



REGIONE SICILIA



PROVINCIA DI TRAPANI



COMUNE DI MAZARA DEL VALLO



COMUNE DI SANTA NINFA



COMUNE DI CASTELVETRANO

Proponente	<b>Solar Tier S.r.l.</b>				
Progettista:	<b>SeaWindPower</b>			Partnered by:	
Progettazione	<b>Ing. Francesco Desiderio Lanzalaco</b> Via A. Ognibene n. 107 92013 - Menfi (AG) seawindpower@pec.it		Studio Botanico Faunistico e Agronomico	<b>Dott. For. Giuseppe D'Angelo</b> Corso Umberto I n. 140 90010 - Gratteri (PA) g.dangelo@conafpec.it	
SIA PMA	<b>Ing. Francesco Desiderio Lanzalaco</b> Via A. Ognibene n. 107 92013 - Menfi (AG) seawindpower@pec.it		V.I. ARCH.	<b>Dott. Sebastiano Muratore</b> Via G. P. Giraldi n. 16 90123 - Palermo (PA) mutatore@pec.paropos.com	
Studio Idraulico	<b>Ing. Dario Tricoli</b> Via Carlo Pisacane n. 25/F 88100 - Catanzaro (CZ) ruwa@pec.ruwa.it		Studio Geologico Geofisico ed Idrogeologico	<b>Dott. Leonardo Mauceri</b> Via Olanda n. 15 92010 - Montevago (AG) geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it	
Opera	Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato <i>Aurora</i>				
Oggetto	Codice elaborato interno - Titolo elaborato: ARRSS0R01-00 – RELAZIONE GEOLOGICA, GEOFISICA ED IDROGEOLOGICA				
00	20/05/2022	Emissione per progetto definitivo	Dott. L. Mauceri	Ing. P. Ferro	Solar Tier S.r.l.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione



Dr. Geol. Leonardo Mauceri  
Geologia - Geotecnica - Geologia ambientale  
Ricerche idriche - Geologia applicata  
Studio: Via Olanda, 15 92010 Montevago (AG)  
Tel/fax 0925/38573 cell. 347/3552528-338/3059800  
e-mail: [geologomauceri@gmail.com](mailto:geologomauceri@gmail.com)  
[info@maucerigeologo.it](mailto:info@maucerigeologo.it)  
Pec: [geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it](mailto:geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it)  
[www.maucerigeologo.it](http://www.maucerigeologo.it)

Progettazione: **SeaWindPower**  
via A. Ognibene 107 - 92013 - Menfi - Agrigento - Italy  
[seawindpowersrls@gmail.com](mailto:seawindpowersrls@gmail.com) - [seawindpower@pec.it](mailto:seawindpower@pec.it)

Proponente: **Solar Tier S.r.l.**

Il sottoscritto dott. *Geologo Leonardo Mauceri*, iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia con il n° 1460 Sez. A dal 1995, con Studio Geologico nella Via Olanda n° 15 in Montevago, a seguito dell'incarico ricevuto dalla società di **Progettazione SeaWindPower e dal Proponente Solar Tier S.r.l.**, ha redatto la presente relazione geologico-tecnica, geofisica, geomorfologica ed idrogeologica sui terreni interessati dal *Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP) nella provincia di Trapani.*

L'impianto, denominato Aurora, è costituito da diversi siti ubicati come da Fig. A, e denominati singolarmente:

- **FV01-GARUFO;**
- **FV02-DAGALA FONDA;**
- **FV03-GRIMESI 2;**
- **FV04-GRIMESI 1;**

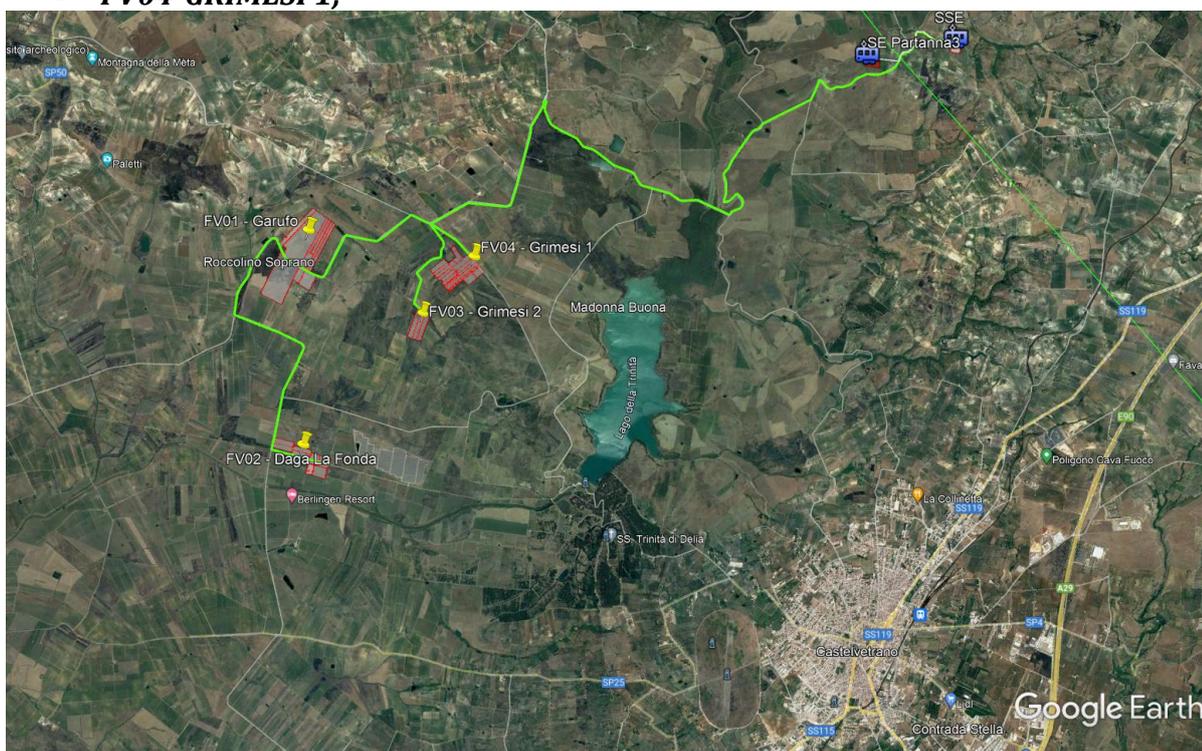


Fig. A



Pertanto, lo studio è stato suddiviso per ogni singolo impianto.

**FV01 - Garufo**

Regione Sicilia

COMUNE di  
**MAZARA DEL VALLO**  
(Città Metropolitana di Trapani)



REGIONE SICILIA

RELAZIONE

**GEOLOGICA, GEOFISICA ed IDROGEOLOGICA**

D. M. 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» e succ. mod. int.

**OGGETTO:** Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV01-Garufo"*.

Proponente: **Solar Tier S.r.l.**

Progettista: **SeaWindPower**

via A. Ognibene 107 - 92013 - Menfi - Agrigento - Italy  
[seawindpowersrls@gmail.com](mailto:seawindpowersrls@gmail.com) - [seawindpower@pec.it](mailto:seawindpower@pec.it)

**Firma:**

**INFORMATIVA AI SENSI DELL'ART. 13 DEL DECRETO LEGISLATIVO 30.6.2003 N.196** I dati sopra riportati vengono utilizzati da questa struttura nell'osservanza delle disposizioni del D.Lgs 196/03 che prevede la "tutela delle persone e di altri soggetti rispetto al trattamento dei dati personali" e per le finalità strettamente connesse alle attività di competenza. Il trattamento dei dati personali avviene mediante strumenti manuali e informatici in modo da garantire la sicurezza e la riservatezza dei dati stessi. Autorizzo il trattamento dei miei dati personali nei termini consentiti dal D.Lgs. n.196/03

IL GEOLOGO

**Dr. Leonardo Mauceri**

(iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n° 1460 Sez. A)



Montevago, 20/05/2022



REGIONE SICILIA

## Comune di Mazara del Vallo (TP)

COMMITTENTE: *SeaWindPower*

via A. Ognibene 107 - 92013 - Menfi - Agrigento - Italy  
[seawindpowersrls@gmail.com](mailto:seawindpowersrls@gmail.com) - [seawindpower@pec.it](mailto:seawindpower@pec.it)

### **RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA E GEOFISICA**

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV01-Garufò"*.

#### **INDICE:**

1. Premessa
2. Inquadramento topografico e geomorfologico
3. Caratterizzazione geologica ed idrogeologia
4. Risultati dei sondaggi stratigrafici e caratteristiche geotecniche dei terreni
5. Indagine geofisica tramite tecnica HVSR
6. Cenni sulla teoria della tecnica HVSR
7. Indagini di sismica passiva – HVSR
8. Risultati della prova sismica HVSR
9. Categoria di suolo di fondazione
10. Parametri sismici del sito progettuale
11. Considerazioni conclusive

#### **ALLEGATI:**

- Stralcio Topografico;
- Rilievo Aerofotogrammetrico;
- Carta Geologica ed Idrogeologica;
- Stralcio planimetrico;
- Carte del PAI;
- Report Sismico;

#### **Normative di riferimento**

- ✓ D.M. 11.03.1988
- ✓ D.M. II.TT. 14.01.2008
- ✓ D.M. II.TT. 04.02.2008
- ✓ D.P.R. 380/01
- ✓ D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Coordinato con L.R.16/2016 pubblicata GURS n° del 19.08.2016
- ✓ Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»



Dr. Geol. Leonardo Mauceri  
Geologia - Geotecnica - Geologia ambientale  
Ricerche idriche - Geologia applicata  
Studio: Via Olanda, 15 92010 Montevago (AG)  
Tel/fax 0925/38573 cell. 347/3552528-338/3059800  
e-mail: [geologomauceri@gmail.com](mailto:geologomauceri@gmail.com)  
[info@maucerigeologo.it](mailto:info@maucerigeologo.it)  
Pec: [geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it](mailto:geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it)  
[www.maucerigeologo.it](http://www.maucerigeologo.it)

Progettazione: **SeaWindPower**  
via A. Ognibene 107 - 92013 - Menfi - Agrigento - Italy  
[seawindpowersrls@gmail.com](mailto:seawindpowersrls@gmail.com) - [seawindpower@pec.it](mailto:seawindpower@pec.it)

Proponente: **Solar Tier S.r.l.**

**OGGETTO:** Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora*.  
Impianto "FV01-Garufi".

### PREMESSA

Il sottoscritto dott. *Geologo Leonardo Mauceri*, iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia con il n° 1460 Sez. A dal 1995, con Studio Geologico nella Via Olanda n° 15 in Montevago, ha redatto la presente relazione geologico-tecnica, geofisica, geomorfologica ed idrogeologica sul terreno interessato dal "Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP) nella provincia di Trapani, denominato "Aurora".

L'impianto "FV01 - Garufi", ricade nel territorio comunale di Mazara del Vallo (TP), (Fig. 1).



Fig. 1





Scopo prioritario dell'indagine eseguita è stata quella di determinare le caratteristiche *geomorfologiche, geologiche, geofisiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche*, dei terreni presenti nell'area progettuale, individuandone nello stesso tempo la loro idoneità statica e le caratteristiche di permeabilità dei terreni dove verrà installato l'impianto FV.

Lo studio è stato condotto sia mediante ricognizioni di superficie, avvalendosi dei dati raccolti in precedenti lavori effettuati sulla stessa facies Petrografica, nelle limitrofe aree, con l'esecuzione di scavi con escavatore meccanico spinti fino alla profondità di 2,50/3,00 metri, allo scopo di caratterizzare la natura del terreno di fondazione e identificare la stratigrafia, inoltre, sono stati presi dei campioni per analisi e prove di laboratorio al fine di determinare i parametri geotecnici.

Si è reso necessario verificare anche, se l'area in cui verrà realizzato quanto in progetto, rientra nei vincoli delimitate ai sensi del ***D.A. n° 298/41 del 4/7/2000 Piani Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico.***

La presente è stata adeguata al ***Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018*** (*Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008*), che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. In particolare è stata eseguita una prospezione sismica con il metodo *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)*, metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle onde  $V_s$  a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie.

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)* è stata eseguita per risalire al valore del  $V_{s,eq}$  e la frequenza di risonanza dei terreni, e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell'area con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento al fine di una progettazione sismica delle strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali



(attività antropiche).

La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 2).

#### - SPECIFICHE TECNICHE -

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello
- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

#### - Specifiche geofoni -

- Frequenza naturale:  $2 \pm 0,75$  Hz
- Resistenza della bobina a  $25^\circ\text{C} \pm 5\%$ : 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a 3810 Ohm  $\pm 10\%$ : 2 V / in / sec
- Massa  $\pm 5\%$ : 23 g

Fig. 2



Sensore sismico 3D da superficie, frequenza geofoni 2 hz, contenitore in alluminio, piedini di supporto per utilizzo su pavimentazione o infissione nel terreno, bolla di livellamento, maniglia di trasporto.



SYSMATRACK  
Sismografo 12 canali, espandibile a 24, risoluzione 24 bit, con batteria integrata

Dalla raccolta e dall'elaborazione dei dati acquisiti è stato possibile fornire, per quanto di specifica competenza, tutte le informazioni utili per una opportuna verifica e scelta delle soluzioni progettuali da adottare. Infine, si fa presente che in sede esecutiva si deve realizzare una campagna di indagini geognostiche e geotecniche al fine di avere un quadro completo dell'area dal punto di vista geologico-tecnico, oltre una campagna indagini sismiche, tipo Masw, in modo da coprire tutta l'area dell'impianto. In questa fase per la determinazione dei parametri geotecnici si sono estrapolati i dati di una Prova Penetrometrica, eseguita dallo scrivente, nei adiacenti terreni per altri impianti Fotovoltaici. Si ritiene comunque, che in sede esecutiva, venga programmata una dettagliata campagna indagini geognostiche e geotecniche.

### **INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO**

L'area in esame, dal punto di vista topografico, è compresa nelle tavolette, in scala 1:25.000, "CASTELVETRANO", F° 257 II S.O. e "COSTIERA" F° 257 III S.E., della Carta d'Italia edita dall'IGM. Mentre, nella C.T.R. (Carta Tecnica Regionale) n. 618050 (Contrada Roccolino) in scala 1:10.000, nel territorio del Comune di Mazara del Vallo (Fig. 3 e Fig. 3a). Si trova a circa 10 Km a nord-est dall'Abitato di Mazara del Vallo, a circa 3,8 km ad ovest dal lago della Trinità (fig. 5), e a circa 8 Km a nord-ovest da Castelvetro, in corrispondenza di un'area collinare, con pendenze in direzione Nord/Est-Sud/Ovest, con quote da circa 126 m a circa 100/65 metri s.l.m..

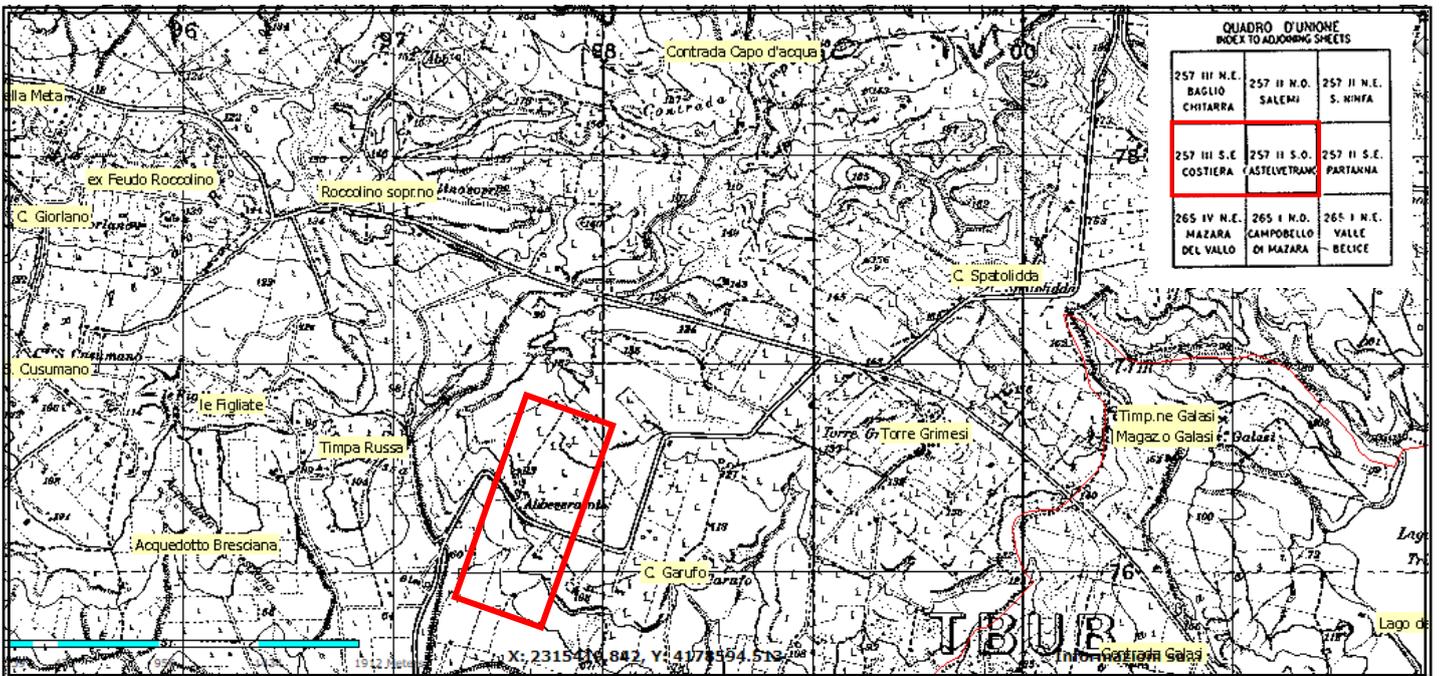


Fig. 3

### Stralcio Topografico

Tav. IGM "Castelvetro" scala 1:25.000 - F° 257 II S.O.

Tav. IGM "Costiera" F° 257 III S.E.

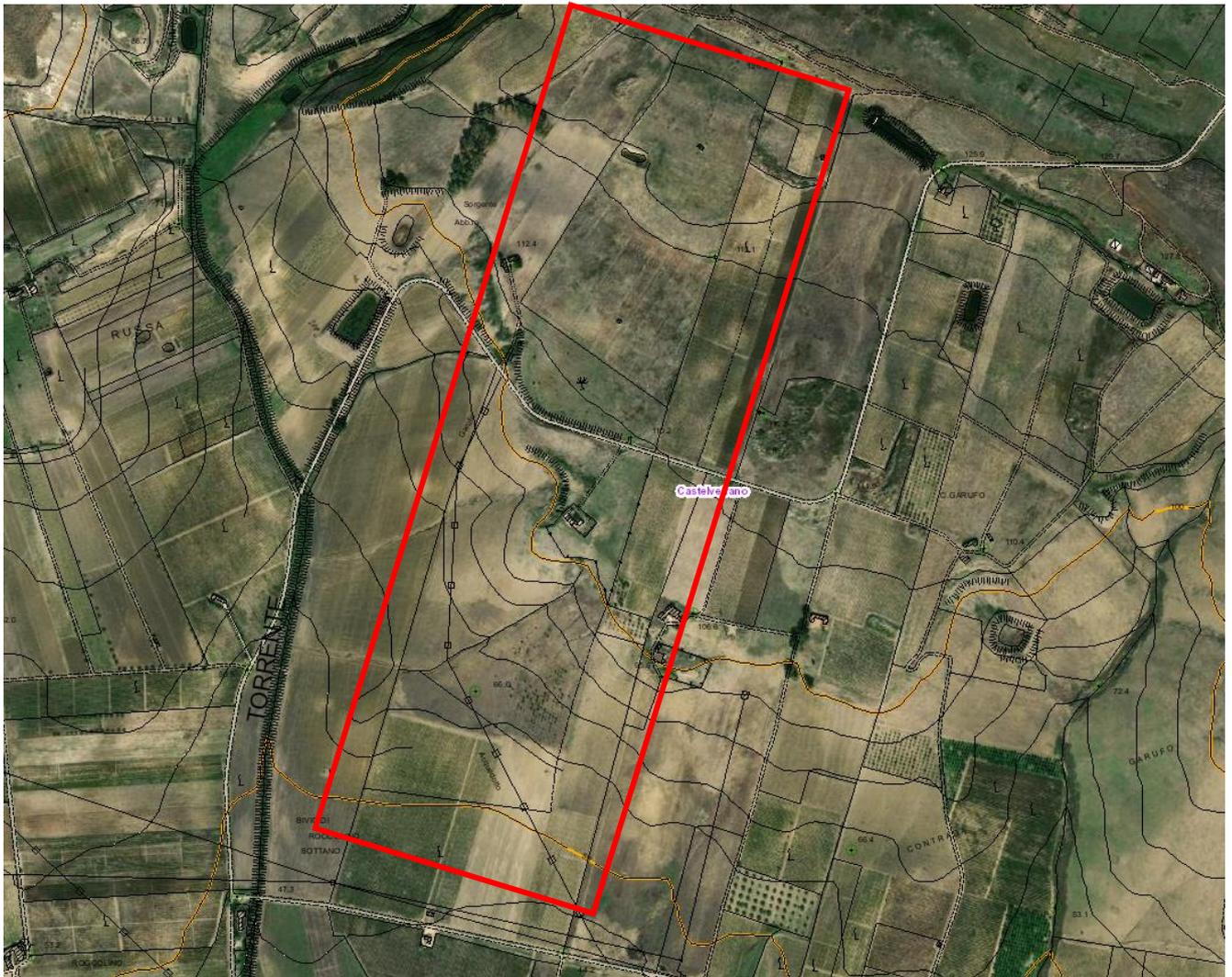
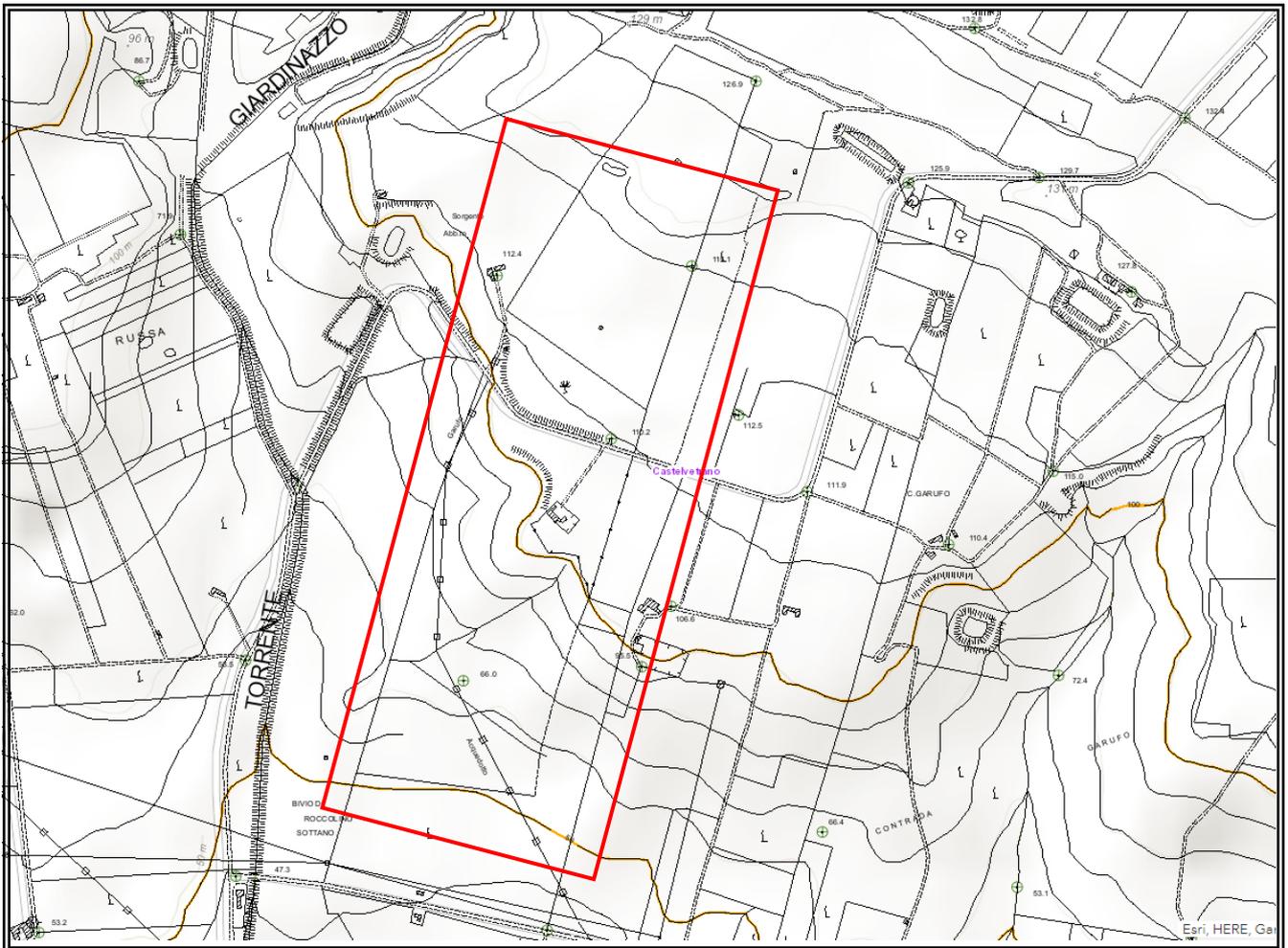


Fig. 3a - Ortofoto con ingrandimento TAV. IGM Area Progettuale



**Fig. 4** – Rilievo aerofotogrammetrico - Scala 1:10.000 - Area 

L'area è raggiungibile da Mazara del Vallo percorrendo la Strada Provinciale SP50 Mazara-Castelvetrano e la SP76 Strada Provinciale di Roccolino (fig. 5).

