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	mod. Poisson v	Peso di volume $\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> )	mod. elastico din. (Young) Ed (MPa)	Coeff. di Lamé $\lambda$ (MPa)	mod. taglio G (MPa)	mod. di bulk k (MPa)
1	0,00-2,00	2,00	Terreno di riporto	558	269	0,35	1910	373	319	138	411
2	2,00-9,90	7,90	Calcarenie	1303	612	0,36	2120	2156	2010	793	2538
3	9,90-30,00	20,10	Depositi più compatti	1700	830	0,34	2180	4041	3301	1504	4303

**Note:** I valori dei parametri elastici del terreno sono stati ricavati dai risultati dell'elaborazione e restituzione dei dati sismici con l'ausilio del software "WinMASW - Pro", prodotto dalla "Eihosoft".

Nei programmi di calcolo strutturale è richiesto il valore del modulo elastico di Young statico che risulta pari ad 1/10 di quello dinamico, pertanto per il secondo strato "calcarenitie" risulta: (**Modulo elastico statico**)  $E_{stat} = 2156 \text{ Kg/cm}^2$

Da valori tabellari per i sedimenti superficiali la **Costante di Winkler** (detta anche cost. elastica di sottofondo) è pari a: (Costante di Winkler)  $K_w$  (verticale)  $= 10 \div 15 \text{ kg/cm}^3$

Questa costante è la componente verticale, il valore di  $K_w$  (orizzontale) viene posto pari a 1/2 di  $K_w$  (verticale).



## CATEGORIE DEL SOTTOSUOLO

Categoria	Descrizione
A	Annessi 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).

## CATEGORIE DEL 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 $i > 30^\circ$

## CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO

Il territorio comunale di Marsala è incluso nell'elenco delle località sismiche di II<sup>a</sup> categoria, a cui si attribuisce un grado di sismicità  $S = 9$ , allegato alla legge 25.11.1962 n. 1684 e successive modificazioni (Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 23.09.1981 n. 666) concernente "Aggiornamento delle zone sismiche della Regione Sicilia", pubblicato sulla G.U.R.I. n. 314 del 14 novembre 1981 e rettificato ai sensi del Decreto Ministeriale 27.07.1982, pubblicato sulla G.U.R.I. del 16.08.1982, n. 224.

In riferimento alla normativa più recente, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/03 aggiornata al 16/01/2006, per quanto riguarda la classificazione sismica il territorio del Comune di Marsala rientra nella **Classe di Pericolosità Sismica : zona 2** cioè (**media**)  $0,15 < (a_g/g) < 0,25$

### Zone sismiche

ZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g/g$ )
1	$> 0,25$	0,35
2	$0,15 - 0,25$	0,25
3	$0,05 - 0,15$	0,15
4	$< 0,05$	0,05

Nel particolare della risposta sismica locale, lo studio eseguito con il necessario dettaglio in relazione ai parametri proposti dalla circolare 2222/95 dell'Assessorato Territorio ed Ambiente ci **permette di escludere**, nel sito interessato dalla realizzazione delle opere, ***"la presenza di terreni soggetti a fenomeni di liquefazione"***.

Ai sensi del **D.M. 14/01/2008**, i terreni presenti appartengono alla **Categoria B** - *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)."*

Ne consegue che non esistono pericolosità sismiche che possano ostare la realizzazione del progetto.



## CONCLUSIONI

Lo studio geologico ha permesso di definire la locale situazione litostratigrafica e di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione.

L'area interessata dall'intervento urbanistico è pianeggiante e stabile; non sono presenti fenomeni geologici e geomorfologici attivi in grado di comprometterne la stabilità.

Localmente il litotipo predominante è rappresentato, in affioramento dalla facies biocalcarenitica pertinente alla formazione "Calcarenite di Marsala" (Emiliano II - Siciliano) che si protrae in profondità per uno spessore di circa 20,00 metri.

L'area relativa all'intervento di progetto: non è a rischio idrogeologico R3 - R4 e non ricade nelle aree individuate come "siti di attenzione", L.R. 7/2003 Art. 32 e D.P. del 27/03/2007 (G.U.R.S. n. 29 del 29/06/2007).

La zona sismica di riferimento è la "zona 2".

L'analisi sismica effettuata ha fornito valori di Vs30 (velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio) compresi tra 360 e 800 m/s, che consentono di attribuire al suolo di fondazione la categoria "B".

Per quanto riguarda l'aspetto geologico-tecnico va detto che il terreno di fondazione per i primi 2,00 m è costituito da sedimenti sciolti ed incoerenti (terreno di riporto) pertanto per quel che concerne la "Portanza" del terreno di fondazione è necessario adottare una tipologia di fondazione idonea, dalle dimensioni geometriche adeguate in modo tale che i carichi previsti rientrino nei limiti di sicurezza dei carichi ammissibili, oppure considerare come sedime di fondazione il sottostante banco calcarenitico costituito da buone doti geotecniche; tenuto conto di tutto ciò l'opera in progetto è realizzabile.

Sulla scorta delle indicazioni riportate nella presente relazione, spetta al tecnico progettista, responsabile per il dimensionamento dell'intervento sulla struttura di fondazione, optare nella scelta della tipologia di fondazione, nel rispetto della sicurezza e per una soluzione tecnico-economica più conveniente possibile.

Data 13/07/2012

  
Il Geologo

(Dott. Giambattista Picciotto)