I lineamenti morfologici sono in stretta relazione con le caratteristiche geologiche dei terreni affioranti. Geomorfologicamente l'area è caratterizzata dalla presenza di diversi ordini di terrazzi marini (D'Angelo, Vernuccio, 1996) ad andamento sub-pianeggiante che sono il risultato delle ripetute azioni del mare nel Quaternario, a luoghi interrotti da solchi e incisioni naturali, che con pendenze molto blande, si sviluppano dalla linea di costa verso l'interno, che nelle aree più interne si contrappongono a morfologie di tipo collinare, con rilievi modesti e pendenze molto blande.

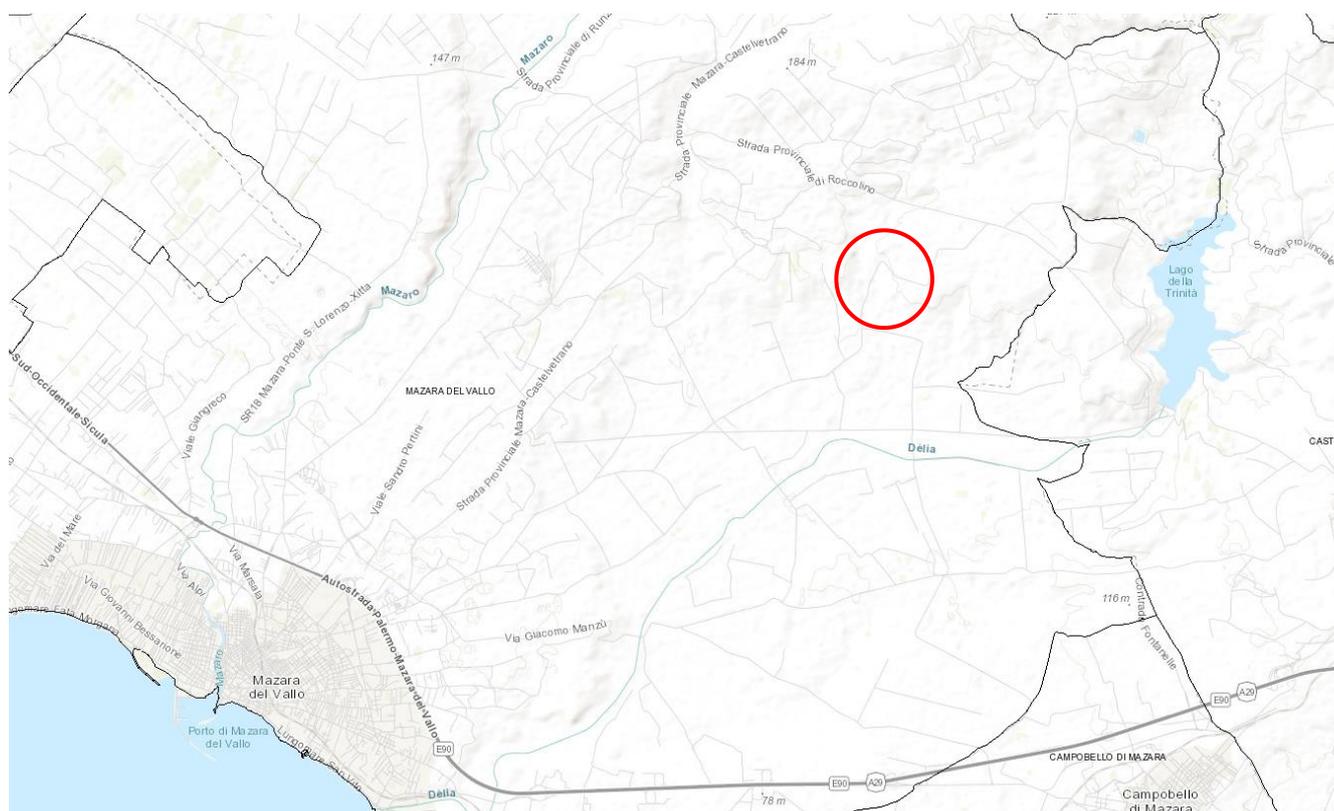


Fig. 5-in rosso l'ubicazione dell'area

Verso le aree più interne affiorano terreni a prevalente componente argillosa caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato, costituiti da argille e argille sabbiose della Formazione Terravecchia e dai depositi di fondovalle di origine fluviale. Di contro, nelle aree caratterizzate dai terreni calcarenitici, si hanno superficie sub-strutturale da pianeggiante a pendenze elevate e nei margini le pareti calcarenitici sono soggette a sgretolazioni da parte degli agenti atmosferici.

Tali litologie sono ricoperte da una coltre di alterazione di natura limo sabbiosa e di suolo agrario dello spessore variabile da pochi centimetri a 1,00 m circa.

Le pendenze sono molto modeste sia in corrispondenza degli affioramenti calcarenitici, sia in corrispondenza degli affioramenti argillosi, caratterizzati da versanti con forme blande e mammellonari.

Il rilievo di superficie e le indagini dirette in loco, ci permettono di avere delle buone garanzie, allo stato attuale, circa la stabilità dell'area all'interno della quale devono essere realizzate le opere in progetto.

Quindi, l'assetto morfologico esistente allo stato attuale è tale da non indurre nessuna preoccupazione circa la stabilità dell'area indagata.



La rete idrografica è rappresentata da una serie di impluvi a carattere stagionale che defluiscono nel Torrente Giardinazzo che a sua volta confluisce nel Fiume Delia, nel tratto finale prende il nome di Fiume Arena e sfocia nel mare Mediterraneo nei pressi dell'abitato di Mazara del Vallo.

Nel fiume Delia – Arena, nel tratto centrale, a Nord Ovest di Castelvetro, insiste una diga in terra che ha dato origine al Lago della Trinità. Il corso d'acqua ha un regime idrologico di tipo torrentizio, con deflussi superficiali esigui o del tutto assenti nei periodi estivi.

Infine, per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Arena (054) (Fig. 6), tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica nè da rischio idraulico, *come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate* (Fig. 7, Fig. 8).

### **Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 e ss. mm. ii.)

#### **Bacino Idrografico del Fiume Arena (054)**



Fig. 6

Pertanto, si ritiene il sito idoneo alla realizzazione dell'opera, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe. Inoltre, dalla consultazione del *Piano di Gestione dei siti Natura 2000*, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC) (Fig. 9).

Nel PRG del comune di Mazara del Vallo l'area ricade in zona "E".

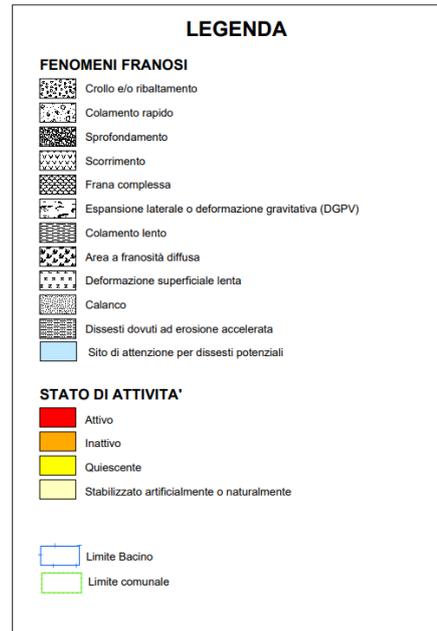
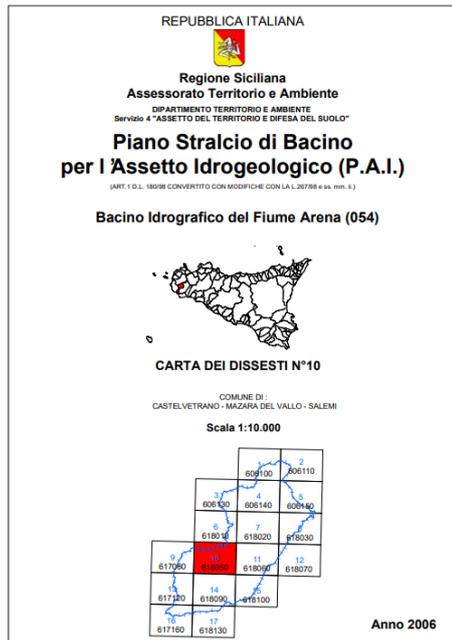


Fig. 7



Fig. 8

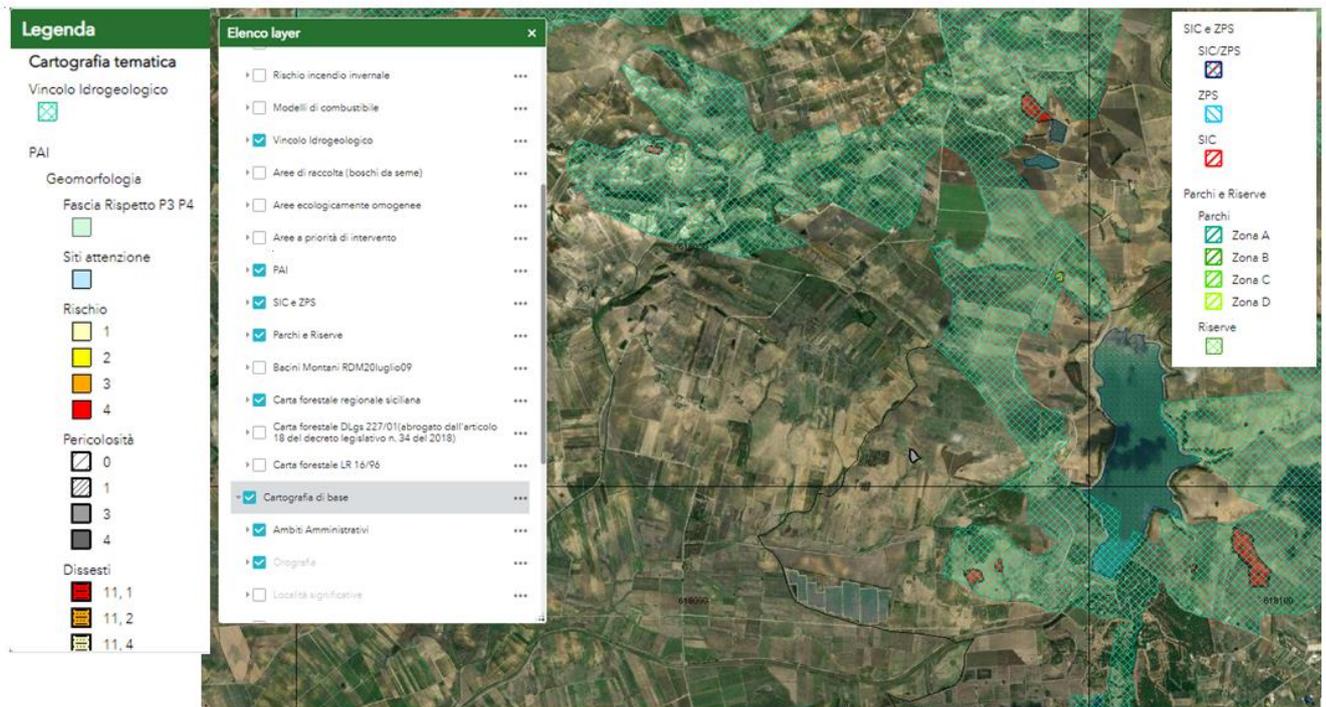


Fig. 9

## **GEOLOGIA ed IDROGEOLOGIA**

Al fine di ricostruire la locale serie stratigrafica è stato eseguito un rilevamento geologico di superficie sui terreni interessati dal progetto ed opportunamente esteso alle aree limitrofe. Dal rilevamento di superficie è emerso che affiorano i seguenti termini litostratigrafici rappresentati nella carta geologica (fig. 11) e che dall'alto verso il basso, sono così descritti:

1. **Sintema di Marsala:** conglomerati, calcareniti bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolari di conglomerati, Luoghi presenza di lenti Sabbioso argilloso contenenti fossili - Pleistocene inferiore (Emiliano - Siciliano);

2. **Formazione Terravecchia:** facies argillo-marnoso-siltosa, con livelli sabbioso-argillosi: Argille e argille sabbiose grigio verdastre e argille grigie e di colore tabacco in superficie per alterazione, con foraminiferi planctonici, argille marnose biancastre ricche di globigerina e cristalli isolati di gesso, Oligocene inferiore - Miocene medio (Langhiano).

I terreni affioranti nel sito in esame, dal punto di vista idrogeologico, hanno una permeabilità media di tipo primario per porosità,  $K(m/s) = 10^{-3} - 10^{-5}$ . In fase progettuale, considerate le caratteristiche dei terreni, attenzione particolare dovrà essere dedicata alla opportuna previsione di sistemi di drenaggio e smaltimento delle acque superficiali a tergo delle opere da realizzare. Non si esclude, la presenza di livelli di acqua a bassa profondità, che dovrà essere smaltita ed allontanata dal sito progettuale. Infine, si ritiene opportuno approfondire l'aspetto geologico in sede esecutiva.



fig.10 - Area in studio

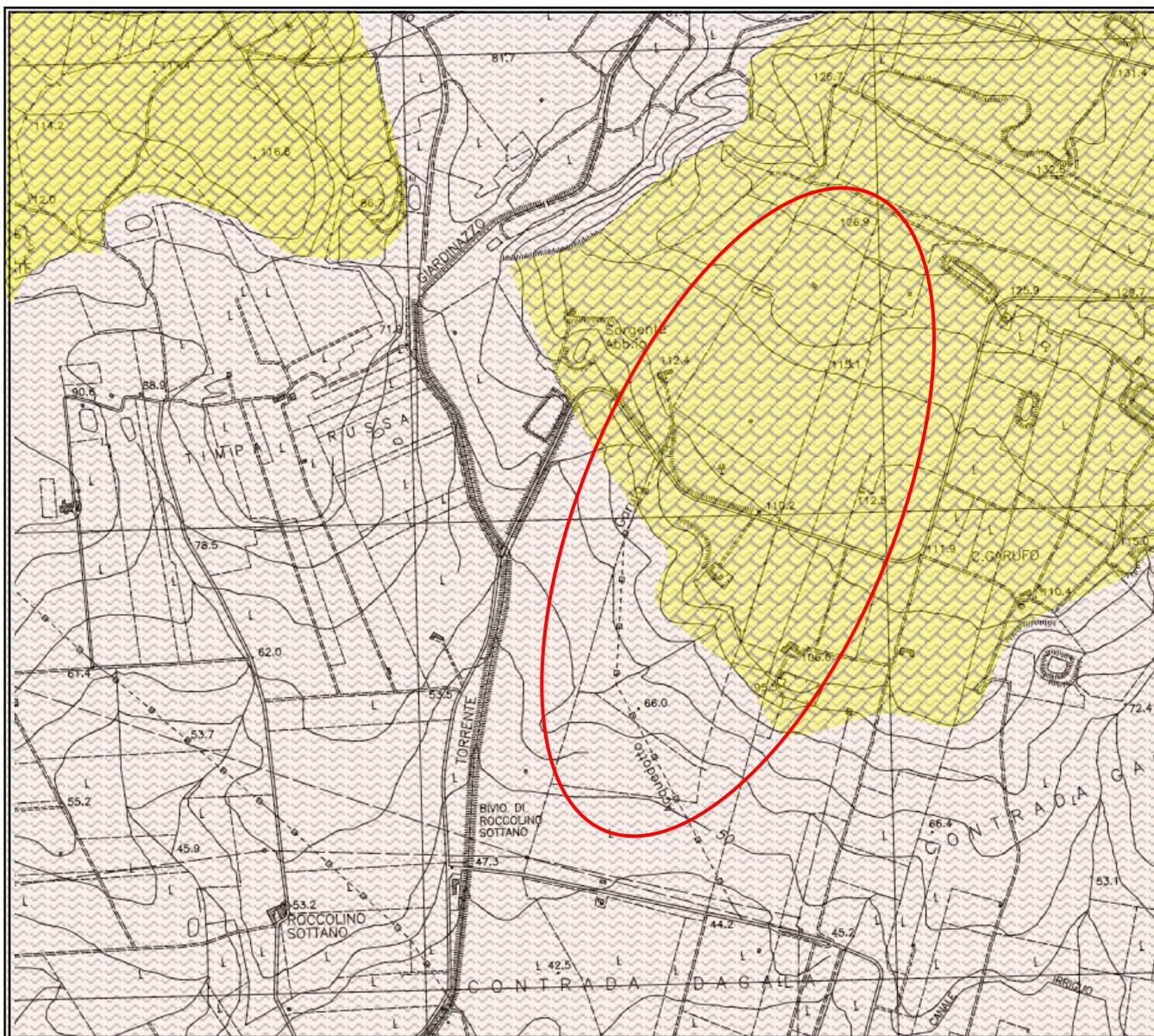


Fig. 11

**CARTA  
GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA**  
Scala 1:10.000



**LEGENDA**



**Sintema di Marsala:** Conglomerati bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolaridiconglomerat, a luoghpresenza di lenti sabbioso argilloso contenenti fossili - Pleistocene inferiore (Emiliano - Siciliano)



Depositi terrigeni fluvio-deltizi costituiti da argille sabbiose, sabbie e conglomerati - Fm. Cozzo Terravecchia (Tortoniano sup.-Messiniano inf.)



Area progettuale



## **INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU e CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI**

Per ricostruire la stratigrafia puntuale nell'area di progetto e caratterizzare il piano di sedime sul quale verrà realizzata l'opera, sono state utilizzate i sondaggi e le prove penetrometriche eseguite nei terreni limitrofi. Per la caratterizzazione sismica è stata eseguita una prova sismica del tipo HVSR (fig. 12). Si ritiene comunque che, in sede esecutiva, vengono eseguite delle indagini geognostiche e geotecniche in sito e in laboratorio, al fine di approfondire gli aspetti geologici e geotecnici.

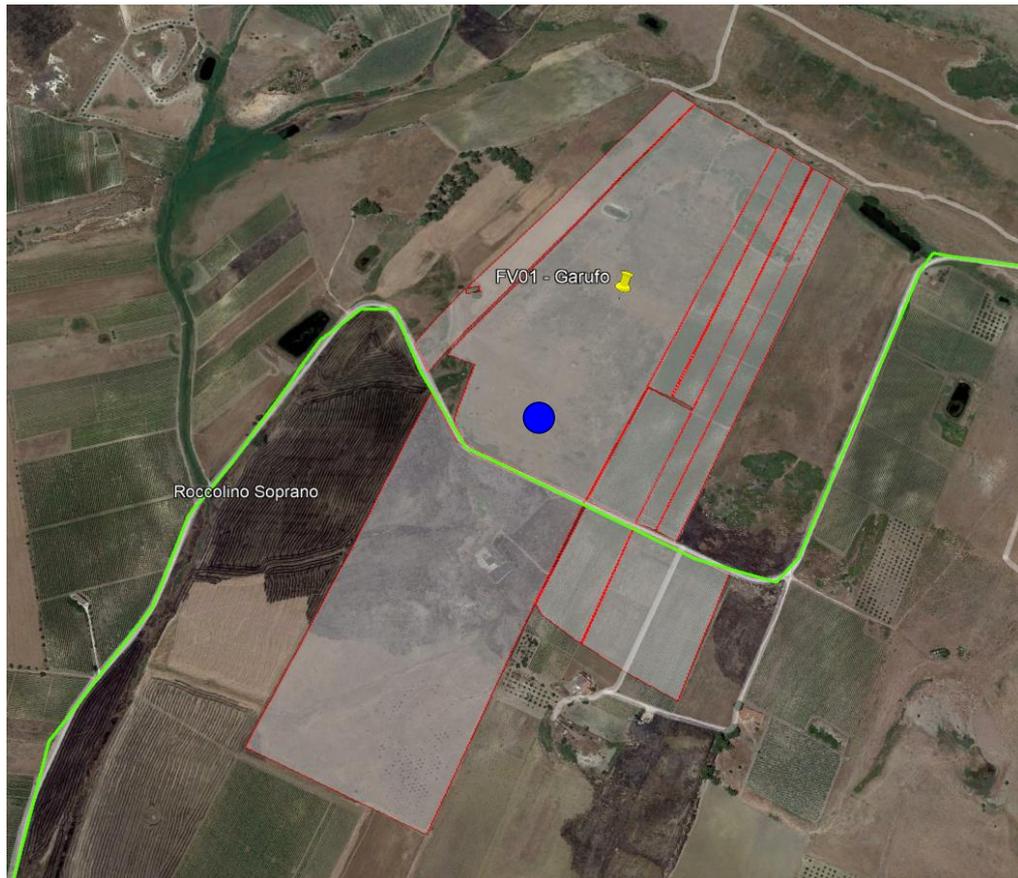


Fig. 12

● Postazione Sismica



### **SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO CONTINUO DPM**

Al fine di caratterizzare i terreni dal punto di vista geotecnico, in questa fase, considerato che siamo sulla stessa facies petrografica, si è optato di utilizzare i dati geomeccanici di una prova Penetrometrica dinamica eseguita dallo scrivente nei terreni adiacenti per altri impianti fotovoltaici. Di certo, in sede esecutiva, andrà realizzata una campagna di indagini geognostiche e geotecniche in situ e delle prove di laboratorio sui campioni prelevati.

La prova penetrometrica dinamica, da eseguirsi anche in sede esecutiva di realizzazione del progetto, consiste nell'infingere nel terreno una punta conica per tratti consecutivi, misurando il numero di colpi necessari.

Il test di resistenza penetrometrica dinamica (DPM) eseguito a quota fondazione, ha consentito di determinare lo stato di consistenza in situ dei tipi litologici costituenti il substrato dell'area interessata.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico "Dynamic Probing della GeoStru Software" che 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*.

I risultati forniti dall'indagine hanno consentito la caratterizzazione del sottosuolo, dal punto di vista dei rapporti geometrici e stratigrafici e dal punto di vista geotecnico.

Le caratteristiche dello strumento sono:

- maglio battente a caduta libera del peso di Kg. 30.
- peso aste di acciaio Kg. 2,90 ml.
- diametro delle aste 2.00 cm.
- punta conica a perdere con angolo di penetrazione 60°.
- altezza di caduta libera del maglio 20 cm. (costanti).

La prova penetrometrica dinamica consiste nel conteggio del numero dei colpi (N) necessari per infingere mediante un peso una batteria di aste nel terreno di successive quantità costanti (10 cm.), per effetto di un maglio battente di 30 Kg. che cade da un'altezza costante di 20 cm. sulla testa della batteria.

Il metodo di elaborazione dei dati di campagna adottato, si basa sulle correlazioni fra l'energia necessaria per una penetrazione unitaria della punta conica e le caratteristiche di resistenza del terreno ed è riportato in letteratura come FORMULA OLANDESE.



Riportando su un diagramma in ascisse il valore di (N) ed in ordinate la profondità di indagine espressa in metri, si sono ricavati i logs penetrometrici allegati, il cui andamento evidenzia, le variazioni litologiche e di consistenza dei litotipi attraversati in funzione del numero di colpi:

dal p.c. a 0,50 m dal p.c. il test ha interessato il terreno di copertura, caratterizzato da una "consistenza variabile", in quanto il numero di colpi varia in dipendenza dell'eterogeneità del materiale stesso; da 0,50 a 1,20 m dal p.c. il numero di colpi subisce un graduale incremento (N medio di 7,15 colpi).

### **Parametri geotecnici**

Sulla base delle indagini eseguite e dall'elaborazione del sondaggio penetrometrico effettuato, il volume di terreni in questione, è divisibile in due livelli, le cui caratteristiche fisico meccaniche risultano come riportate nella prova penetrometrica

#### **PROVA ... Nr. 01**

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova ,80 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0	0,857	0,28	0,33	14,03	16,37
0,20	19	0	0,805	5,01	6,22	250,34	311,12
0,30	18	0	0,803	4,73	5,89	236,59	294,75
0,40	18	0	0,801	4,72	5,89	236,02	294,75
0,50	19	0	0,799	4,97	6,22	248,55	311,12
0,60	18	0	0,797	4,70	5,89	234,91	294,75
0,70	52	0	0,645	10,99	17,03	549,34	851,49
0,80	60	0	0,643	12,64	19,65	632,07	982,48

#### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 01**

##### **LIVELLO N°01 – TERRENO DI ALTERAZIONE E SUOLO AGRARIO**

##### **LIVELLO N°02 – CALCARENITI**

#### **Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Gibbs & Holtz 1957	43,89
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Gibbs & Holtz 1957	75,66

#### **Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Sowers (1961)	31,3



Strato 2	42,62	0,80	42,62	Sowers (1961)	39,93
----------	-------	------	-------	---------------	-------

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Bowles (1982) Sabbia Media	13,14
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Bowles (1982) Sabbia Media	28,25

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,07
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11,28

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Meyerhof ed altri	17,55
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Meyerhof ed altri	18,67

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,52

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	11,8	0,60	11,8	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	42,62	0,80	42,62	(A.G.I.)	0,27

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Ohsaki (Sabbie pulite)	64,86
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Ohsaki (Sabbie pulite)	216,91

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Velocità onde
--	------	--------------	-------------------	--------------	---------------



		(m)	presenza falda		m/s
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Ohta & Goto (1978) Limi	83,108
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Ohta & Goto (1978) Limi	122,222

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm <sup>3</sup> )
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Navfac 1971-1982	2,48
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Navfac 1971-1982	7,21

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Robertson 1983	2,31
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Robertson 1983	8,36

Tali parametri, sono sottoposti al calcolista, per la verifica delle dimensioni delle fondazioni del progetto.

**CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE**

Ai fini della definizione della classificazione del sottosuolo, come previsto dalla NTC 2018, è stato considerato il valore del parametro  $V_{s,eq}$  (in m/sec) che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S in profondità fino al raggiungimento del substrato, definito dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad \begin{array}{l} H = \text{profondità substrato } (V_s \geq 800 \text{ m/s}) \\ \text{per } H > 30 \text{ m} \quad V_{s,eq} = V_{s,30} \quad (H = 30 \text{ m}) \end{array}$$

con

$H_i$  = spessore dello strato *i*-esimo

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato

$N$  = numero di strati

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da  $V_s$  non inferiore a 800 m/sec

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal



parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$  metri nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Di seguito si riporta il valore stimato della  $V_{s,eq}$ , considerato la profondità del substrato oltre i 30 metri, è stata calcolata come  $V_{s,30}$  alla quota di 1,0 m dal p.c., con  $V_{s,eq} 654.71$  (m/sec).

Per definire l'azione sismica di progetto è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categoria di sottosuolo di fondazioni (NTC 2018):

Di seguito la nuova tabella Tab. 3.2.II.

Tipo di terreno	
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessori massimo pari a 3 m.
B	<b>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</b>
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definiti per le categorie C e D con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

**Tabella 3.2.II – Categoria di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato**

Alla luce del quadro geofisico emerso e dal calcolo della  $V_{s,eq}$  il sito ricade nella Categoria di suolo "B".

<b>B</b>	<b>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</b>
----------	--

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ " (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

Tabella – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
<b>T1</b>	<b>Superficie pianeggiante, pendio e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></b>
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 $i > 30^\circ$

### **PARAMETRI SISMICI DEL SITO PROGETTUALE**

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, per la valutazione dei diversi stati limiti considerati, è necessario conoscere la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Secondo la nuova normativa sismica D.M. 14/01/2018 si deve far riferimento alle locazioni delle opere riferite ai vertici sismici del reticolo nazionale. Dalle coordinate del punto relativo all'intervento viene indicata la pericolosità sismica sui suoli rigidi tramite i parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$ ,



per vari tempi di ritorno ( $T_r$ ).

Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di  $0,15 < a_g \leq 0,25$  g. Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica  $a_g$  pari a 0,077 g, una  $F_0$  2,509, un  $T^*c$  0,311 (fig. 13).

Per la determinazione dei parametri sismici è stato utilizzato il software di elaborazione, adeguato al NTC 2018, della S.T.S. Software Tecnico Scientifico.

I risultati sono riportati in seguito e allegati alla presente.

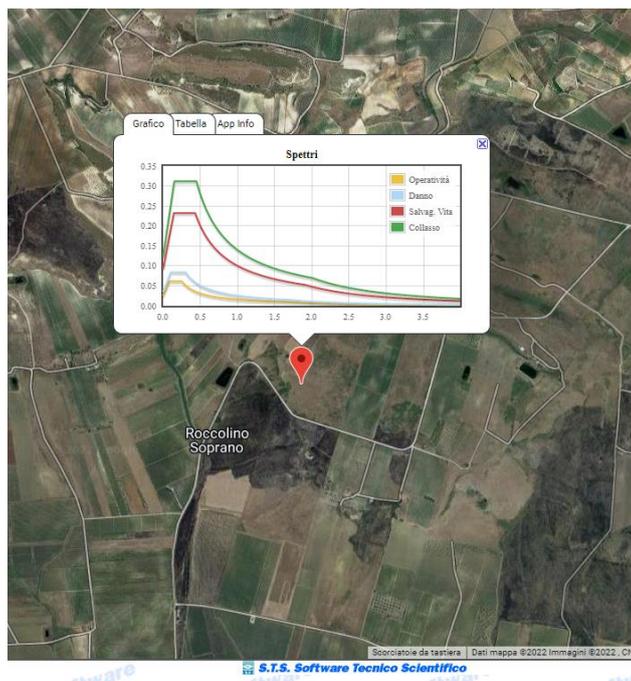


Fig. 13

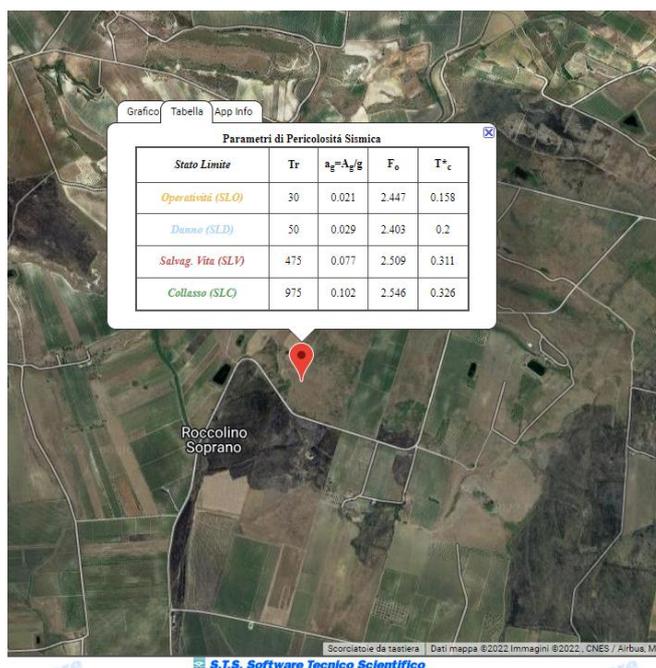


Fig. 13



**Coordinate geografiche del sito di progetto (fig. 14):**

Decimali: Lat. 37.710164°; Long. 12.705076°

Gradi, Minuti, Secondi: Lat. 37°42'36.49"N; Long. 12°42'18.16"E

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N:

Coord. Est: 297712,06; Coord. Nord 4176151,82



Fig. 14

**Risultati Sondaggio Sismico:**

**Rapporto spettrale H/V**

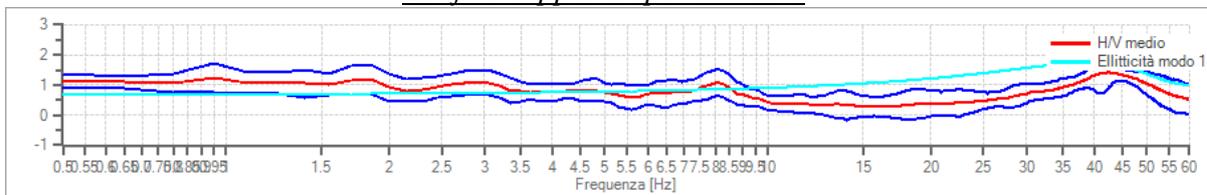
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 60.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamto: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamto: 5.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 42.35 Hz ±0.38 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok



$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

### Modello stratigrafico

#### Dati riepilogativi:

Numero strati: 3  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 38.90 Hz  
 Valore di disadattamento: 0.95  
 Valore Vseq: 654.71 m/s

#### Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.4	18	0.3	100
2	0.4	2.1	18	0.3	340
3	2.1	60	18	0.3	740

Di seguito si riporta il valore stimato della  $V_{s,eq}$ , considerato che **non è stato individuato un substrato sismico a profondità < 30.0m**,  $V_{seq}=V_{s30}$ ;  $V_{seq}=V_{s30}= 654,71$  m/s

### Categoria di Suolo "B"

B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
---	---

*I risultati dettagliati sull'indagine sismica sono ampiamente descritti nella relazione geofisica.*

### CLASSIFICAZIONE SISMICA

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di **Mazara del Vallo**, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003.

Zona sismica 2	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
-------------------	--



Il comune di Mazara del Vallo è riportato al progressivo n. 11 classificato in zona 2 e di II° categoria.

COMUNI CLASSIFICATI IN ZONA 2						
PROGRESSIVO	Codice Istat 2001	PROVINCIA	COMUNE	Categoria secondo la classificazione sismica precedente (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica prevista dall'Ordinanza n.3274/2003	Nuova Classificazione sismica della Regione Siciliana
				Categoria	Zona	Zona
11	19081012	TRAPANI	Mazara del Vallo	II	2	2

Il nuovo studio di pericolosità allegato all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione ( $a_g$ ), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

L'Ordinanza, tra l'altro, individua i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

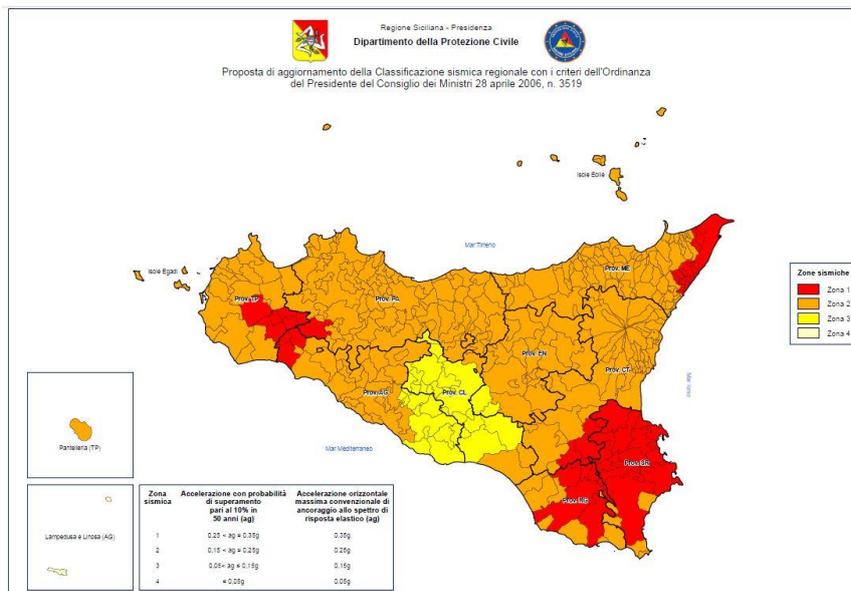
Sono individuate quattro zone, a pericolosità decrescente, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A ( $a_g$ ), ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni ( $a_g$ )	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g$ )
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Nel 2021, in seguito a segnalazioni da parte di alcuni Ordini Professionali nonché da diversi comuni della Provincia di Agrigento e Caltanissetta, si è appurata l'incongruenza tra la classificazione sismica nazionale e quella vigente nel territorio della Sicilia. A seguito delle opportune verifiche e acquisiti i necessari riscontri tecnici, il Dipartimento Regionale Protezione Civile Sicilia ha elaborato una proposta di aggiornamento (Delibera n. 81 del 24/02/2022) della



vigente classificazione sismica regionale, attraverso l'applicazione dei criteri esposti all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519.



Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	$0,25 < ag \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < ag \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < ag \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

Sulla base della proposta di aggiornamento, il territorio di Mazara del Vallo, mantiene la categoria con rischio più elevato, con  $ag$  0,0833.

COMUNI CLASSIFICATI IN ZONA 2								
ag	COMUNE	CODICE ISTAT	SIGLA PROV.	PROVINCIA	CLASSIFICAZIONE ex DGR 408/2003	ELABORAZIONE DRPC SICILIA (Criteri OPCM 3519/2006)	NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA	NOTE
0,0833	MAZARA DEL VALLO	19081012	TP	TRAPANI	2	3	2	Mantiene la categoria con rischio più elevato

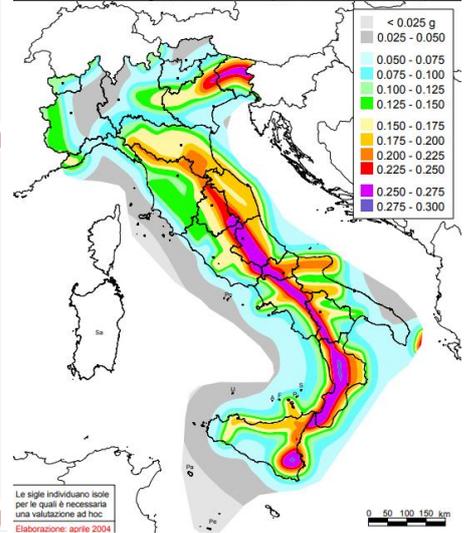


## MAPPE DI PERICOLOSITA' SISMICA

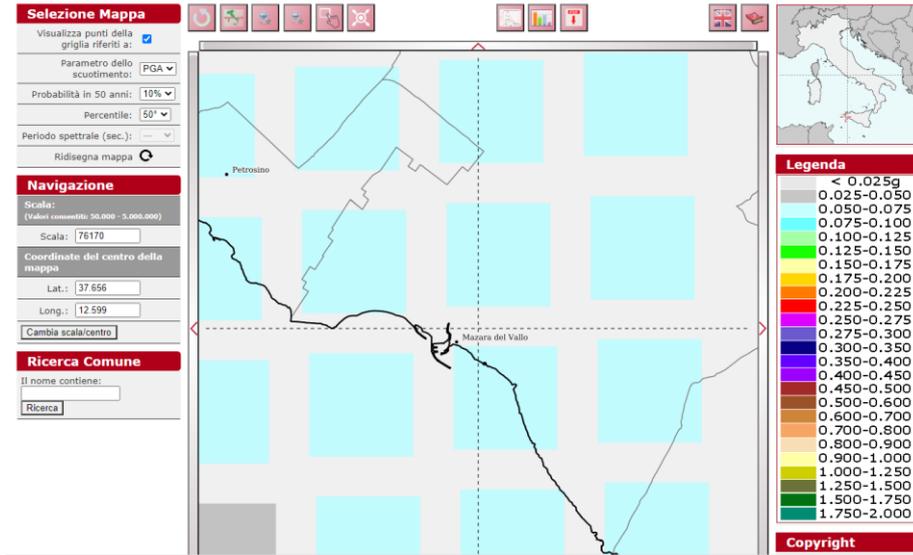
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

### Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3619, All.1b)  
 espressa in termini di accelerazione massima del suolo  
 con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni  
 riferita a suoli rigidi ( $V_{s0} > 800$  m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



### Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



## SISMICITA' DEL SITO

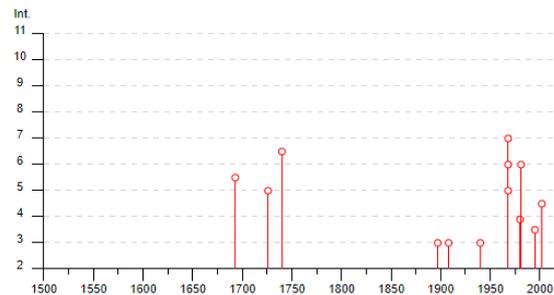
### Eventi sismici dal 1500 al 2020 nel comune di Mazara del Vallo e nelle vicinanze

#### Mazara del Vallo

PlaceID	IT_66236
Coordinates (lat, lon)	37.656, 12.596
Municipality (ISTAT 2015)	Mazara del Vallo
Province	Trapani
Region	Sicilia
No. of reported earthquakes	14



Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
5	1726	09	01	21	55		Tirreno meridionale	8	7-8	5.48
6-7	1740	06	13				Stretto di Sicilia	3	6-7	4.86
3	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale	85	5	4.52
3	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
NF	1910	01	25	08	27		Tirreno meridionale	34	5	4.48
3	1940	01	15	13	19	2	Tirreno meridionale	60	7-8	5.29
7	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41
6	1968	01	25	09	56	4	Valle del Belice	32	8	5.37
5	1968	02	12	16	26	0	Valle del Belice	14	6	4.66
F	1980	05	28	19	51	2	Tirreno meridionale	44	5-6	5.66
6	1981	06	07	13	00	5	Mazara del Vallo	50	6	4.93
3-4	1995	05	29	06	52	2	Isole Egadi	45	5	4.78
4-5	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale	132	6	5.92



▼ Customize the diagram

Minimum intensity:

Maximum intensity:

Minimum Year:

Maximum year:

Distance between years tick:



Osservazioni disponibili											
IS	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	Ae	Io	Mw	Rt	Rt1
7	1968	01	15	02	01	9	Valle del Belice	10	6.12	CFTI	BOA997
6-7	1740	06	13				Sciaccia	7-8	5.37	DOM	BAA996
6	1981	06	7	13			Mazara del Vallo	6	4.60	DOM	COS996
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia Orientale	11	7.41	CFTI	BOS981
5	1726	09	01	21	55		Palermo	8	5.61	CFTI	BOA997
4-5	2002	09	06	01	21	29	Palermo	6	5.89	INGVAM	AZA003
3	1908	12	28	04	20	27	Calabria Meridionale	11	7.24	CFTI	BOA997
3	1940	01	15	13	19	24	Golfo di Palermo	7-8	5.34	CFTI	BOA997

(da: DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 - Stucchi et alii. - 2007)

IS: intensità nel Comune x 10 (scala MCS).

Me, Gi, Or, Mi, Se: mese, giorno, ora, minuto e secondo di accadimento dell'evento sismico.

Ae: denominazione dell'area dove si sono verificati i massimi effetti.

Io: intensità epicentrale x 10 (scala MCS)

## **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Dall'analisi dei dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e geostrutturali descritti nelle varie parti di questo lavoro e sulla base dei dati sismici e geomeccanici riportati nei paragrafi della presente relazione, si possono trarre le seguenti conclusioni:

Al di sotto di uno strato di terreno alterato e di suolo agrario di spessore variabile da 0,00 - 0,50 metri circa, in alcune aree, si trova il litotipo fondazionale costituito da *calcareniti sabbiose* con buone caratteristiche meccaniche e in alcune aree (vedi carta geologica) *depositi terrigeni fluvio-deltizi costituiti da argille sabbiose, sabbie e conglomerati - Fm. Cozzo Terravecchia (Tortoniano sup.-Messiniano inf.)*, tali terreni sono in grado di sopportare con ampio margine di sicurezza il carico dell'opera in oggetto, dove la  $V_{s,eq}$  è di 654.71 m/s.

✓ La costruzione delle opere in progetto risultano compatibile con le caratteristiche morfologiche del sito di sedime, il quale non è interessato attualmente, da fenomeni di dissesto profondi e/o superficiali, né di tipo erosivo evolutivo;

✓ Per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del F. Arena (054). Tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica né da rischio idraulico, come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate.

✓ Pertanto, si ritiene che il sito è idoneo alla realizzazione dell'opera, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe.

✓ Dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC). Tale Natura 2000 è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una «rete») di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel



territorio dell'Unione stessa ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della direttiva «Habitat».

Da quanto sin qui esposto si evince che non vi sono caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche o litotecniche tali da risultare ostative alla realizzazione dell'opera, se non l'attenersi a soluzioni progettuali idonee. **Si rimanda al progettista per le scelte più opportune di propria competenza.**

✓ La strumentazione utilizzata per le analisi del microtremore sismico è stato utilizzato una stazione singola geofonica con tre geofoni, consistente in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 2), dove i risultati, elaborati con il software EASY HVSR della Geostru, hanno calcolato una velocità equivalente 654,71 m/s.

✓ **Dalla prova sismica nel sito in esame è stato possibile, ottemperando al D.M. 17/01/2018, di classificare il sito appartenente alla Categoria di Suolo "B"**

<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
----------	---

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo **T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ "** (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

### Coordinate geografiche del sito di progetto:

Decimali: Lat. 37.710164°; Long. 12.705076°

Gradi, Minuti, Secondi: Lat. 37°42'36.49"N; Long. 12°42'18.16"E

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N:

Coord. Est: 297712,06; Coord. Nord 4176151,82

Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di 0,15 <ag ≤ 0,25 g. Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica ag pari a 0,077 g, una Fo 2,509, un T\*c 0,311.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici, in questa fase, si consigliano i seguenti parametri estrapolati da una prova eseguita nei terreni adiacenti, **fermo restando di che in sede esecutiva va realizzata una campagna di indagini geognostiche in situ e delle prove di laboratorio.** Oltre una campagna di indagine sismiche, del tipo Masw e/o HVSR, in modo da coprire l'area dell'impianto.

### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Gibbs & Holtz	43,89



				1957	
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Gibbs & Holtz 1957	75,66

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Sowers (1961)	31,3
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Sowers (1961)	39,93

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Bowles (1982) Sabbia Media	13,14
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Bowles (1982) Sabbia Media	28,25

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,07
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11,28

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Meyerhof ed altri	17,55
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Meyerhof ed altri	18,67

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,52

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	11,8	0,60	11,8	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	42,62	0,80	42,62	(A.G.I.)	0,27

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)



Strato 1	11,8	0,60	11,8	Ohsaki (Sabbie pulite)	64,86
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Ohsaki (Sabbie pulite)	216,91

#### Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Ohta & Goto (1978) Limi	83,108
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Ohta & Goto (1978) Limi	122,222

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm <sup>3</sup> )
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Navfac 1971-1982	2,48
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Navfac 1971-1982	7,21

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Robertson 1983	2,31
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Robertson 1983	8,36

Tali parametri, sono sottoposti al calcolista, per il dimensionamento delle fondazioni.

⇒ *si raccomanda, nell'esecuzione dei lavori in oggetto necessari per le intenzioni progettuali, di adottare misure di sicurezza tali da garantire l'incolumità degli operatori;*

⇒ *In sede esecutiva si ritiene opportuno di eseguire delle prove geotecniche in situ e in laboratorio ed inoltre di eseguire delle prove sulle terre da scavo per la determinazione dei parametri chimico-fisiche. Da dati acquisiti e dal sopralluogo non sono emersi elementi che fanno presupporre situazione di inquinanti sui terreni. Si ritiene, di approfondire con prelievo di campioni in situ ed analisi di laboratorio, in sede esecutiva.*

⇒ *Infine, necessaria la presenza dello scrivente in sede esecutiva, al fine di verificare la stratigrafia dei terreni di tutto lo spazio areale interessato per la realizzazione dell'opera.*

*Le considerazioni espone nel contesto della presente relazione consentono di definire all'atto dell'indagine la idoneità dell'area di progetto ai fini della realizzazione di quanto in progetto, nel pieno rispetto degli equilibri esistenti.*

Montevago, 20 maggio 2022

Dr. Geologo Leonardo Mauceri



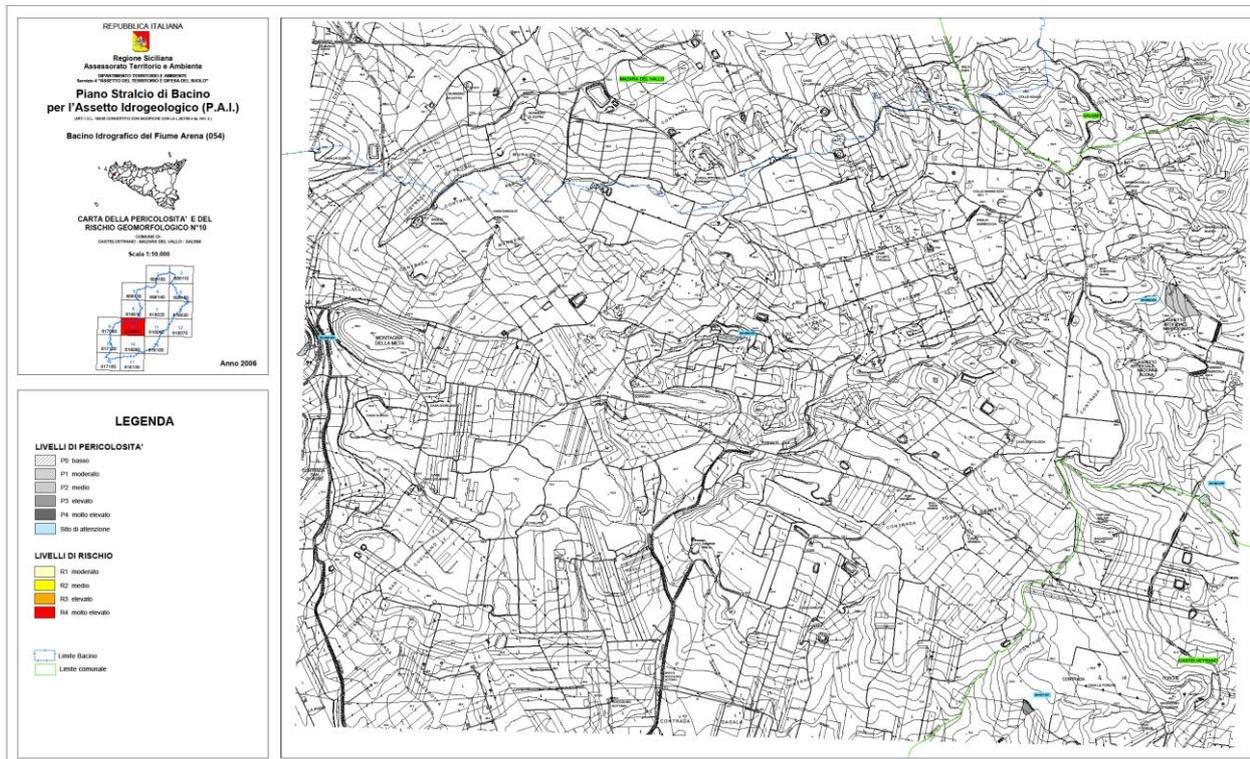
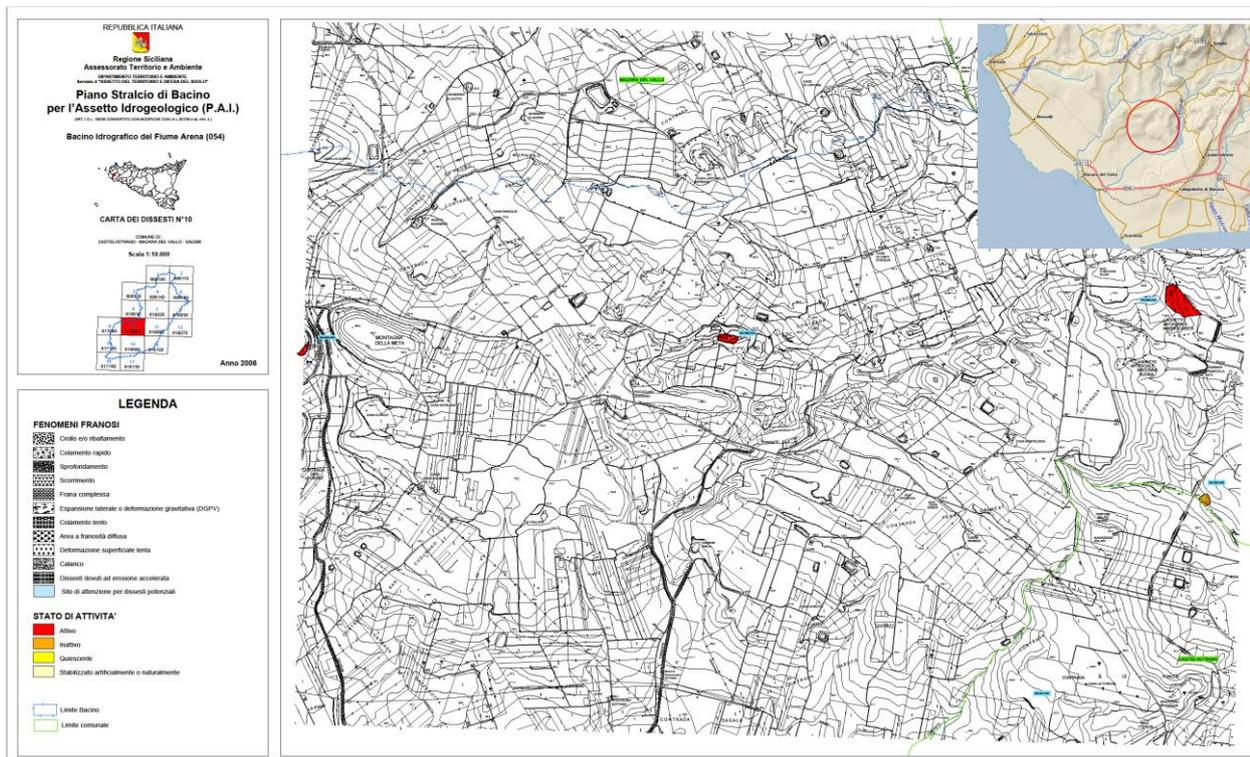
Comune di Mazara del Vallo (TP)

**RELAZIONE  
GEOLOGICO-TECNICA  
E GEOFISICA**

***ALLEGATI***



# CARTE DEL P.A.I.





## RELAZIONE SISMICA

**OGGETTO:** Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV01-Garufò"*.

### **Cenni sulla teoria della tecnica HVSR**

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo  $V_{s30}$  attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.



Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

La presente è stata redatta in ottemperanza al **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018 (Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008), che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. In particolare è stata eseguita una prospezione sismica con il metodo HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle onde Vs a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie.

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) è stata eseguita per risalire al valore del Vs,eq e la frequenza di risonanza dei terreni, e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell'area con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento al fine di una progettazione sismica delle strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremiti che sono sempre presenti sulla



superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali (attività antropiche).

La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 1).

#### - SPECIFICHE TECNICHE -

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello
- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

#### - Specifiche geofoni -

- Frequenza naturale:  $2 \pm 0,75$  Hz
- Resistenza della bobina a  $25^\circ \text{C} \pm 5\%$ : 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a 3810 Ohm  $\pm 10\%$ : 2 V / in / sec
- Massa  $\pm 5\%$ : 23 g

Fig. 1



Sensore sismico 3D da superficie, frequenza geofoni 2 hz, contenitore in alluminio, piedini di supporto per utilizzo su pavimentazione o infissione nel terreno, bolla di livellamento, maniglia di trasporto.



SYSMATRACK  
Sismografo 12 canali, espandibile a 24, risoluzione 24 bit, con batteria integrata

L'elaborazione sismica è stata fatta con il software Easy HVSR della GEOSTRU che permette l'analisi del rapporto spettrale dei microtremiti con registrazioni a stazione singola. La semplicità d'uso e la velocità di esecuzione dei calcoli, consente di ottenere risultati immediati nella stima di: frequenza di risonanza, profilo stratigrafico e velocità delle onde di taglio equivalente Vs30. Il tutto secondo le direttive suggerite dal progetto SESAME.

Il software importa file *SEG2*, *SAF* e *ASCII*.

#### Personalizzazione dell'analisi:

E' possibile scegliere i vari modi in cui trattare i dati, scegliendo i metodi più opportuni per la somma direzionale delle tracce nelle direzioni orizzontali, per il lisciamiento dati e per la banda di frequenza da analizzare.

Tra le somme direzionali a disposizione è infatti possibile scegliere dalla più semplice media aritmetica alla media quadratica o geometrica. Tra i metodi per il lisciamiento dei dati, suggeriti dal progetto SESAME, si possono scegliere: Konno & Ohmachi, Triangolare costante e Triangolare proporzionale. Si possono scegliere le finestre temporali da includere ed escludere semplicemente con un segno di spunta, vedendo in tempo reale le variazioni delle modifiche apportate. Il tutto supportato dalla possibilità' di filtrare i dati in input automaticamente.



### **Visualizzazione dei dati:**

Tutti i risultati vengono rappresentati in grafici personalizzabili. I grafici a disposizione sono: le tracce nelle tre direzioni in analisi con la rappresentazione delle finestre temporali scelte; lo spettro medio delle tracce;

la mappa per la verifica della stazionarietà della registrazione; la mappa per la verifica dell'isotropia direzionale della registrazione; il rapporto spettrale H/V con il suo intervallo di fiducia con la possibile sovrapposizione

della curva dell'ellitticità di più modelli stratigrafici non solo del modo fondamentale ma anche di quelli superiori; la rappresentazione grafica del profilo stratigrafico; il profilo delle velocità associato alla stratigrafia.

### **Risultati:**

Permette di valutare in automatico una prima stima del modello stratigrafico che meglio approssima il comportamento spettrale H/V registrato in situ ed analizzato per poi 'sintonizzarlo' ed affinarlo con maggiore rapidità. Si ottiene così, oltre che la frequenza naturale di vibrazione della stratigrafia tipica della tecnica HVSR, l'immediata valutazione del Vs30 e del profilo delle velocità delle onde di taglio del modello stratigrafico ipotizzato. Sul grafico del rapporto spettrale H/V sono quindi visibili, oltre che la stessa curva H/V con il suo intervallo di fiducia, tutte le curve dell'ellitticità' dei vari modi di ciascun modello stratigrafico che l'utente può decidere di aggiungere. In questo modo si possono mettere a confronto le differenze da un punto di vista qualitativo, e va ad aggiungersi anche un confronto quantitativo con la stima della funzione di disadattamento tra la curva dell'ellitticità 'fondamentale' e quella del rapporto spettrale H/V. Il tutto corredato dalle verifiche sull'affidabilità della curva H/V e del suo picco suggerite dal progetto SESAME.

### **Dati generali**

Nome progetto: Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora*. Impianto "**FV01-Garufò**".

Committente: SeaWindPower

Cantiere: Mazara del Vallo (TP)

Località:

Operatore: geol. Leonardo Mauceri

Responsabile: geol. Leonardo Mauceri

Data: 19/04/2022 00:00:00

Zona:

Lat. 37.710164°; Long. 12.705076°

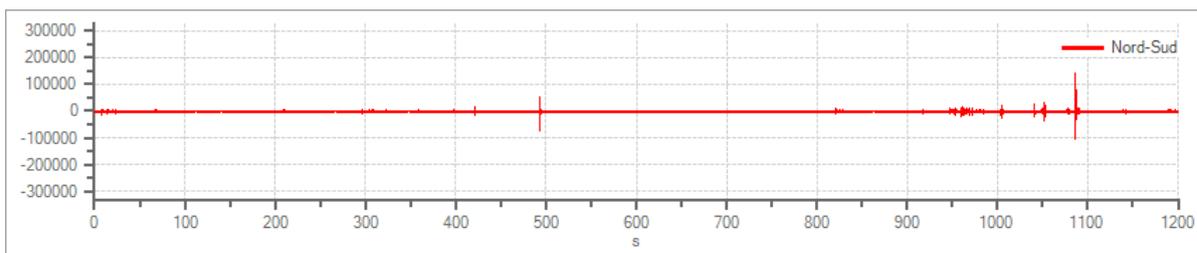


## Tracce in input

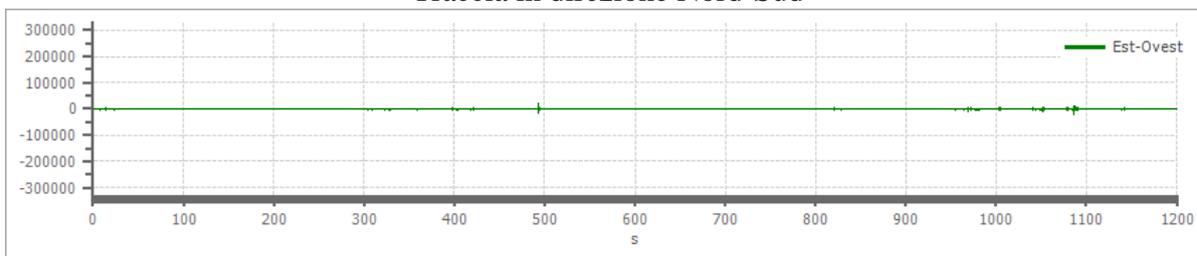
### Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3  
Durata registrazione: 1200 s  
Frequenza di campionamento: 250.00 Hz  
Numero campioni: 300000  
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

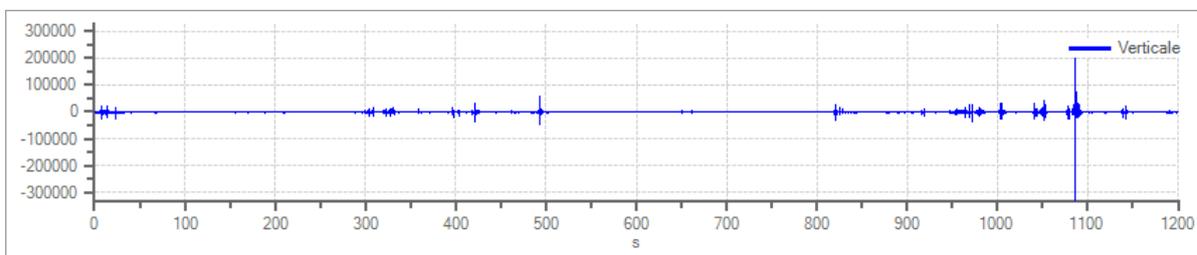
### Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

## Finestre selezionate

### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59  
Numero finestre incluse nel calcolo: 59  
Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi  
Percentuale di lisciamiento: 5.00 %  
Coefficiente di banda: 10.00

### Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa

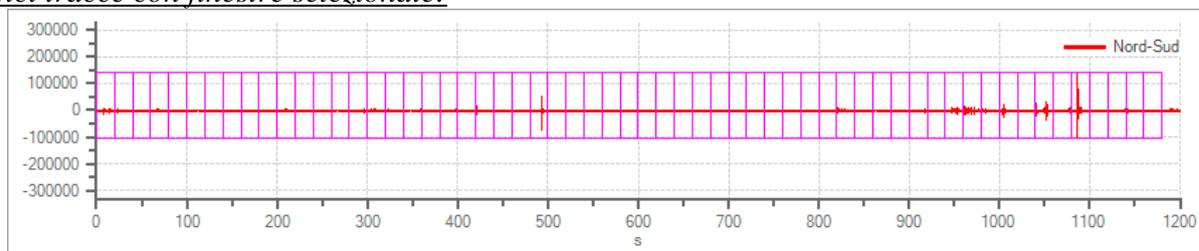


2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa

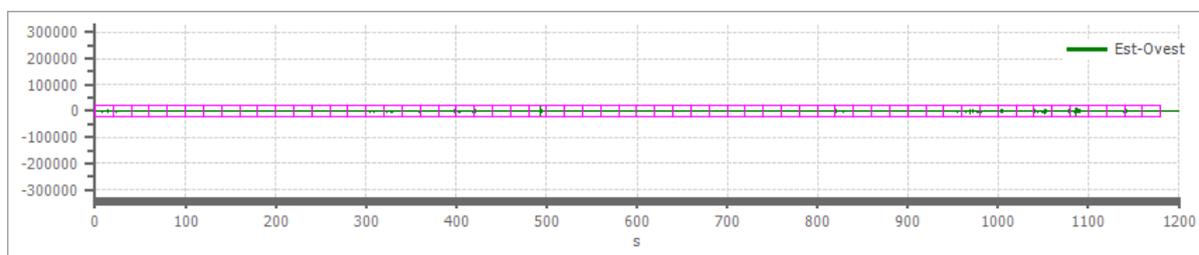


53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa

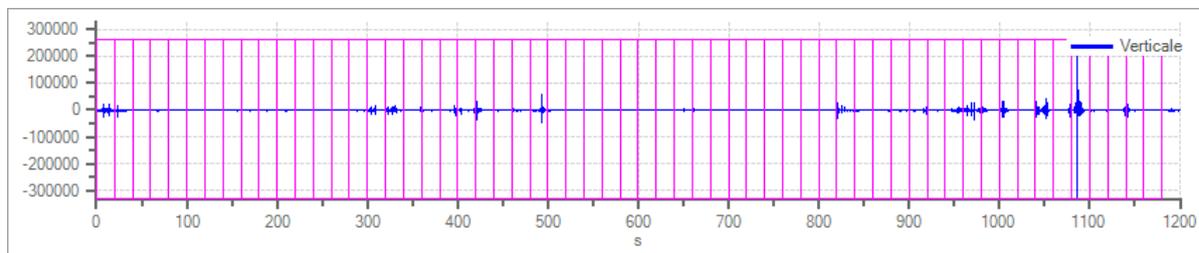
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

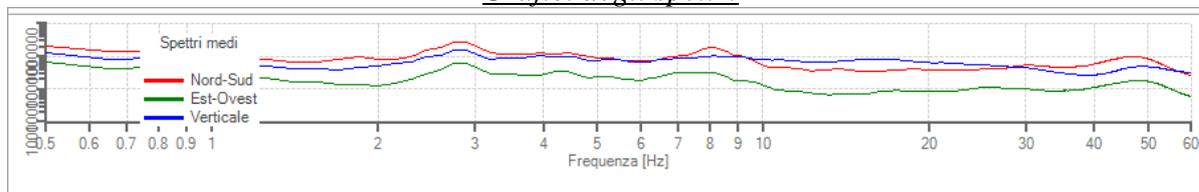


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni

## Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 60.00 Hz  
Frequenza minima: 0.50 Hz  
Passo frequenze: 0.15 Hz  
Tipo lisciamo: Konno & Ohmachi

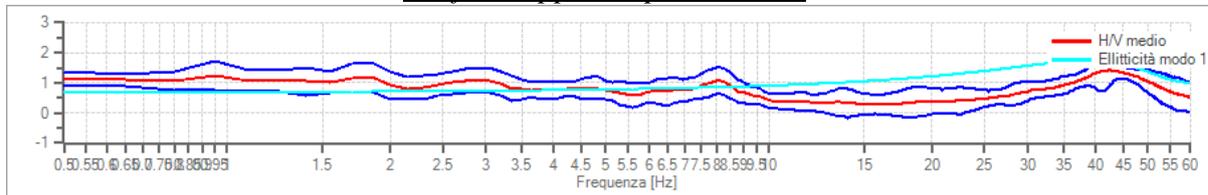


Percentuale di lisciamento: 5.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

**Risultati:**

Frequenza del picco del rapporto H/V: 42.35 Hz  $\pm$  0.38 Hz

*Grafico rapporto spettrale H/V*



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

**Verifica**

$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

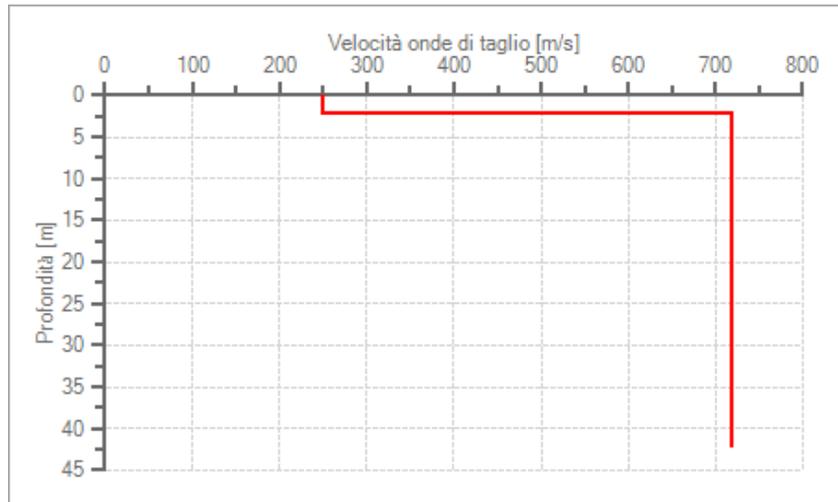
**Modello stratigrafico**

Dati riepilogativi:

Numero strati: 3  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 38.90 Hz  
 Valore di disadattamento: 0.95  
 Valore Vseq: 654,71 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.4	18	0.3	100
2	0.4	2.1	18	0.3	340
3	2.1	60	18	0.3	740



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

## Indice

Cenni tecnica HVSR	.2
Dati generali	.3
Tracce in input	.3
Grafici tracce	.3
Finestre selezionate	.4
Tabella finestre	.4
Grafici tracce con finestre selezionate	.5
Grafici degli spettri	.6
Mappa stazionarietà	.6
Mappa direzionalità	.6
Rapporto spettrale H/V	.7
Grafico H/V	.7
Verifiche SESAME	.7
Modello stratigrafico	.8
Grafico Profilo velocità	.8
Indice	.9



# **RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

**IMPIANTO  
FV03 – GRIMESI 2**



Dr. Geol. Leonardo Mauceri  
Geologia - Geotecnica - Geologia ambientale  
Ricerche idriche - Geologia applicata  
Studio: Via Olanda, 15 92010 Montevago (AG)  
Tel/fax 0925/38573 cell. 347/3552528-338/3059800  
e-mail: [geologomauceri@gmail.com](mailto:geologomauceri@gmail.com)  
[info@maucerigeologo.it](mailto:info@maucerigeologo.it)  
Pec: [geologomauceri@epap.sicurezza postale.it](mailto:geologomauceri@epap.sicurezza postale.it)  
[www.maucerigeologo.it](http://www.maucerigeologo.it)

Progettazione: **SeaWindPower**  
via A. Ognibene 107 - 92013 - Menfi - Agrigento - Italy  
[seawindpowersrls@gmail.com](mailto:seawindpowersrls@gmail.com) - [seawindpower@pec.it](mailto:seawindpower@pec.it)

Proponente: **Solar Tier S.r.l.**

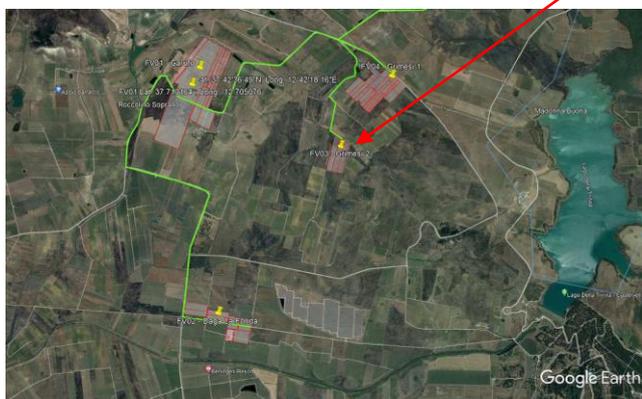
**OGGETTO:** Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV03 - Grimesi 2"*.

### PREMESSA

Il sottoscritto dott. *Geologo Leonardo Mauceri*, iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia con il n° 1460 Sez. A, con Studio Geologico nella Via Olanda n° 15 in Montevago, ha redatto la presente relazione geologico-tecnica, geofisica, geomorfologica ed idrogeologica sul terreno interessato dal "Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV03 - Grimesi 2"*, sito nel territorio di Mazara del Vallo (TP) (Fig. 1).



Fig. 1





Scopo prioritario dell'indagine eseguita è stata quella di determinare le caratteristiche *geomorfologiche, geologiche, geofisiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche*, dei terreni presenti nell'area progettuale, individuandone nello stesso tempo la loro idoneità statica e le caratteristiche di permeabilità dei terreni dove verrà installato l'impianto FV.

Lo studio è stato condotto sia mediante ricognizioni di superficie, avvalendosi dei dati raccolti in precedenti lavori effettuati sulla stessa facies Petrografica, sia eseguendo una campagna geognostica diretta, con l'esecuzione di uno scavo con escavatore meccanico spinto fino alla profondità di 1,50 metri, allo scopo di caratterizzare la natura del terreno di fondazione e stimarne le caratteristiche geotecniche.

Si è reso necessario verificare anche, se l'area in cui verrà realizzato quanto in progetto, rientra nei vincoli delimitate ai sensi del **D.A. n° 298/41 del 4/7/2000 Piani Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico**.

La presente è stata adeguata al **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018** (*Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008*), che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. In particolare è stata eseguita una prospezione sismica con il metodo *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)*, metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle onde  $V_s$  a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie.

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)* è stata eseguita per risalire al valore del  $V_{s,eq}$  e la frequenza di risonanza dei terreni, e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell'area con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento al fine di una progettazione sismica delle strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali (attività antropiche).



La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. A).

**- SPECIFICHE TECNICHE -**

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello
- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

**- Specifiche geofoni -**

- Frequenza naturale:  $2 \pm 0,75$  Hz
- Resistenza della bobina a  $25^\circ\text{C} \pm 5\%$ : 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a  $3810\text{ Ohm} \pm 10\%$ :  $2\text{ V} / \text{in} / \text{sec}$
- Massa  $\pm 5\%$ : 23 g

Fig. A



Sensore sismico 3D da superficie, frequenza geofoni 2 hz, contenitore in alluminio, piedini di supporto per utilizzo su pavimentazione o infissione nel terreno, bolla di livellamento, maniglia di trasporto.



SYSMATRACK  
Sismografo 12 canali, espandibile a 24, risoluzione 24 bit, con batteria integrata

Dalla raccolta e dall'elaborazione dei dati acquisiti è stato possibile fornire, per quanto di specifica competenza, tutte le informazioni utili per una opportuna verifica e scelta delle soluzioni progettuali da adottare.

**INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO**

L'area in esame, dal punto di vista topografico, è compresa nella tavoletta, in scala 1:25.000, "CASTELVETRANO", F° 257 II S.O. della Carta d'Italia edita dall'IGM, e nella C.T.R. n. 618050 in scala 1:10.000, nel Territorio del Comune di Mazara del Vallo (Fig. 1 e Fig. 3), a circa 12 Km a nord-est dall'Abitato di Mazara del Vallo, a 2 km dal lago della Trinità in direzione ovest e circa 4 Km a nord-ovest da Castelvetro in corrispondenza di un'area pianeggiante, all'interno di un lotto di terreno che si trova ad una quota di circa 150 m s.l.m. (fig.1, fig. 2, fig. 3).

L'area è raggiungibile da Mazara del Vallo percorrendo da Via Salemi la strada provinciale SP50 in direzione di Via Renato Guttuso, fino alla destinazione.

I lineamenti morfologici sono in stretta relazione con le caratteristiche geologiche dei terreni affioranti.



Fig. 2 – Stralcio IGM scala 1:25.000 - F° 257 II S.O. Tav. “Castelvetrano”

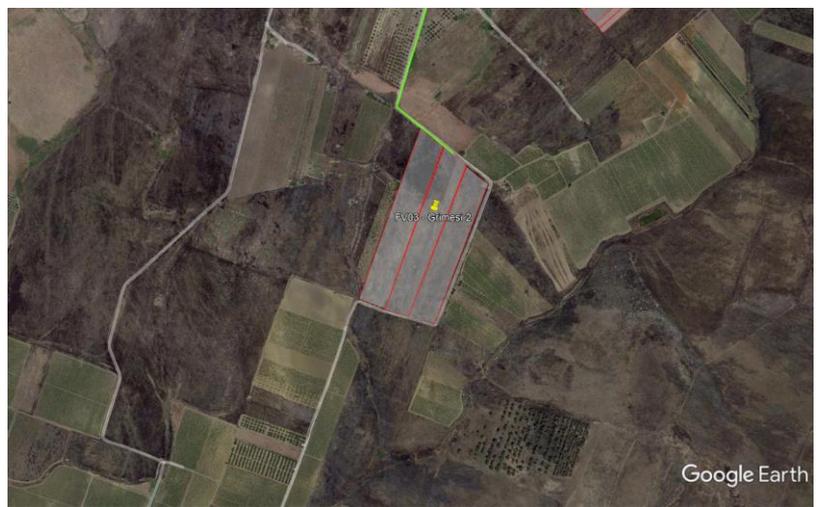
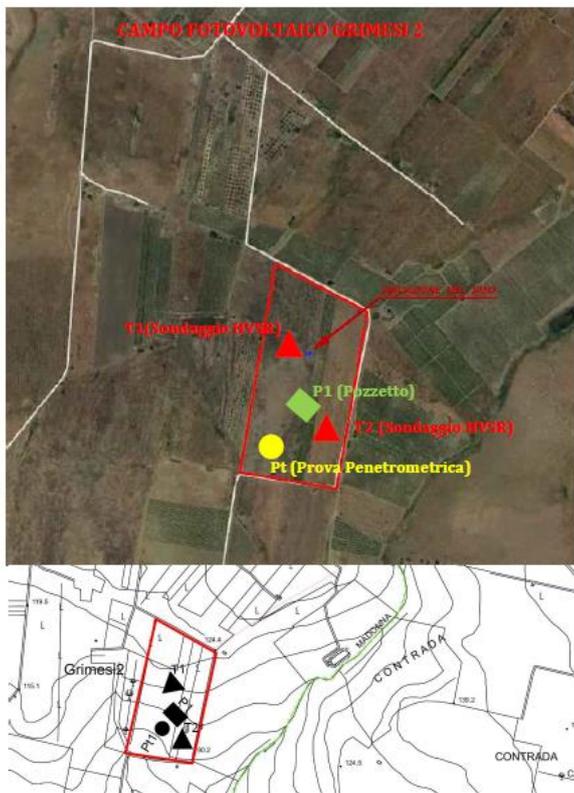


Fig. 3

Geomorfologicamente l'area è caratterizzata dalla presenza di diversi ordini di terrazzi marini (D'Angelo, Vernuccio, 1996) ad andamento sub-pianeggiante che sono il risultato delle ripetute azioni del mare nel Quaternario, a luoghi interrotti da solchi e incisioni naturali, che con pendenze molto blande, si sviluppano dalla linea di costa verso l'interno, che nelle aree più interne si contrappongono a morfologie di tipo collinare, con rilievi modesti e pendenze molto blande. Verso le aree più interne affiorano terreni a prevalente componente argillosa caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato, costituiti da



argille e argille sabbiose della Formazione Terravecchia e dai depositi di fondovalle di origine fluviale.

Tali litologie sono ricoperte da una coltre di alterazione di natura limo sabbiosa e di suolo agrario dello spessore variabile da pochi centimetri a 1,00 m circa.

Le pendenze sono molto modeste sia in corrispondenza degli affioramenti calcarenitici, sia in corrispondenza degli affioramenti argillosi, caratterizzati da versanti con forme blande e mammellonari.

Il rilievo di superficie e le indagini dirette in loco, ci permettono di avere delle buone garanzie, allo stato attuale, circa la stabilità dell'area all'interno della quale deve essere realizzata l'opera in progetto.

Quindi, l'assetto morfologico esistente allo stato attuale è tale da non indurre nessuna preoccupazione circa la stabilità dell'area indagata.

La rete idrografica è rappresentata da una serie di impluvi che confluiscono nel Fiume Delia, che nel tratto finale prende il nome di Fiume Arena e sfocia nel mare Mediterraneo da Mazara del Vallo.

Nel tratto centrale del fiume, a Nord Ovest di Castelvetro, una diga in terra ha dato origine al Lago della Trinità. Tale corso d'acqua ha un regime idrologico di tipo torrentizio, con deflussi superficiali esigui o del tutto assenti nei periodi estivi.

Infine, per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Arena (054) (Fig. 4), tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica nè da rischio idraulico, mentre in parte è interessata da rischio da esondazione per ipotetico collasso della Diga Trinità, *come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate* (Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7).

## **Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 e ss. mm. ii.)

### **Bacino Idrografico del Fiume Arena (054)**



Fig. 4



Pertanto, si ritiene il sito idoneo alla realizzazione delle opere, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe. Inoltre, dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC). (Fig. 7)

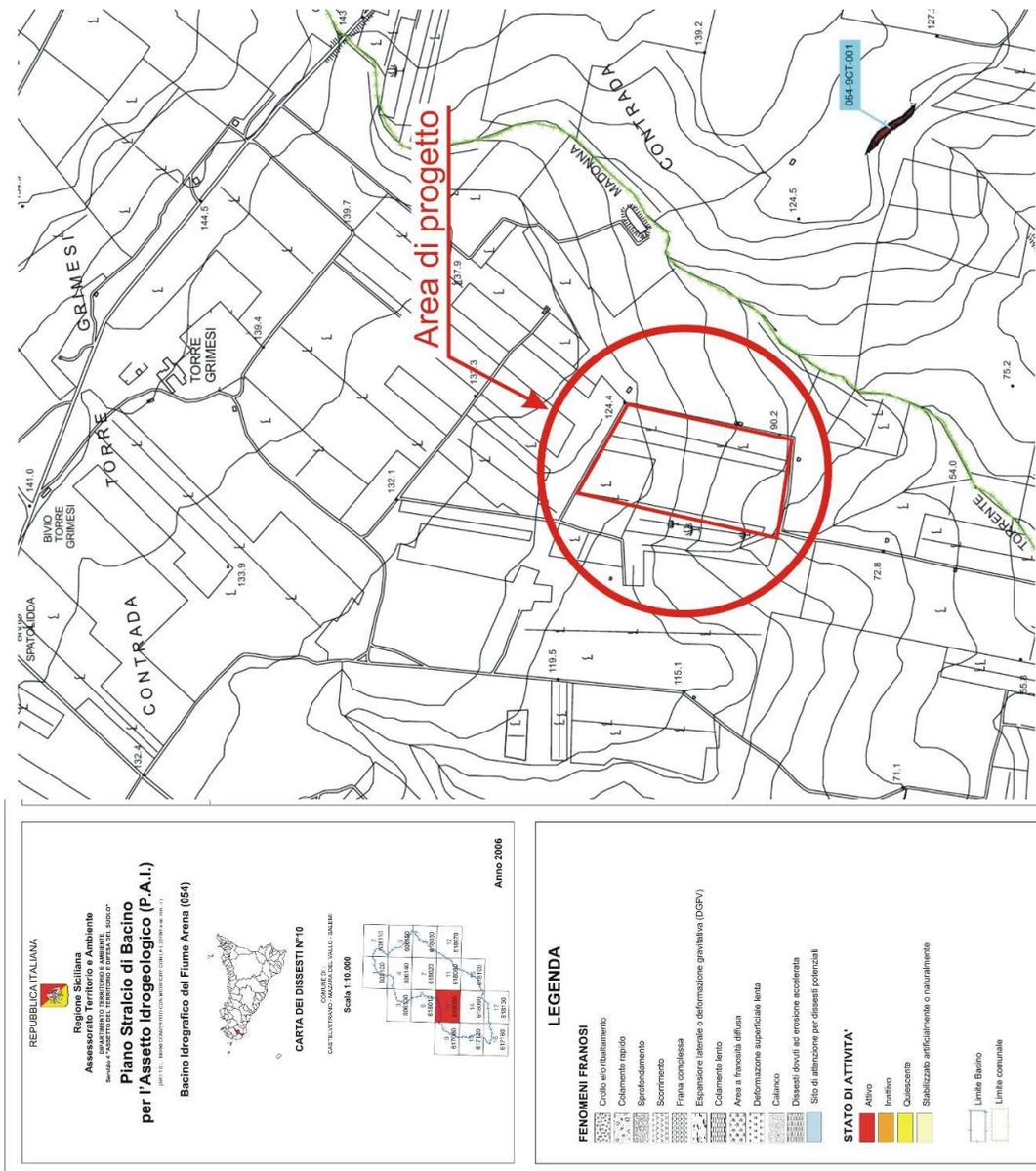


Fig. 5

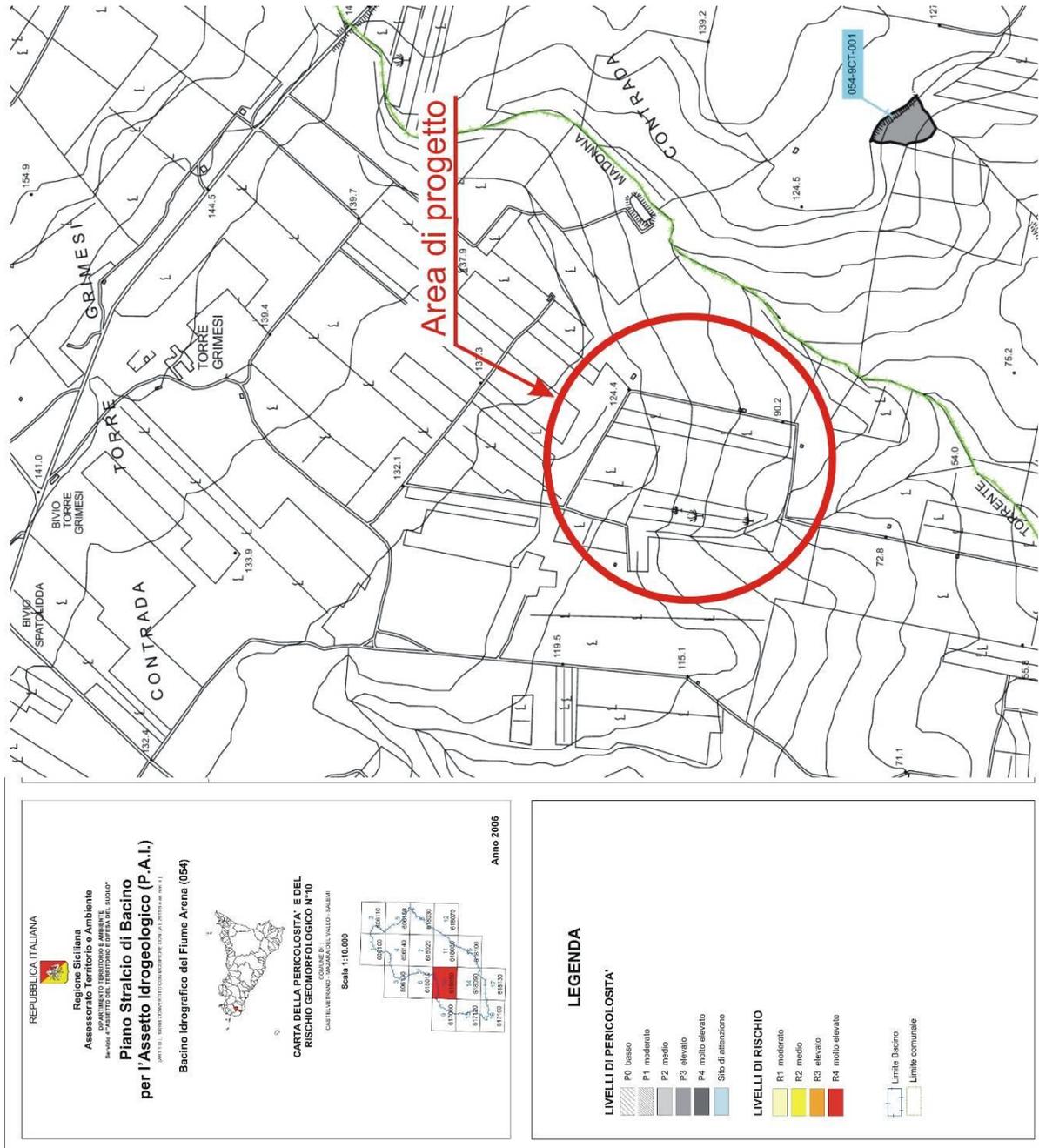


Fig. 6

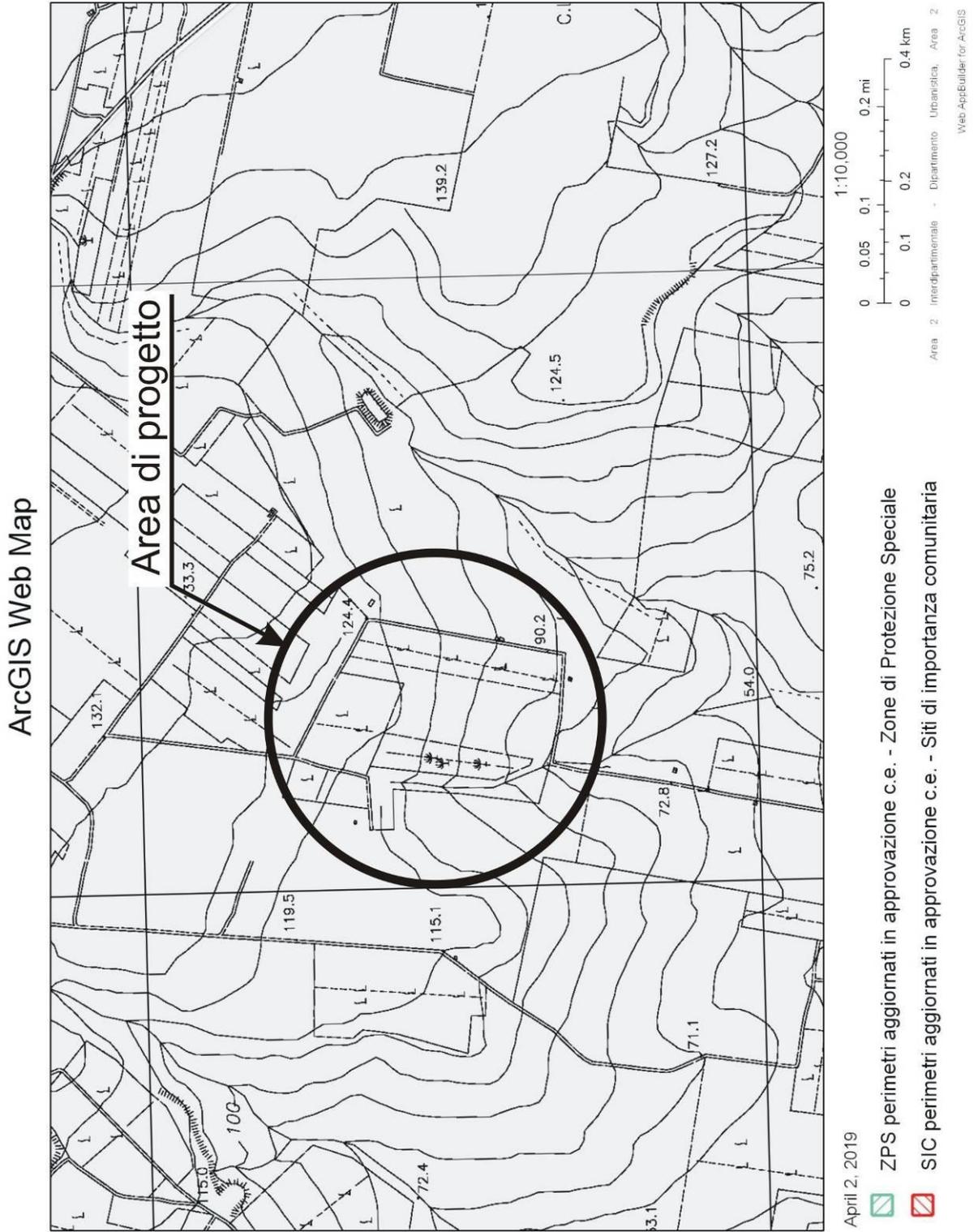


Fig. 7



## **GEOLOGIA ed IDROGEOLOGIA**

Al fine di ricostruire la locale serie stratigrafica è stato eseguito un rilevamento geologico di superficie sui terreni interessati dal progetto ed opportunamente esteso alle aree limitrofe. Dal rilevamento di superficie è emerso che affiorano i seguenti termini litostratigrafici rappresentati nella carta geologica (fig. 8) e che dall'alto verso il basso, sono così descritti:

1. *Sintema di Capo Plaia: depositi di fondovalle costituiti da ciottoli eterometrici e poligenici, sabbie e ghiaie in matrice limo-sabbiosa, depositi colluviali, fluviali, eolici e palustri successivi all'ultima glaciazione (Olocene);*
2. *Sintema di Barcarello: Depositi marini di ambiente litorale che si rinvencono nella fascia costiera, costituiti da calcareniti, calciruditi bioclastiche con Strombus Bubbonius, Patella Ferruginea, Echinidi e Coralli, con livelli sabbiosi a stratificazione incrociata, passanti lateralmente a sabbie e suoli rimaneggiati con livelli a ciottoli allineati e gusci di gasteropodi terrestri - Pleistocene sup. - (Tirreniano)*
3. *Sintema di Borromia - Conglomerati fluvio-lacustri: Ciottoli poligenici arrotondati in matrice sabbioso-ghiaioso rossastra. Argille e argille sabbiose con ciottoli e lenti di sabbia (Pleistocene medio-sup.);*
4. *Sintema di Paceco: Sabbie sciolte ed arenarie a stratificazione incrociata e parallela. Passano verso l'alto a conglomerati e sabbie cementate con locali intercalazioni di calcareniti giallastre e microconglomerati rossastri (Pleistocene medio-sup.);*
5. *Sintema di Marsala conglomerati, calcareniti bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolari di conglomerati, Luoghi presenza di lenti Sabbioso argilloso contenenti fossili - Pleistocene inferiore (Emiliano - Siciliano);*
6. *Formazione marnoso arenacea del Belice: Argille e marne più o meno sabbiose di colore bianco sporco o giallastro con brachiopodi, lamellibranchi e foraminiferi planctonici (Pliocene sup.);*
7. *Trubi: Calcari biancastri teneri e marne bianco-grigiastre a foraminiferi planctonici (Pliocene inf.);*
8. *Fm Pasquasia: Alternanze di gessi selenitici in strati centimetrici ed argille gessose, gessi in lame millimetriche (Balatino), gessi saccaroidi, gessareniti ed argille gessose (Messiniano sup.);*
9. *Formazione Baucina: Calcareniti bioclastiche ricche di gusci e di frammenti di bivalvi cementate, in strati di circa 30 cm di spessore con livelli marnoso sabbiosi e calcari in strati massivi, caratterizzati dalla presenza di biolititi a coralli coloniali del genere porites e gusci di bivalvi ben conservati (Messiniano Inferiore);*

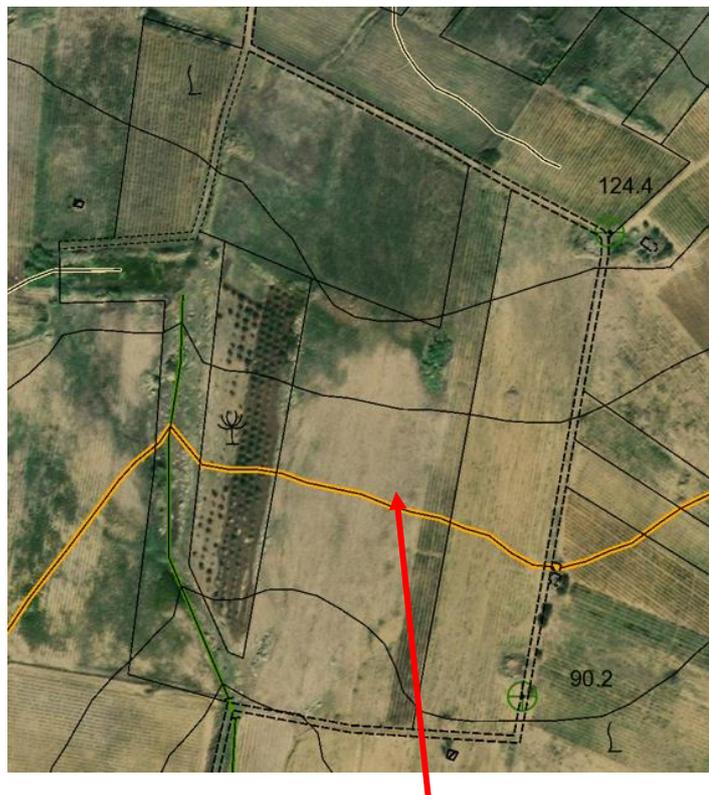


10. *Formazione Terravecchia - facies argillo-marnoso-siltosa, con livelli sabbioso-argillosi: Argille e argille sabbiose grigio verdastre e argille grigie e di colore tabacco in superficie per alterazione, con foraminiferi planctonici, argille marnose biancastre ricche di globigerina e cristalli isolati di gesso, Oligocene inferiore - Miocene medio (Langhiano).*

Nel sito di progetto ricadono le sabbie e sabbie limose, con intercalazioni calcarenitiche a vario grado di cementazione, riferibili al *Sistema di Marsala - Pleistocene inferiore (Emiliano - Siciliano)* e le argille e limi con livelli sabbiosi e ghiaiosi (*Oligocene inf.-Miocene medio*).

Idrogeologicamente le litologie affioranti, in relazione alla percentuale di sabbia in esse contenuta, hanno permeabilità da media a bassa di tipo primario per porosità e secondaria per fratturazione nel caso delle calcareniti cementate.

Dal punto di vista progettuale, considerate le caratteristiche dei terreni, attenzione particolare dovrà essere dedicata alla opportuna previsione di sistemi di drenaggio e smaltimento delle acque superficiali a tergo delle opere da realizzare.



Ortofoto con area progettuale



## Carta geologica scala 1:10.000



INDIADRAMENTO PROVINCIALE - PROVINCIA DI TRAPANI  
Comune di Marsala del Valle

### Legenda

#### Sintema di Marsala



conglomerati, calcareniti bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolari di conglomerati, a luoghi presenza di lenti sabbioso argilloso contenenti fossili Pleistocene inferiore (Emiliano - Siciliano)



Argille e limi-sabbiosi con livelli sabbiosi e ghiaiosi Oligocene inferiore - Miocene medio (Langhiano)



Area di progetto

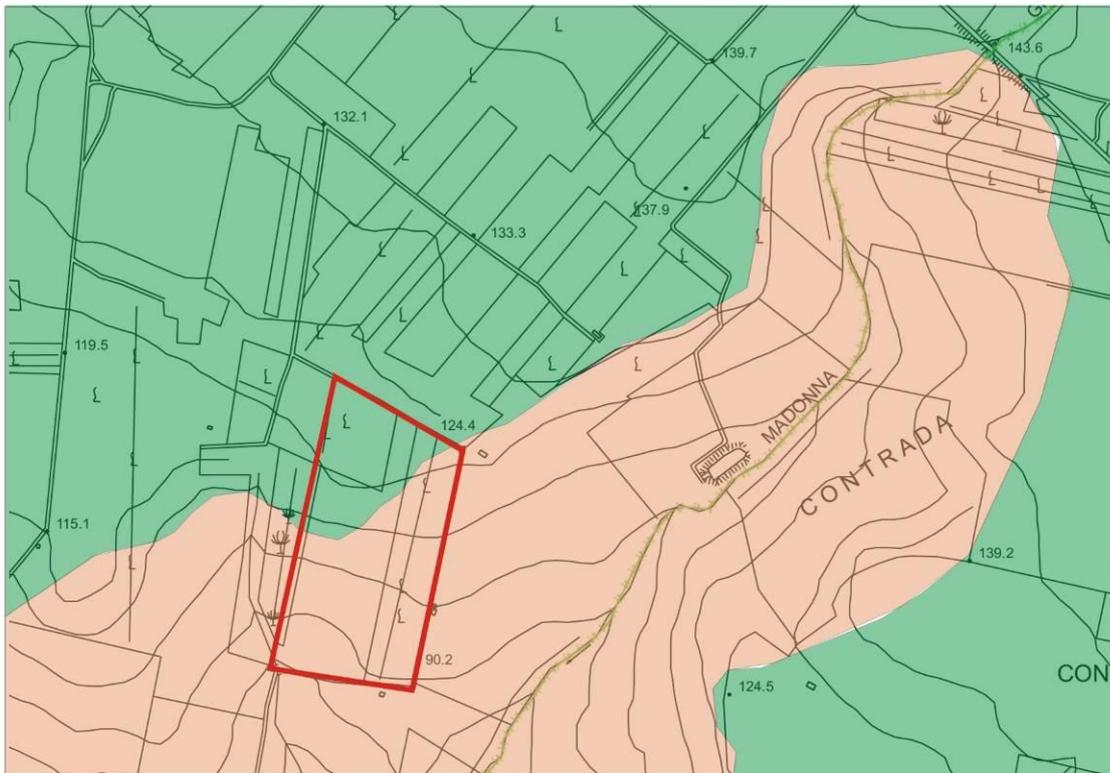


Fig. 8



## **INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU e CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI**

Per ricostruire la stratigrafia puntuale nell'area di progetto e caratterizzare il piano di sedime sul quale verrà realizzata l'opera, sono state eseguite le seguenti indagini ubicate nella ortofoto di fig. 3 e nella planimetria di Fig. 9:

✓ *N.1 pozzetto geognostico con escavatore meccanico, spinti fino alla profondità di 1,50 metri dal p.c.;*

✓ *N.1 prova penetrometrica dinamica continua tipo DPM;*

✓ *N.2 indagine sismica col metodo "HVSR".* Tale metodo studia i microtrempi derivati dal rumore sismico ambientale mediante la tecnica dei rapporti spettrali spettrale tra le componenti del moto orizzontale e le componenti del moto verticale (H/V) meglio conosciuto come o HVSR, per la determinazione mediante le onde trasversali S del parametro  $V_{s,eq}$  (in m/s), necessario per potere catalogare il suolo di fondazione ai sensi del D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" - tab 3.2.II" e per definire la potenza dei vari orizzonti più stratigrafici più profondi.

### **Pozzetto geognostico**

Il pozzetto geognostico eseguito con escavatore meccanico denominato Pozzetto1, ricadente all'interno del sito di progetto, ha evidenziato la seguente successione stratigrafica a partire dal piano di campagna:

#### **Pozzetto geognostico 1**

- *da 0,00 m a 1,00 m dal piano di campagna: Terreno vegetale di colore bruno-nerastro, di natura limo-sabbioso;*

- *da 1,00 m a 1,50 m dal piano di campagna: Alternanza di sabbie e calcareniti giallastre cementate.*

Di seguito si riporta la colonna stratigrafica (Fig.10).

Duranti gli scavi, all'interno dei pozzetti geognostici non è stata riscontrata presenza d'acqua (Foto 1, Foto 2).

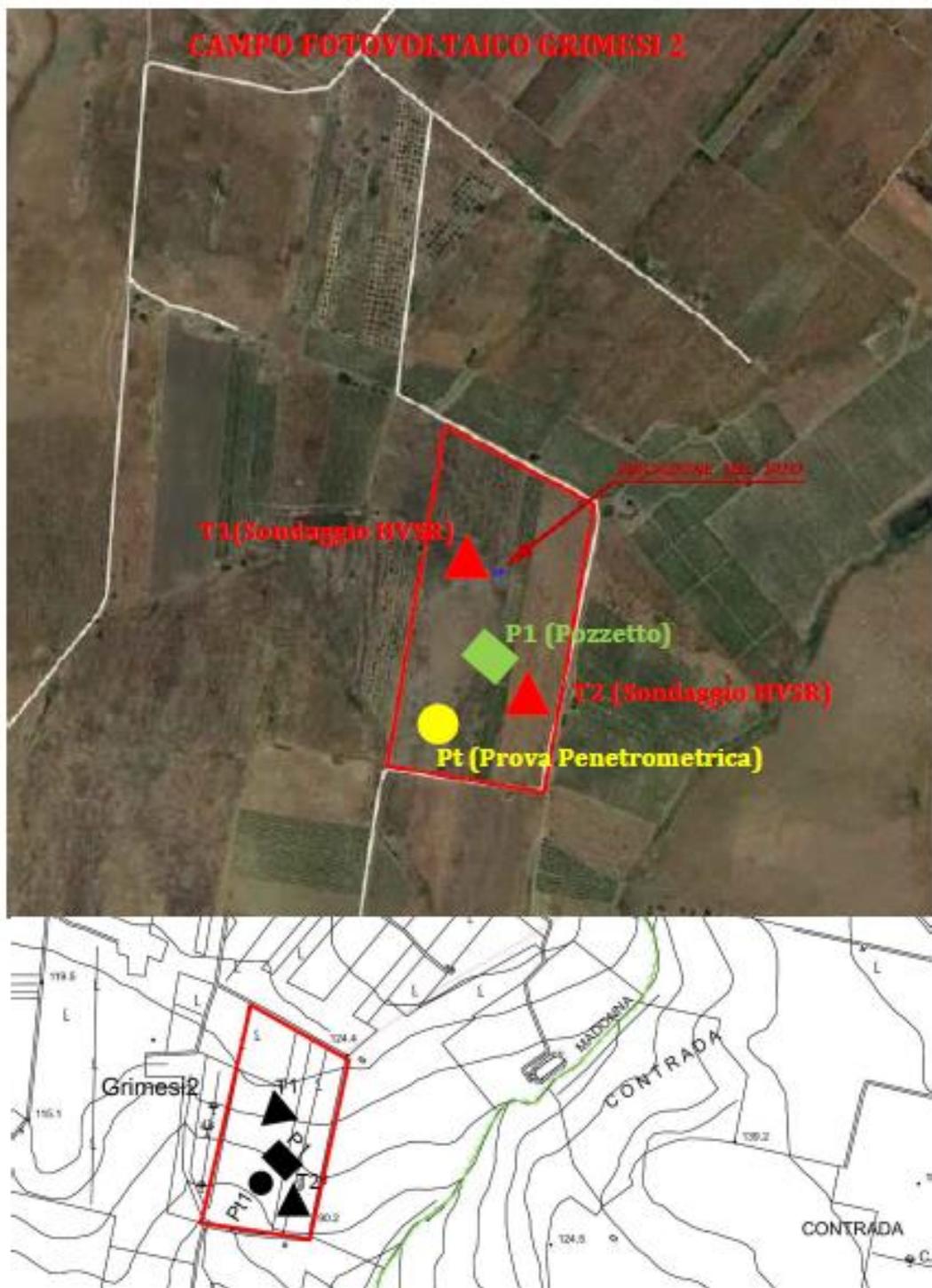


Fig. 9 - Planimetria con ubicazione indagini FV03 – Grimesi 2



Foto 1 - Sondaggio S1 (Pozzetto P1) Grimesi 2



Foto 2 - Sondaggio S1 (Pozzetto P1) Grimesi 2



Di seguito si riporta la colonna stratigrafica (Fig.10).

COLONNA STRATIGRAFICA

Sindacato Pozzetto1		Quota piano di campagna (m s.m.) 150,00	Tipo di indagine Pozzetto geognostico		Coordinate X Y		Data 16/02/2019		
Località Mazara del Vallo (TP)		Comittente							
Oggetto dei lavori Progetto per la realizzazione di un campo fotovoltaico denominato "GRIMES2"							Trivella tipo Escavatore meccanico		
Scala (m)	Litologia	Descrizione		Quote	Campioni	Metodo Perforazione	Presenza Falda	Note	
1		Terreno vegetale di colore nerastro							
		Sabbie e calcareniti cementate di colore giallastro		1.00					
2				1.50					
3									

Fig.10 – Colonna stratigrafica del Pozzetto Geognostico P1



### **Sondaggio penetrometrico dinamico continuo DPM**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica per tratti consecutivi, misurando il numero di colpi necessari.

Il test di resistenza penetrometrica dinamica (DPM) eseguito a quota fondazione, ha consentito di determinare lo stato di consistenza in situ dei tipi litologici costituenti il substrato dell'area interessata.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico "Dynamic Probing della GeoStru Software" che 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*.

I risultati forniti dall'indagine hanno consentito la caratterizzazione del sottosuolo, dal punto di vista dei rapporti geometrici e stratigrafici e dal punto di vista geotecnico.

Le caratteristiche dello strumento sono:

- maglio battente a caduta libera del peso di Kg. 30.
- peso aste di acciaio Kg. 2,90 ml.
- diametro delle aste 2.00 cm.
- punta conica a perdere con angolo di penetrazione 60°.
- altezza di caduta libera del maglio 20 cm. (costanti).

La prova penetrometrica dinamica consiste nel conteggio del numero dei colpi (N) necessari per infiggere mediante un peso una batteria di aste nel terreno di successive quantità costanti (10 cm.), per effetto di un maglio battente di 30 Kg. che cade da un'altezza costante di 20 cm. sulla testa della batteria.

Il metodo di elaborazione dei dati di campagna adottato, si basa sulle correlazioni fra l'energia necessaria per una penetrazione unitaria della punta conica e le caratteristiche di resistenza del terreno ed è riportato in letteratura come FORMULA OLANDESE.

Riportando su un diagramma in ascisse il valore di (N) ed in ordinate la profondità di indagine espressa in metri, si sono ricavati i logs penetrometrici allegati, il cui andamento evidenzia, le variazioni litologiche e di consistenza dei litotipi attraversati in funzione del numero di colpi:

dal p.c. a 0,90 m dal p.c. il test ha interessato il terreno di copertura, caratterizzato da una "consistenza variabile", in quanto il numero di colpi varia in dipendenza dell'eterogeneità del materiale stesso  $N_{\text{medio}} = 3,21$ ;

✓ da 0,90 a 1,50 m dal p.c. il numero di colpi subisce un graduale incremento ( $N_{\text{medio}} = 9,76$  colpi).



### Parametri geotecnici

Sulla base delle indagini eseguite e dall'elaborazione dei sondaggi penetrometrici effettuati, il volume di terreni in questione, è divisibile in tre livelli, le cui caratteristiche fisico meccaniche risultano essere le seguenti:

- **Livello 1** (dal p.c. a - m 0,90) - **Terreni di copertura di natura limo-sabbioso poco consistenti:**

$$\gamma = 1,65 \text{ t/mc}; C' = 0,05 \text{ Kg/cmq}; \varphi' = 20,34^\circ; C_u = 0,32 \text{ Kg/cmq};$$

- **Livello 2** (da - m 0,90 a - m 1,50 circa dal p.c.) - **Sabbie:**

$$\gamma = 1,96 \text{ t/mc}; \varphi' = 27,10^\circ - 28,43^\circ; C_u = 0,98 \text{ Kg/cmq};$$

### Tabella della prova penetrometrica

#### PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data 16/02/2019  
 Profondità prova 1,50 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	1	0,857	2,86	3,34	0,14	0,17
0,20	1	0,855	2,85	3,34	0,14	0,17
0,30	4	0,853	11,39	13,36	0,57	0,67
0,40	4	0,851	11,36	13,36	0,57	0,67
0,50	2	0,849	5,67	6,68	0,28	0,33
0,60	5	0,847	14,14	16,70	0,71	0,83
0,70	5	0,845	14,11	16,70	0,71	0,83
0,80	9	0,843	25,35	30,06	1,27	1,50
0,90	7	0,842	18,67	22,18	0,93	1,11
1,00	6	0,840	15,97	19,01	0,80	0,95
1,10	9	0,838	23,90	28,52	1,20	1,43
1,20	10	0,836	26,50	31,69	1,33	1,58
1,30	17	0,785	42,27	53,87	2,11	2,69
1,40	17	0,783	42,18	53,87	2,11	2,69
1,50	18	0,781	44,56	57,04	2,23	2,85

### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**

#### **Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	Terzaghi-Peck	0,32
Strato 2	9,76	1,50	Terzaghi-Peck	0,98

#### **Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	Meyerhof ed altri	1,65
Strato 2	9,76	1,50	Meyerhof ed altri	1,96

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Shioi-Fukuni (1982)	20,34
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Shioi-Fukuni (1982)	27,10

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Bowles (1982)	27,63
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Bowles (1982)	---

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Begemann (1974)	34,06
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Begemann (1974)	181,82

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Classificazione A.G.I. 1977	MEDIAMENTE ADDENSATO

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,21	0,90	3,21	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	9,76	1,50	9,76	(A.G.I.)	0,33

**CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE**

Ai fini della definizione della classificazione del sottosuolo, come previsto dalla NTC 2018, è stato considerato il valore del parametro  $V_{s,eq}$  (in m/sec) che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S in profondità fino al raggiungimento del substrato, definito dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad \begin{array}{l} H = \text{profondità substrato } (V_S \geq 800 \text{ m/s}) \\ \text{per } H > 30 \text{ m} \quad V_{S,eq} = V_{S,30} \quad (H = 30 \text{ m}) \end{array}$$

con

$H_i$  = spessore dello strato *i*-esimo

$V_{S,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato

$N$  = numero di strati

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno



molto rigido, caratterizzato da Vs non inferiore a 800 m/sec

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs,30, ottenuto ponendo H = 30 metri nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Di seguito si riporta il valore stimato della Vs,eq, considerato la profondità del substrato oltre i 30 metri, è stata calcolata come Vs,30 alla quota di 1,0 m dal p.c., con **Vs,eq 351,94 (m/sec) HVSR1 e Vs,eq 348.27 (m/sec) HVSR2.**

Per definire l'azione sismica di progetto è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categoria di sottosuolo di fondazioni (NTC 2018):

Di seguito la nuova tabella Tab. 3.2.II.

Tipo di terreno	
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessori massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</b>
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definiti per le categorie C e D con profondità del substrato non superiore a 30 m.

**Tabella 3.2.II – Categoria di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato**

Alla luce del quadro geofisico emerso e dal calcolo della Vs,eq il sito ricade nella Categoria di suolo "C".

C	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</b>
---	---

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ " (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).



Tabella – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	<b>Superficie pianeggiante, pendio e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></b>
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 $i > 30^\circ$

### **PARAMETRI SISMICI DEL SITO PROGETTUALE**

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, per la valutazione dei diversi stati limiti considerati, è necessario conoscere la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Secondo la nuova normativa sismica D.M. 14/01/2018 si deve far riferimento alle locazioni delle opere riferite ai vertici sismici del reticolo nazionale. Dalle coordinate del punto relativo all'intervento viene indicata la pericolosità sismica sui suoli rigidi tramite i parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$ , per vari tempi di ritorno ( $T_r$ ).

Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di  $0,15 < a_g \leq 0,25$  g. Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica  $a_g$  pari a 0,079 g, una  $F_0$  2,398, un  $T^*c$  0,201 (fig. 13).

Per la determinazione dei parametri sismici è stato utilizzato il software di elaborazione, adeguato al NTC 2018, della S.T.S. Software Tecnico Scientifico.

I risultati sono riportati in seguito e allegati alla presente.

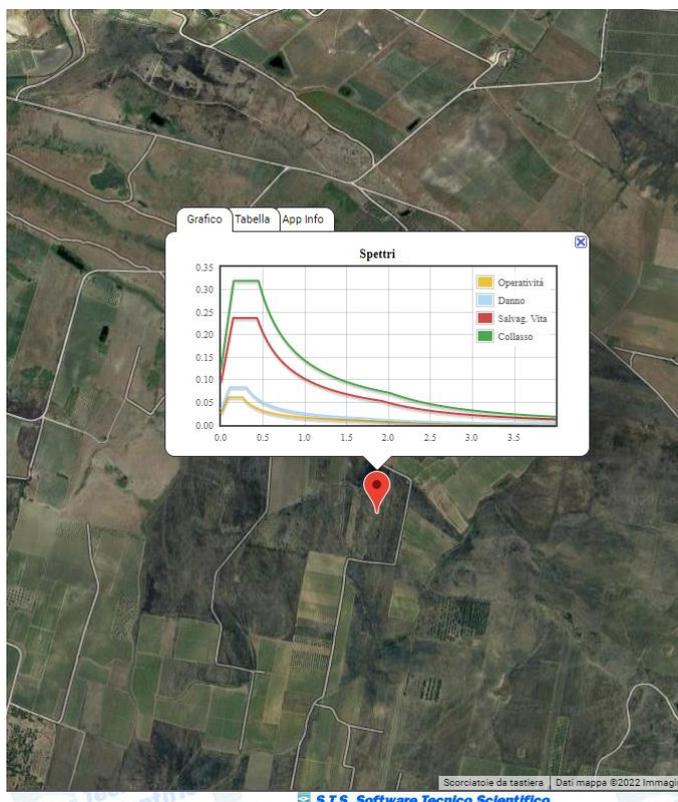


Fig. 13

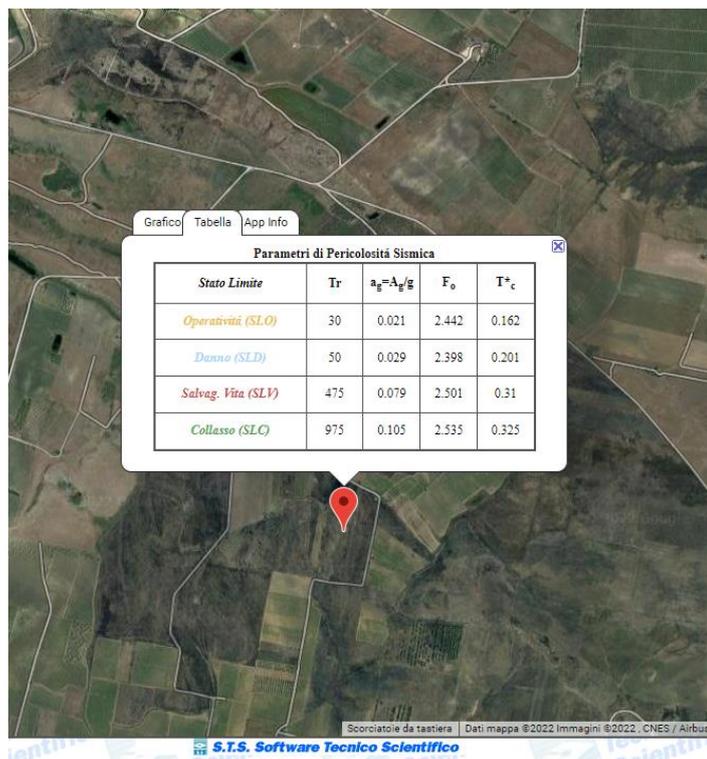


Fig. 13

**Coordinate geografiche del sito di progetto (fig. 14):**

Decimali: Lat.: 37.704475 °; Long.: 12.724006°

Gradi, Minuti, Secondi:

Lat.: 37°42'16.11"N; Long.: 12°43'26.42"E

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N:

E: 299361.117; N: 4175464.672

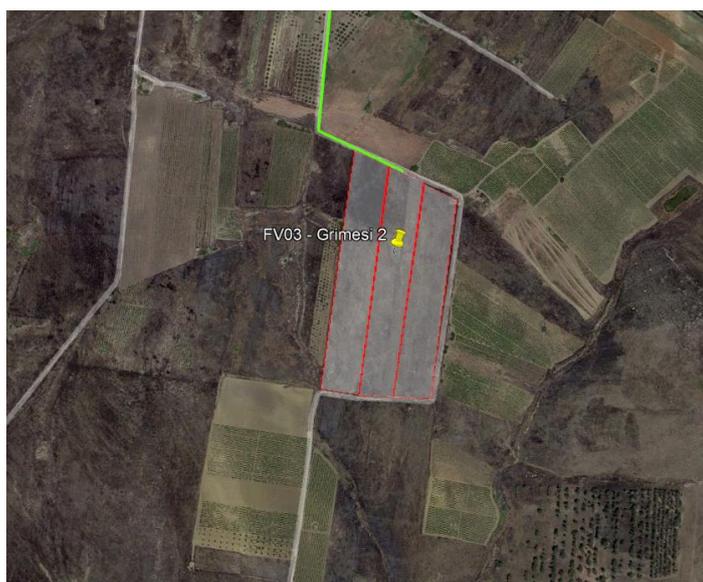


Fig. 14



## Risultati Sondaggi Sismici HVSr 1 E HVSr 2 - FV03 - GRIMESI 2:

### HVSr1

#### Rapporto spettrale H/V

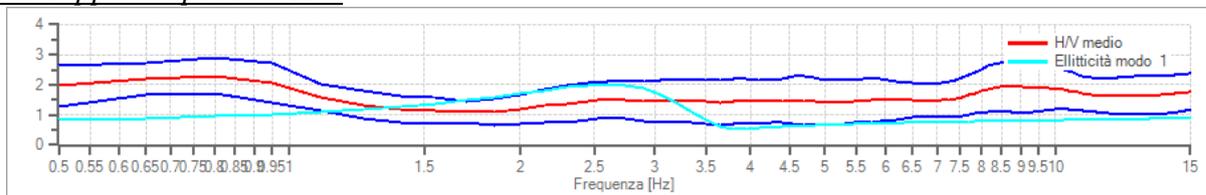
##### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 70.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamiento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamiento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

##### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 31.85 Hz  $\pm$  0.09 Hz

##### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

##### Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

### Modello stratigrafico

##### Dati riepilogativi:

Numero strati: 3  
 Frequenza del picco dell'ellitticit : 2.60 Hz  
 Valore di disadattamento: 0.38  
**Valore Vseq: 351.94 m/s**

##### Dati della stratigrafia:

Strato	Profondit� [m]	Spessore [m]	Peso per Unit� di Vol. [kN/m^3]	Coeff. di Poisson	Velocit� onde di taglio [m/s]



1	0	1	18	0.3	200
2	1	37.93	18	0.3	361
3	38.93	1	18	0.3	989

## HVSR 2

### Rapporto spettrale H/V

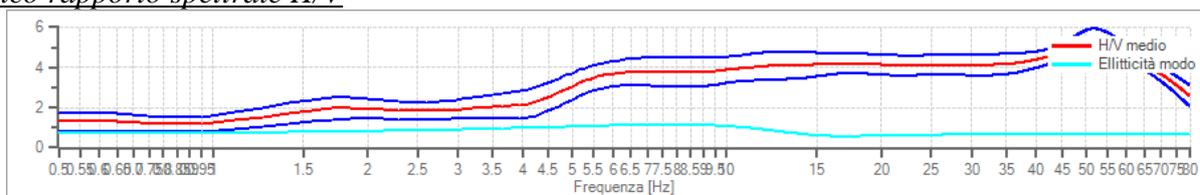
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 80.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 25.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 52.25 Hz  $\pm 0.09$  Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

#### Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

### Modello stratigrafico

#### Dati riepilogativi:

Numero strati: 2  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 7.85 Hz  
 Valore di disadattamento: 0.42  
**Valore Vseq: 348.27 m/s**

#### Dati della stratigrafia:



Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	5	18	0.3	200
2	5	35	18	0.3	409

*I sondaggi sismici con metodo HVSR non hanno individuato un substrato sismico a profondità < 30.0m,  $V_{seq}=V_{s30}$*

*HVSR1  $V_{seq}=V_{s30}= 351.94$  m/s*

*HVSR2  $V_{seq}=V_{s30}= 348.27$  m/s*

**Pertanto rientra nella Categoria suolo: "C"**

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
---	--

*I risultati dettagliati sull'indagine sismica sono ampiamente descritti nella relazione geofisica.*

### **CLASSIFICAZIONE SISMICA**

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di **Mazara del Vallo**, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003.

<b>Zona sismica</b> 2	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
--------------------------	--

Il comune di Mazara del Vallo è riportato al progressivo n. 11 classificato in zona 2 e di II° categoria.



COMUNI CLASSIFICATI IN ZONA 2						
PROGRESSIVO	Codice Istat 2001	PROVINCIA	COMUNE	Categoria secondo la classificazione sismica precedente (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica prevista dall'Ordinanza n.3274/2003	Nuova Classificazione sismica della Regione Siciliana
				Categoria	Zona	Zona
11	19081012	TRAPANI	Mazara del Vallo	II	2	2

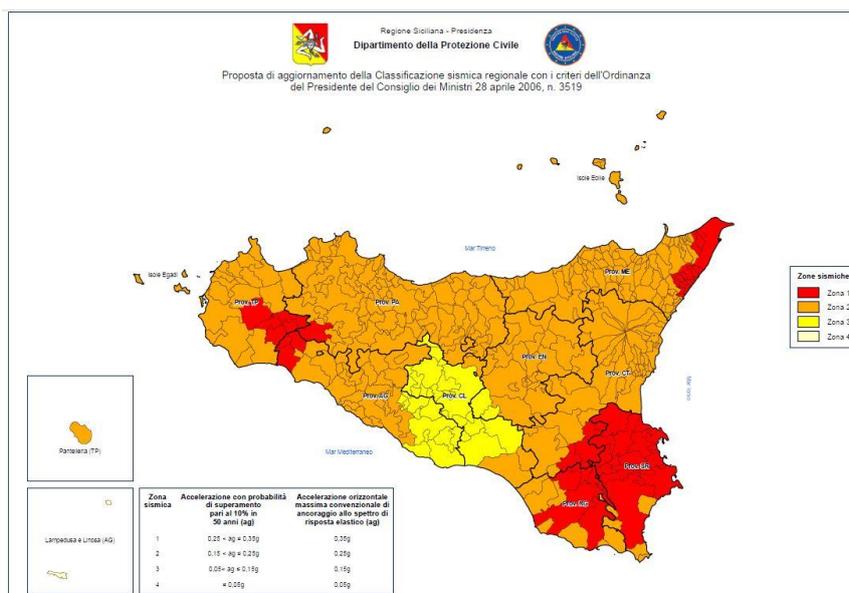
Il nuovo studio di pericolosità allegato all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione ( $a_g$ ), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

L'Ordinanza, tra l'altro, individua i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

Sono individuate quattro zone, a pericolosità decrescente, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A ( $a_g$ ), ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni ( $a_g$ )	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g$ )
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Nel 2021, in seguito a segnalazioni da parte di alcuni Ordini Professionali nonché da diversi comuni della Provincia di Agrigento e Caltanissetta, si è appurata l'incongruenza tra la classificazione sismica nazionale e quella vigente nel territorio della Sicilia. A seguito delle opportune verifiche e acquisiti i necessari riscontri tecnici, il Dipartimento Regionale Protezione Civile Sicilia ha elaborato una proposta di aggiornamento (Delibera n. 81 del 24/02/2022) della vigente classificazione sismica regionale, attraverso l'applicazione dei criteri esposti all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519.



Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	$0,25 < ag \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < ag \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < ag \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

Sulla base della proposta di aggiornamento, il territorio di Mazara del Vallo, mantiene la categoria con rischio più elevato, con ag 0,0833.

COMUNI CLASSIFICATI IN ZONA 2								
ag	COMUNE	CODICE ISTAT	SIGLA PROV.	PROVINCIA	CLASSIFICAZIONE ex DGR 408/2003	ELABORAZIONE DRPC SICILIA (Criteri OPCM 3519/2006)	NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA	NOTE
0,0833	MAZARA DEL VALLO	19081012	TP	TRAPANI	2	3	2	Mantiene la categoria con rischio più elevato

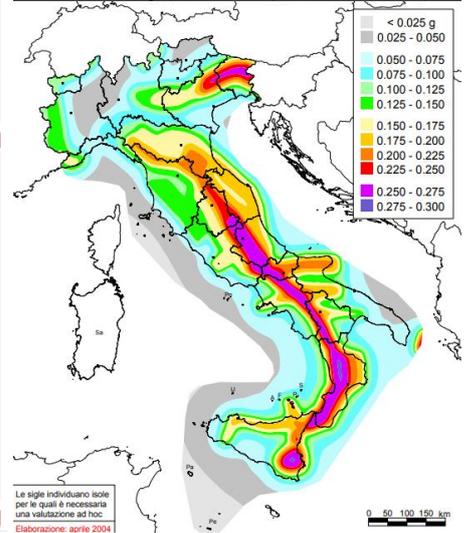


## MAPPE DI PERICOLOSITA' SISMICA

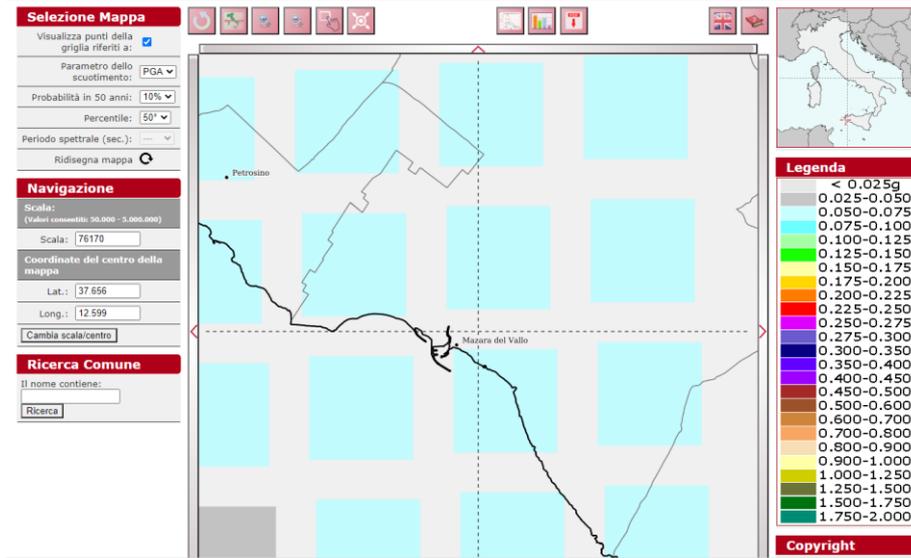
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

### Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3619, All.1b)  
 espressa in termini di accelerazione massima del suolo  
 con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni  
 riferita a suoli rigidi ( $V_{s0} > 800$  m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



### Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



## SISMICITA' DEL SITO

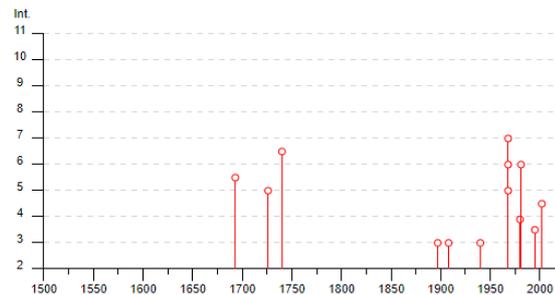
Eventi sismici dal 1500 al 2020 nel comune di Mazara del Vallo e nelle vicinanze

### Mazara del Vallo

PlaceID IT\_66236  
 Coordinates (lat, lon) 37.656, 12.596  
 Municipality (ISTAT 2015) Mazara del Vallo  
 Province Trapani  
 Region Sicilia  
 No. of reported earthquakes 14



Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
5	1726	09	01	21	55		Tirreno meridionale	8	7-8	5.48
6-7	1740	06	13				Stretto di Sicilia	3	6-7	4.86
3	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale	85	5	4.52
3	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
NF	1910	01	25	08	27		Tirreno meridionale	34	5	4.48
3	1940	01	15	13	19	2	Tirreno meridionale	60	7-8	5.29
7	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41
6	1968	01	25	09	56	4	Valle del Belice	32	8	5.37
5	1968	02	12	16	26	0	Valle del Belice	14	6	4.66
F	1980	05	28	19	51	2	Tirreno meridionale	44	5-6	5.66
6	1981	06	07	13	00	5	Mazara del Vallo	50	6	4.93
3-4	1995	05	29	06	52	2	Isole Egadi	45	5	4.78
4-5	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale	132	6	5.92



▼ Customize the diagram

Minimum intensity   
 Maximum intensity   
 Minimum Year   
 Maximum year   
 Distance between years tick



Osservazioni disponibili											
IS	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	Ae	Io	Mw	Rt	Rt1
7	1968	01	15	02	01	9	Valle del Belice	10	6.12	CFTI	BOA997
6-7	1740	06	13				Sciaccia	7-8	5.37	DOM	BAA996
6	1981	06	7	13			Mazara del Vallo	6	4.60	DOM	COS996
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia Orientale	11	7.41	CFTI	BOS981
5	1726	09	01	21	55		Palermo	8	5.61	CFTI	BOA997
4-5	2002	09	06	01	21	29	Palermo	6	5.89	INGVAM	AZA003
3	1908	12	28	04	20	27	Calabria Meridionale	11	7.24	CFTI	BOA997
3	1940	01	15	13	19	24	Golfo di Palermo	7-8	5.34	CFTI	BOA997

(da: DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 - Stucchi et alii. - 2007)

Is: intensità nel Comune x 10 (scala MCS).

Me, Gi, Or, Mi, Se: mese, giorno, ora, minuto e secondo di accadimento dell'evento sismico.

AE: denominazione dell'area dove si sono verificati i massimi effetti.

Io: intensità epicentrale x 10 (scala MCS)

## **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Dall'analisi dei dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e geostrutturali descritti nelle varie parti di questo lavoro e sulla base dei dati sismici e geomeccanici riportati nei paragrafi della presente relazione, si possono trarre le seguenti conclusioni:

Al di sotto di uno strato di terreno alterato e di riporto di spessore variabile da 0,00 - 1,00 metri circa, si trova il litotipo fondazionale costituito dal Sintema di Marsala: Conglomerati, calcareniti bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolari di conglomerati, a luoghi presenza di lenti sabbioso argilloso contenenti fossili del Pleistocene inferiore (Emiliano-Siciliano), con buone caratteristiche meccaniche, tali da sopportare con ampio margine di sicurezza il carico delle opere in oggetto, dove le  $V_{s,eq}$  hanno valori di:

**$HVSR1 V_{seq}=V_{s30} = 351.94 \text{ m/s}$ ;  $HVSR2 V_{seq}=V_s = 348.27 \text{ m/s}$ .**

***I sondaggi sismici con metodo HVSR non hanno individuato un substrato sismico a profondità < 30.0m,  $V_{seq}=V_{s30}$***

✓ La costruzione delle opere in progetto risultano compatibile con le caratteristiche morfologiche del sito di sedime, il quale non è interessato attualmente, da fenomeni di dissesto profondi e/o superficiali, né di tipo erosivo evolutivo;

Per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del F. Arena (054) (fig. 4). Tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica né da rischio idraulico, mentre in parte è interessata da rischio da esondazione per ipotetico collasso della Diga Trinità, come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate.

✓ Si ritiene che il sito è idoneo alla realizzazione delle opere, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali



dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe.

✓ *Si raccomanda nella fase di progettazione di tenere conto della presenza di acqua riscontrata durante l'esecuzione dei pozzetti geognostici che potrebbe interferire con il piano di fondazione.*

✓ *Dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC). Tale Natura 2000 è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una «rete») di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione stessa ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della direttiva «Habitat».*

Da quanto sin qui esposto si evince che non vi sono caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche o litotecniche tali da risultare ostative alla realizzazione dell'opera, se non l'attenersi a soluzioni progettuali idonee. ***Si rimanda al progettista per le scelte più opportune di propria competenza.***

La strumentazione utilizzata per le analisi del microtremore sismico è stato utilizzato una stazione singola geofonica con tre geofoni, consistente in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 2), dove i risultati, elaborati con il software Easy HVSR della Geostru, ha calcolato una velocità equivalente: ***HVSR1  $V_{seq}=V_{s30} = 351.94$  m/s, HVSR2  $V_{seq}=V_{s30} = 348.27$  m/s.***

***I sondaggi sismici con metodo HVSR non hanno individuato un substrato sismico a profondità < 30.0m,  $V_{seq}=V_{s30}$ , nel sito in esame è stato possibile, ottemperando al D.M. 17/01/2018, di classificare il sito appartenente alla Categoria di Suolo "C"***

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
---	--

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo ***T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ "*** (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

Coordinate geografiche del sito di progetto:

Decimali: Lat.: 37.704475 °; Long.: 12.724006°

Gradi, Minuti, Secondi: Lat.: 37°42'16.11"N; Long.: 12°43'26.42"E

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N:

E: 299361.117; N: 4175464.672



Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di ag compresi  $0,15 \leq ag < 0,25g$ . Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica ag pari a 0,788 g, una Fo 2,502, un T\*c 0,310.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici, si consigliano quelli riassunti nelle tabelle delle prove Penetrometriche:

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

#### Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	Terzaghi-Peck	0,32
Strato 2	9,76	1,50	Terzaghi-Peck	0,98

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	Meyerhof ed altri	1,65
Strato 2	9,76	1,50	Meyerhof ed altri	1,96

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Shioi-Fukuni (1982)	20,34
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Shioi-Fukuni (1982)	27,10

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Bowles (1982)	27,63
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Bowles (1982)	---

#### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Begemann (1974)	34,06
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Begemann (1974)	181,82

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Classificazione A.G.I. 1977	MEDIAMENTE ADDENSATO

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,21	0,90	3,21	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	9,76	1,50	9,76	(A.G.I.)	0,33



- **Livello 1** (dal p.c. a - m 0,90) – **Terreni di copertura di natura limo-sabbioso poco consistenti:**

$\gamma = 1,65 \text{ t/mc}$ ;  $C' = 0,05 \text{ Kg/cmq}$ ;  $\varphi' = 20,34^\circ$ ;  $C_u = 0,32 \text{ Kg/cmq}$ ;

- **Livello 2** (da - m 0,90 a - m 1,50 circa dal p.c.) – **Sabbie:**

$\gamma = 1,96 \text{ t/mc}$ ;  $\varphi' = 27,10^\circ - 28,43^\circ$ ;  $C_u = 0,98 \text{ Kg/cmq}$ ;

Tali parametri, sono sottoposti al calcolista, per il dimensionamento delle fondazioni.

⇒ *Nell'esecuzione dei lavori in oggetto necessari per le intenzioni progettuali, di adottare misure di sicurezza tali da garantire l'incolumità degli operatori;*

⇒ *Si ritiene necessaria la presenza dello scrivente in sede di esecutiva, al fine di verificare la stratigrafia dei terreni di tutto lo spazio areale interessato per la realizzazione delle opere, e per valutare se integrare eventuali indagini geognostiche.*

*Le considerazioni esposte nel contesto della presente relazione consentono di definire all'atto dell'indagine la idoneità dell'area di progetto ai fini della realizzazione di quanto in progetto, nel pieno rispetto degli equilibri esistenti.*

Montevago, 20 maggio 2022

*Dr. Geologo Leonardo Mauceri*



## RELAZIONE GEOFISICA HCSR1 e HCSR 2

Dott. geol. Leonardo Mauceri



Studio Geologico

C.FISC: MCRLRD64D28F655F

P.IVA: 01945310843

Via: Olanda, 15  
92010 Montevago - Agrigento

Tel: 0925/38573 - 3473552528 - 3383059800

Fax: 0925/38573

Email: [geologomauceri@gmail.com](mailto:geologomauceri@gmail.com)

[info@maucerigeologo.it](mailto:info@maucerigeologo.it)

PEC: [geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it](mailto:geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it)

Web: [www.maucerigeologo.it](http://www.maucerigeologo.it)

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV03 - Grimesi 2"*.



Data: aprile 2022

Il committente:

IL Tecnico

Il Progettista

**Indagine geofisica tramite tecnica HCSR**



## **Cenni sulla teoria della tecnica HVSR**

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo



valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo  $V_{s30}$ .

La presente è stata redatta in ottemperanza al **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018 (Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008), che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. In particolare è stata eseguita una prospezione sismica con il metodo *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle onde  $V_s$  a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie.

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) è stata eseguita per risalire al valore del  $V_{s,eq}$  e la frequenza di risonanza dei terreni, e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell'area con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento al fine di una progettazione sismica delle strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremiti che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali (attività antropiche).

La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. A).

**- SPECIFICHE TECNICHE -**

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiere di regolazione e bolla di livello



- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

**- Specifiche geofoni -**

- Frequenza naturale:  $2 \pm 0,75$  Hz
- Resistenza della bobina a  $25^\circ \text{C} \pm 5\%$ : 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a 3810 Ohm  $\pm 10\%$ : 2 V / in / sec
- Massa  $\pm 5\%$ : 23 g

Fig. A



Sensore sismico 3D da superficie, frequenza geofoni 2 Hz, contenitore in alluminio, piedini di supporto per utilizzo su pavimentazione o infissione nel terreno, bolla di livellamento, maniglia di trasporto.



SYSMATRACK  
Sismografo 12 canali, espandibile a 24, risoluzione 24 bit, con batteria integrata

L'elaborazione sismica è stata fatta con il software Easy HVSR della GEOSTRU che permette l'analisi del rapporto spettrale dei microtremori con registrazioni a stazione singola. La semplicità d'uso e la velocità di esecuzione dei calcoli, consente di ottenere risultati immediati nella stima di: frequenza di risonanza, profilo stratigrafico e velocità delle onde di taglio equivalente Vs30. Il tutto secondo le direttive suggerite dal progetto SESAME.

Il software importa file *SEG2*, *SAF* e *ASCII*.

Personalizzazione dell'analisi:

E' possibile scegliere i vari modi in cui trattare i dati, scegliendo i metodi più opportuni per la somma direzionale delle tracce nelle direzioni orizzontali, per il lisciamiento dati e per la banda di frequenza da analizzare.

Tra le somme direzionali a disposizione è infatti possibile scegliere dalla più semplice media aritmetica alla media quadratica o geometrica. Tra i metodi per il lisciamiento dei dati, suggeriti dal progetto SESAME, si possono scegliere: Konno & Ohmachi, Triangolare costante e Triangolare proporzionale. Si possono scegliere le finestre temporali da includere ed escludere semplicemente con un segno di spunta, vedendo in tempo reale le variazioni delle modifiche apportate. Il tutto supportato dalla possibilità' di filtrare i dati in input automaticamente.

Visualizzazione dei dati:

Tutti i risultati vengono rappresentati in grafici personalizzabili. I grafici a disposizione sono: le tracce nelle tre direzioni in analisi con la rappresentazione delle finestre temporali scelte; lo spettro medio delle tracce;

la mappa per la verifica della stazionarietà della registrazione; la mappa per la verifica dell'isotropia direzionale della registrazione; il rapporto spettrale H/V con il suo intervallo di fiducia con la possibile sovrapposizione

della curva dell'ellitticità di più modelli stratigrafici non solo del modo fondamentale ma anche di quelli superiori; la rappresentazione grafica del profilo stratigrafico; il profilo delle velocità associato alla stratigrafia.



## Risultati:

Permette di valutare in automatico una prima stima del modello stratigrafico che meglio approssima il comportamento spettrale H/V registrato in situ ed analizzato per poi ‘sintonizzarlo’ ed affinarlo con maggiore rapidità. Si ottiene così, oltre che la frequenza naturale di vibrazione della stratigrafia tipica della tecnica HVSR, l’immediata valutazione del Vs30 e del profilo delle velocità delle onde di taglio del modello stratigrafico ipotizzato. Sul grafico del rapporto spettrale H/V sono quindi visibili, oltre che la stessa curva H/V con il suo intervallo di fiducia, tutte le curve dell’ellitticità’ dei vari modi di ciascun modello stratigrafico che l’utente può decidere di aggiungere. In questo modo si possono mettere a confronto le differenze da un punto di vista qualitativo, e va ad aggiungersi anche un confronto quantitativo con la stima della funzione di disadattamento tra la curva l’ellitticità ‘fondamentale’ e quella del rapporto spettrale H/V. Il tutto corredato dalle verifiche sull’affidabilità della curva H/V e del suo picco suggerite dal progetto SESAME.

## Dati generali HVSR 1

### Dati generali

Nome progetto: Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto “FV03 - Grimesi 2”*.

**Committente:** SeaWindPower

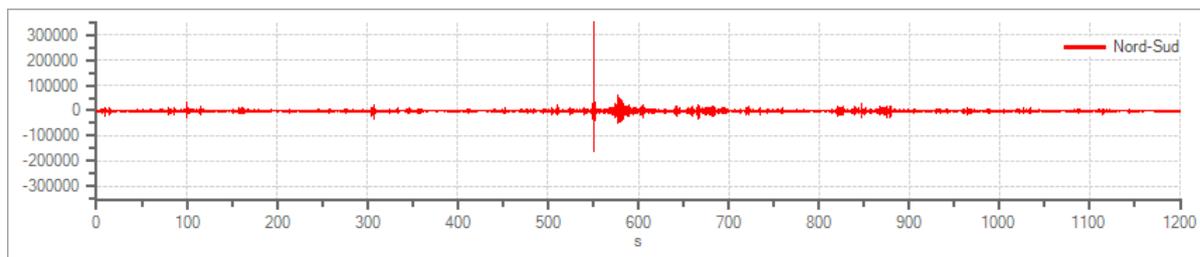
Cantiere: Campo Fotovoltaico GRIMESI 2  
Località: Grimesi - Mazara del Vallo  
Operatore: geol. Leonardo Mauceri  
Responsabile: geol. Leonardo Mauceri  
Data: 05/05/2019 00:00:00  
Zona:  
Latitudine: 37.705529  
Longitudine: 12.723242

## Tracce in input

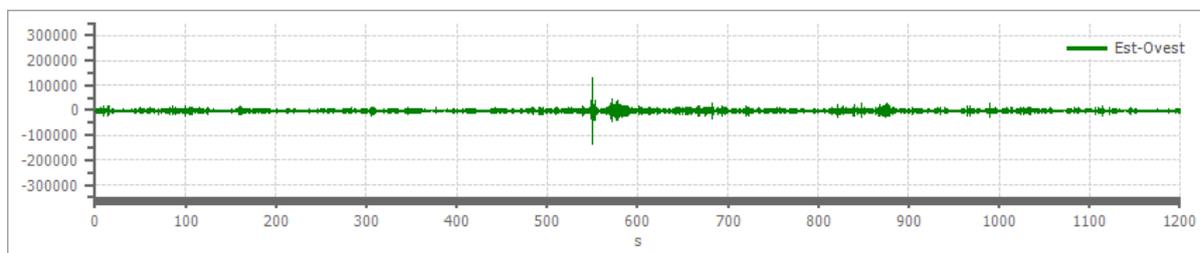
### Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3  
Durata registrazione: 1200 s  
Frequenza di campionamento: 250.00 Hz  
Numero campioni: 300000  
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

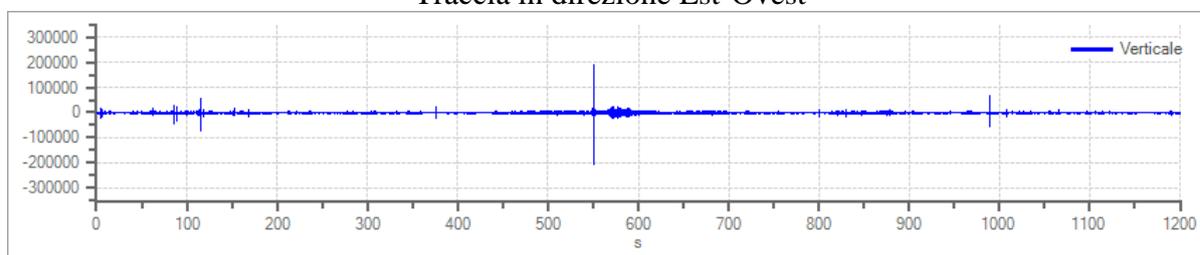
### Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

## Finestre selezionate

### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59  
Numero finestre incluse nel calcolo: 59  
Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi  
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %  
Coefficiente di banda: 40.00

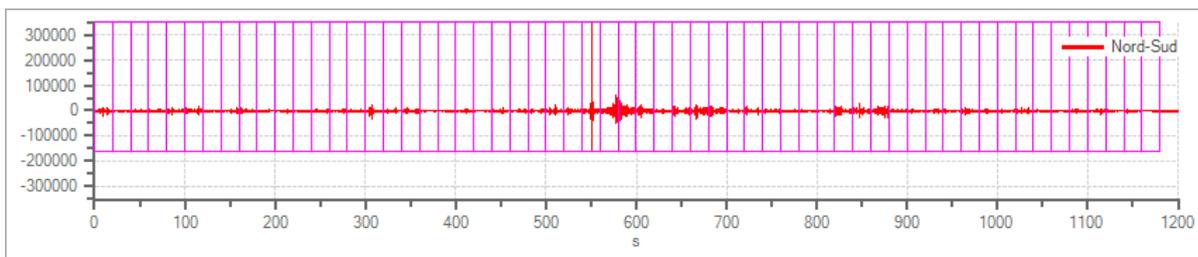
### Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa

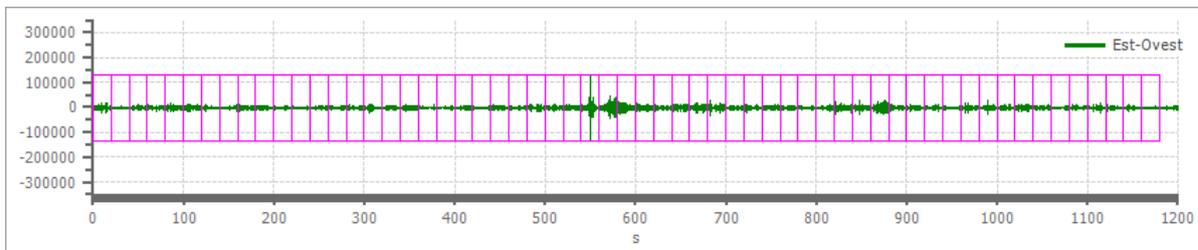


16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa

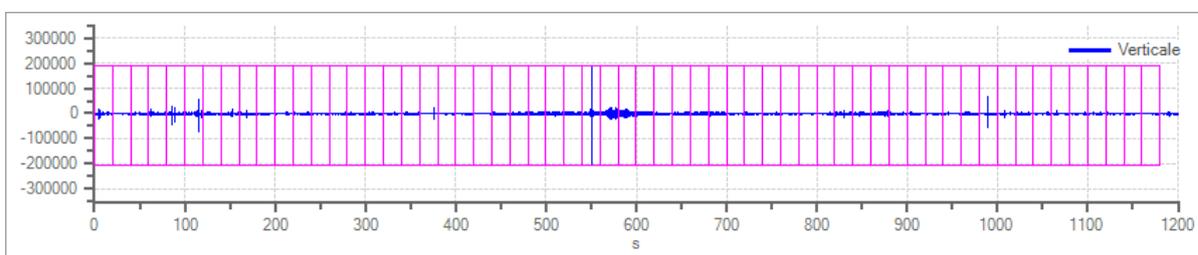
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

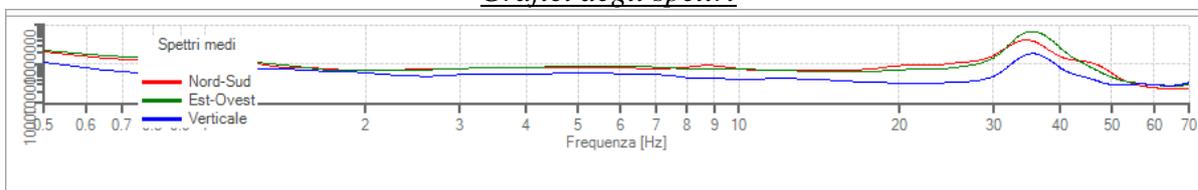


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

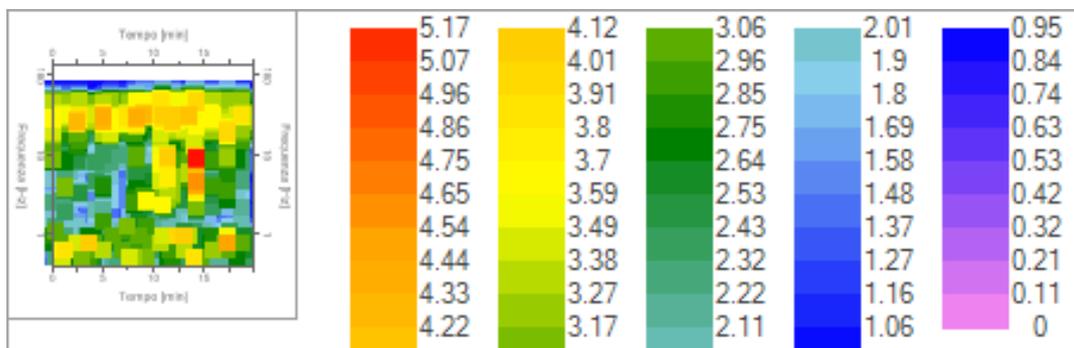


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

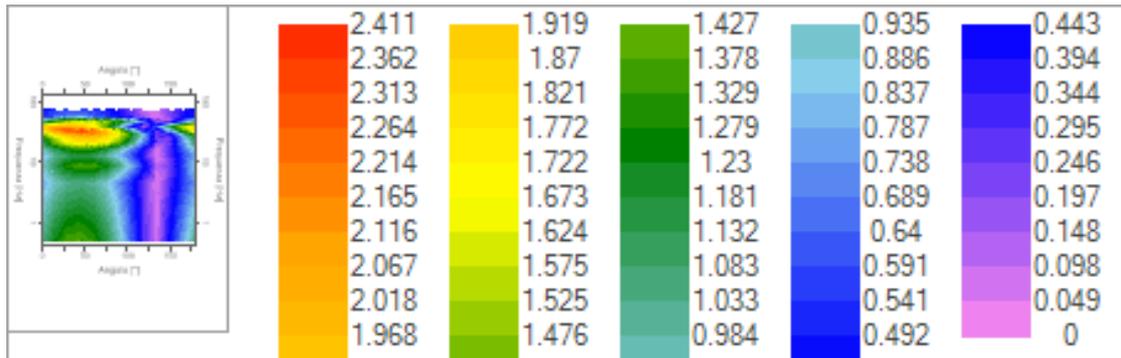
### Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

## Rapporto spettrale H/V

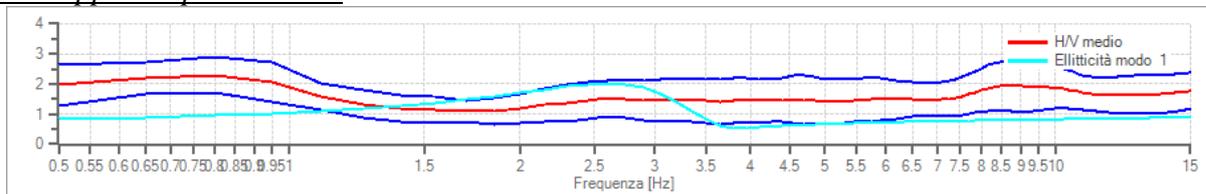
### Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	70.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 31.85 Hz ±0.09 Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

### Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

## Modello stratigrafico

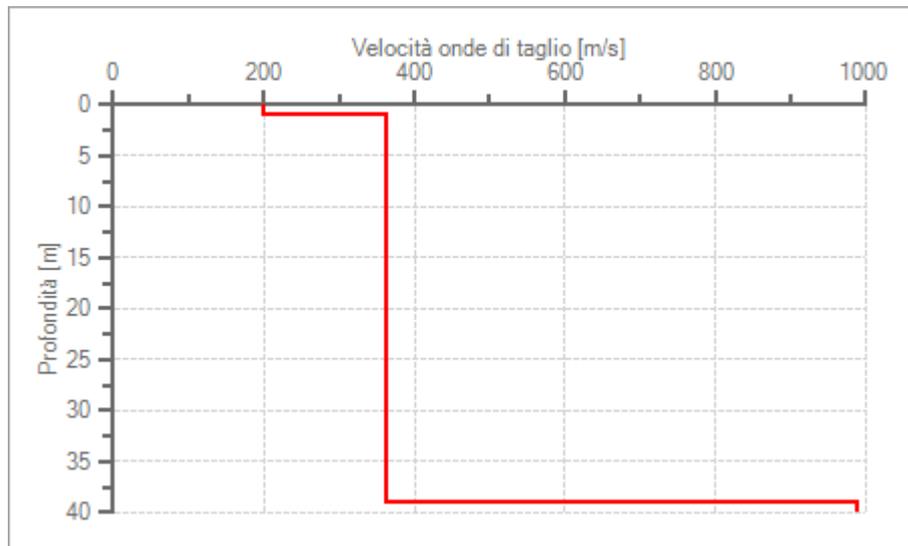
### Dati riepilogativi:



Numero strati: 3  
Frequenza del picco dell'ellitticità: 2.60 Hz  
Valore di disadattamento: 0.38  
Valore Vseq: 351.94 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1	18	0.3	200
2	1	37.93	18	0.3	361
3	38.93	1	18	0.3	989



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

## Dati generali

### HVSR2

Nome progetto: Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetroano (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV03 - Grimesi 2"*.

**Committente:** SeaWindPower

**Cantiere:** Campo Fotovoltaico FV03 - GRIMESI 2

**Località:** Grimesi - Mazara del Vallo (TP)

**Operatore:** geol. Leonardo Mauceri

**Responsabile:** geol. Leonardo Mauceri

**Data:** 06/05/2019 00:00:00

**Zona:**

**Latitudine:** 37.703885

**Longitudine:** 12.723951

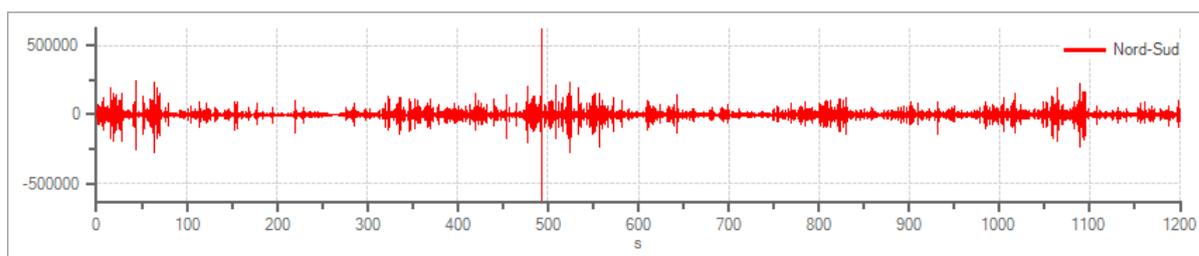


## Tracce in input

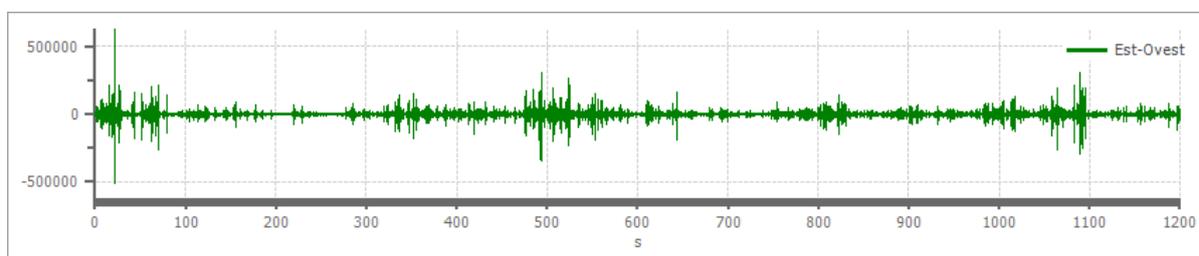
### Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3  
Durata registrazione: 1200 s  
Frequenza di campionamento: 250.00 Hz  
Numero campioni: 300000  
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

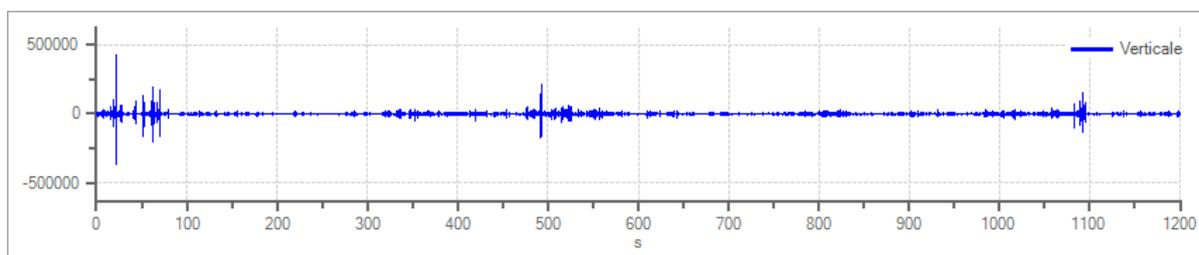
### Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

## Finestre selezionate

### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59  
Numero finestre incluse nel calcolo: 59  
Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamiento: 25.00 %

### Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa

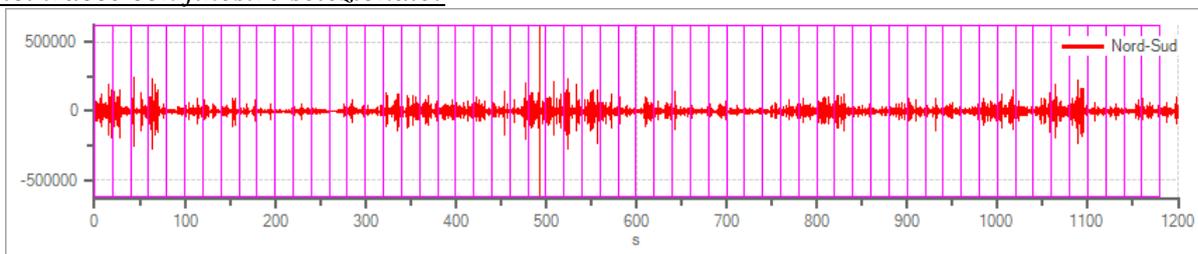


6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa

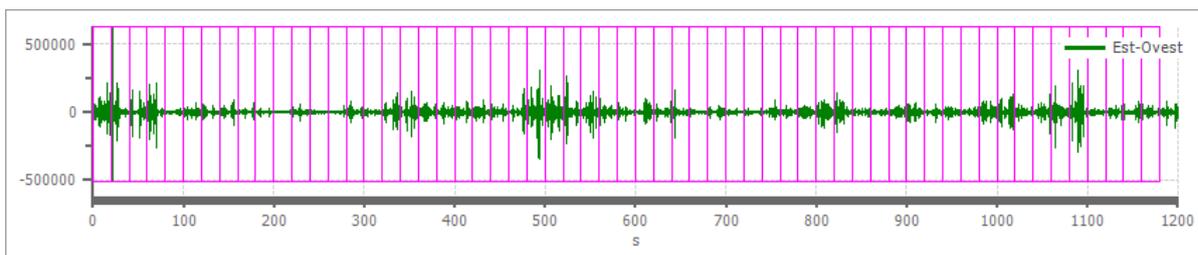


57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa

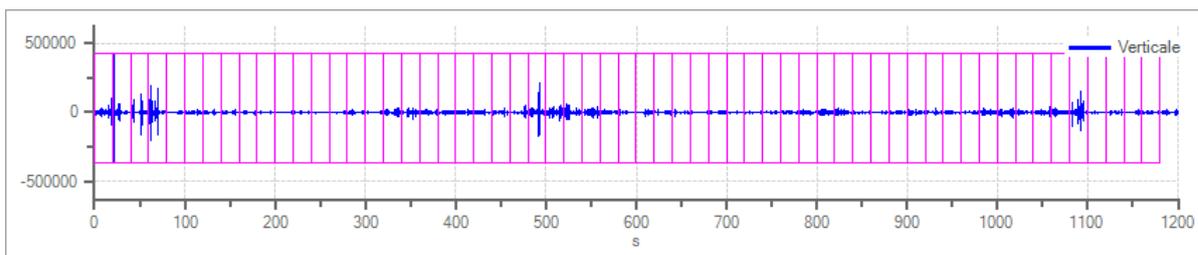
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

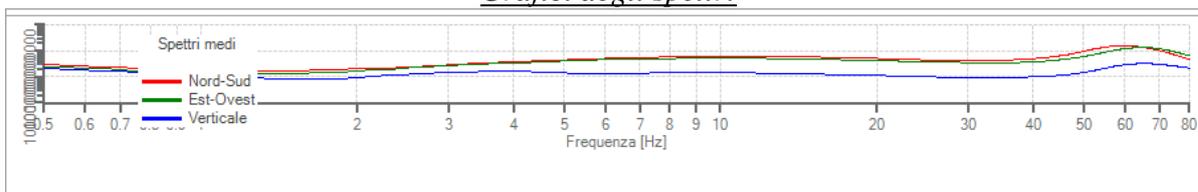


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

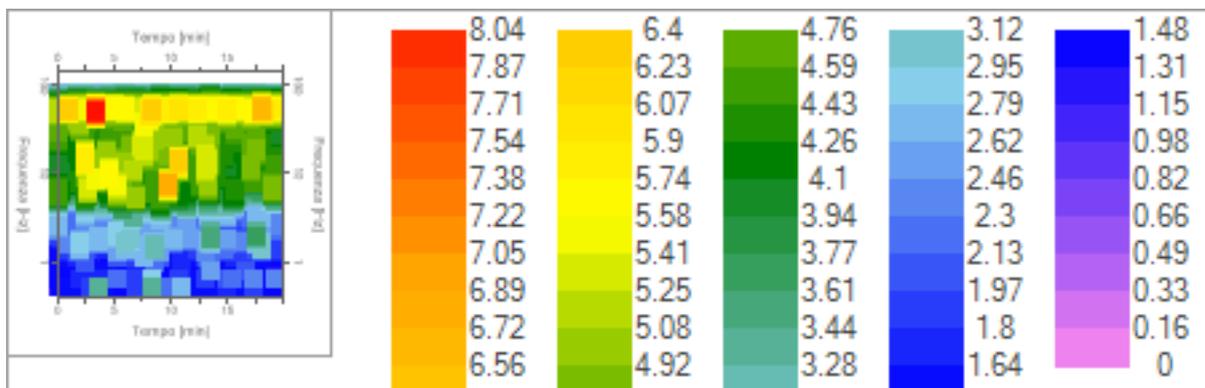


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

Grafici degli spettri

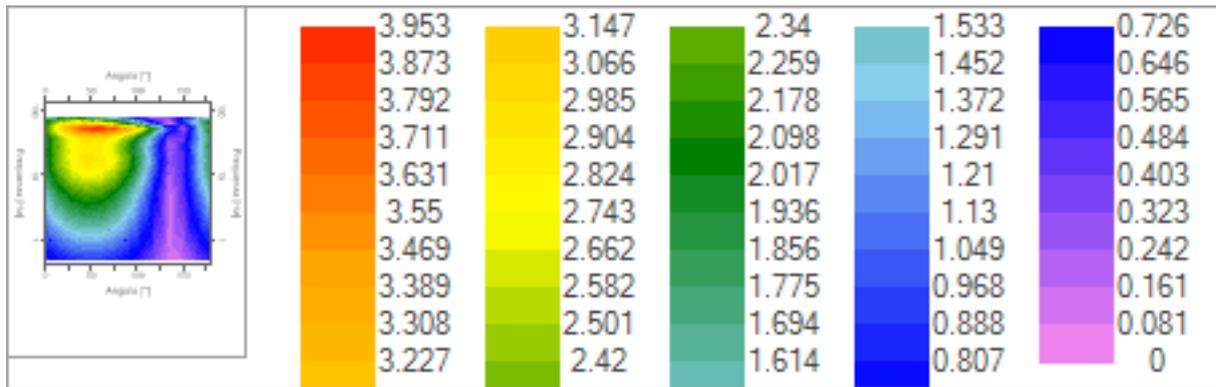


Spettri medi nelle tre direzioni





### Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

### Rapporto spettrale H/V

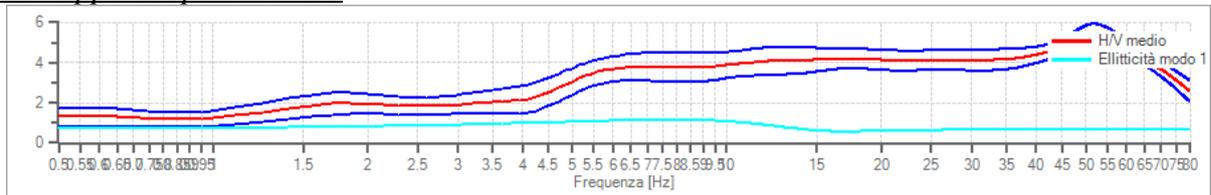
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 80.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 25.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 52.25 Hz ±0.09 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok



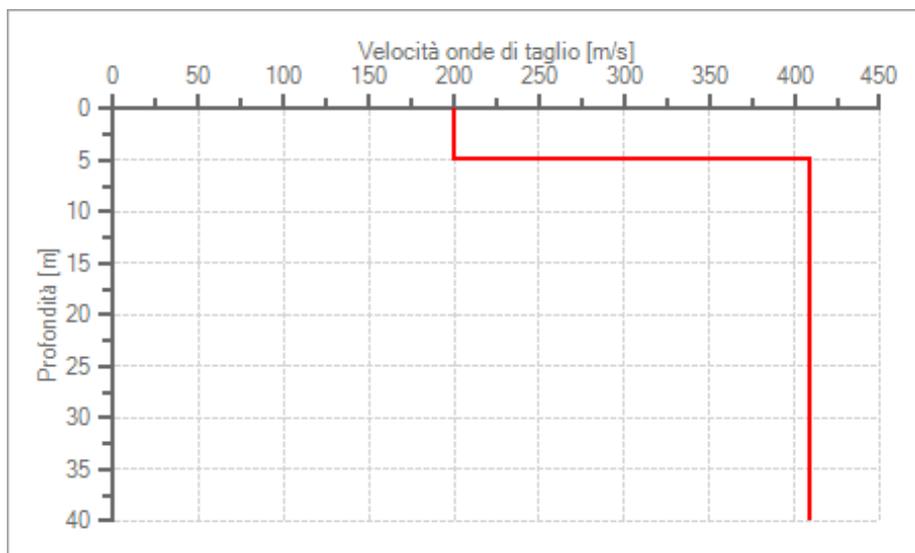
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 2  
Frequenza del picco dell'ellitticità: 7.85 Hz  
Valore di disadattamento: 0.42  
**Valore Vseq: 348.27 m/s**

### Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	5	18	0.3	200
2	5	35	18	0.3	409



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

*I sondaggi sismici con metodo HVSR non hanno individuato un substrato sismico a profondità < 30.0m, Vseq=Vs30*

**HVSR1 Vseq=Vs30= 351.94 m/s**

**HVSR2 Vseq=Vs= 348.27 m/s**

**Pertanto rientra nella Categoria suolo: "C"**

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
---	--



## Indice

Cenni tecnica HVSR	.3
Dati generali	.4
Tracce in input	.4
Grafici tracce	.4
Finestre selezionate	.5
Tabella finestre	.5
Grafici tracce con finestre selezionate	.6
Grafici degli spettri	.7
Mappa stazionarietà	.7
Mappa direzionalità	.8
Rapporto spettrale H/V	.8
Grafico H/V	.8
Verifiche SESAME	.8
Modello stratigrafico	.9
Grafico Profilo velocità	.9
Indice	.10



Postazione Sismica HVSR 1 Grimesi 2



Postazione Sismica HVSr 1 Grimesi 2 – Documentazione Fotografica

Montevago, 20 maggio 2022

*Dr. Geologo Leonardo Mauceri*

  
Circular stamp: REGIONE REGIONALE DEI GEOLOGI SICILIA \*  
Dott. Geol. MAUCERI LEONARDO N. 1460



**RELAZIONE**

**GEOLOGICA E SISMICA**

**IMPIANTO**

**FV04 – Grimesi 1**

**Progettazione: SeaWindPower**  
*via A. Ognibene 107 - 92013 - Menfi - Agrigento - Italy*  
*[seawindpowersrls@gmail.com](mailto:seawindpowersrls@gmail.com) - [seawindpower@pec.it](mailto:seawindpower@pec.it)*

**Proponente: Solar Tier S.r.l.**



## Comune di Mazara del Vallo (TP)

### **RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA E GEOFISICA**

**OGGETTO:** Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora*.  
*Impianto "FV04 - Grimesi 1"*

#### **INDICE:**

12. Premessa
13. Inquadramento topografico e geomorfologico
14. Caratterizzazione geologica ed idrogeologica
15. Risultati dei sondaggi stratigrafici e caratteristiche geotecniche dei terreni
16. Indagine geofisica tramite tecnica HVSR
17. Cenni sulla teoria della tecnica HVSR
18. Indagini di sismica passiva - HVSR
19. Risultati della prova sismica HVSR
20. Categoria di suolo di fondazione
21. Parametri sismici del sito progettuale
22. Considerazioni conclusive

#### **ALLEGATI:**

- Stralcio Topografico;
- Rilievo Aerofotogrammetrico;
- Carta Geologica ed Idrogeologica;
- Stralcio planimetrico;
- Carte del PAI;
- Report Sismico;

#### **Normative di riferimento**

- ✓ D.M. 11.03.1988
- ✓ D.M. II.TT. 14.01.2008
- ✓ D.M. II.TT. 04.02.2008
- ✓ D.P.R. 380/01
- ✓ D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Coordinato con L.R.16/2016 pubblicata GURS n° del 19.08.2016
- ✓ **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»**



Dr. Geol. Leonardo Mauceri  
Geologia - Geotecnica - Geologia ambientale  
Ricerche idriche - Geologia applicata  
Studio: Via Olanda, 15 92010 Montevago (AG)  
Tel/fax 0925/38573 cell. 347/3552528-338/3059800  
e-mail: [geologomauceri@gmail.com](mailto:geologomauceri@gmail.com)  
[info@maucerigeologo.it](mailto:info@maucerigeologo.it)  
Pec: [geologomauceri@epap.sicurezza postale.it](mailto:geologomauceri@epap.sicurezza postale.it)  
[www.maucerigeologo.it](http://www.maucerigeologo.it)

Progettazione: **SeaWindPower**  
via A. Ognibene 107 - 92013 - Menfi - Agrigento - Italy  
[seawindpowersrls@gmail.com](mailto:seawindpowersrls@gmail.com) - [seawindpower@pec.it](mailto:seawindpower@pec.it)

Proponente: **Solar Tier S.r.l.**

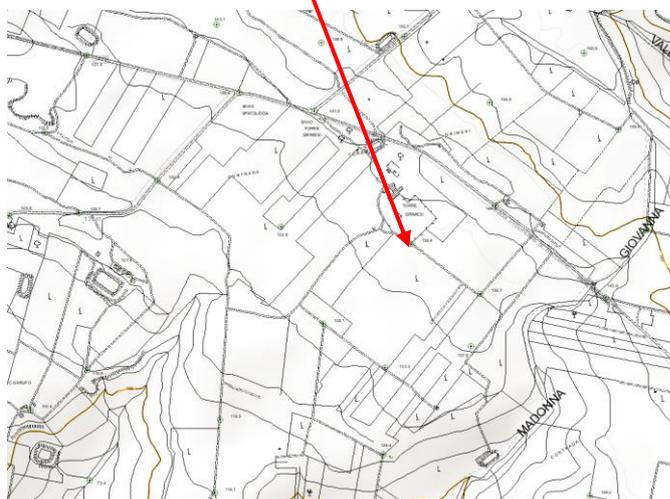
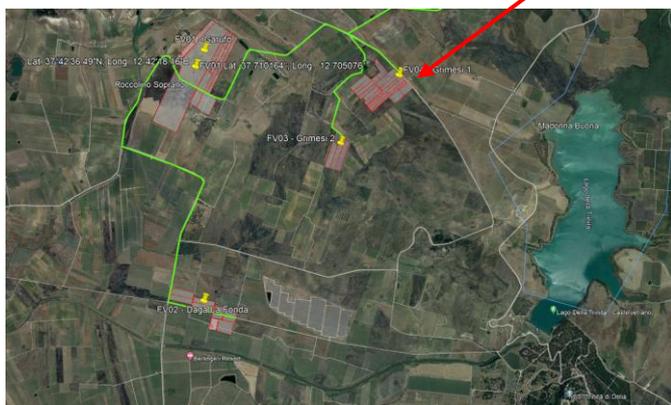
**OGGETTO:** Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora*.  
*Impianto "FV04 - Grimesi 1".*

### PREMESSA

Il sottoscritto dott. *Geologo Leonardo Mauceri*, iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia con il n° 1460 Sez. A dal 1995, con Studio Geologico nella Via Olanda n° 15 in Montevago, ha redatto la presente relazione geologico-tecnica, geofisica, geomorfologica ed idrogeologica sul terreno interessato dal "Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora*.  
*L'impianto, identificato "FV04 - Grimesi 1", si trova nel territorio comunale di Mazara del Vallo (TP) (Fig. 1).*



Fig. 1





Scopo prioritario dell'indagine eseguita è stata quella di determinare le caratteristiche *geomorfologiche, geologiche, geofisiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche*, dei terreni presenti nell'area progettuale, individuandone nello stesso tempo la loro idoneità statica.

Lo studio è stato condotto sia mediante ricognizioni di superficie, avvalendosi dei dati raccolti in precedenti lavori effettuati sulla stessa facies Petrografica, sia eseguendo una campagna geognostica diretta, con l'esecuzione di due scavi con escavatore meccanico (denominati P1 e P2) spinti fino alla profondità di 1,50 metri, sia delle indagini dirette con due prove penetrometriche (denominati Pt1 e Pt2) spinte fino alle profondità, rispettivamente di 1,30 e 1,50 metri, allo scopo di caratterizzare la natura del terreno di fondazione e stimarne le caratteristiche geotecniche.

Si è reso necessario verificare anche, se l'area in cui sarà realizzato quanto in progetto, rientra nei vincoli delimitate ai sensi del **D.A. n° 298/41 del 4/7/2000 Piani Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico**.

La presente è stata adeguata al **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018** (*Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008*), che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. In particolare sono state eseguite due prospezione sismiche con il metodo *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)*, (denominati T1 HVSR1 e T2 HVSR2) metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle onde  $V_s$  a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie.

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)* è stata eseguita per risalire al valore del  $V_{s,eq}$  e la frequenza di risonanza dei terreni, e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell'area con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento al fine di una progettazione sismica delle strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali



(attività antropiche).

La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 2).

**- SPECIFICHE TECNICHE -**

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello
- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

Fig. 2



Sensore sismico 3D da superficie, frequenza geofoni 2 hz, contenitore in alluminio, piedini di supporto per utilizzo su pavimentazione o infissione nel terreno, bolla di livellamento, maniglia di trasporto.



SYSMATRACK  
Sismografo 12 canali, espandibile a 24, risoluzione 24 bit, con batteria integrata

**- Specifiche geofoni -**

- Frequenza naturale:  $2 \pm 0,75$  Hz
- Resistenza della bobina a  $25^\circ \text{C} \pm 5\%$ : 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a 3810 Ohm  $\pm 10\%$ : 2 V / in / sec
- Massa  $\pm 5\%$ : 23 g

Dalla raccolta e dall'elaborazione dei dati acquisiti è stato possibile fornire, per quanto di specifica competenza, tutte le informazioni utili per una opportuna verifica e scelta delle soluzioni progettuali da adottare.

Infine, si fa presente che in sede esecutiva si deve realizzare una campagna di indagini geognostiche e geotecniche al fine di avere un quadro completo dell'area dal punto di vista geologico-tecnico, oltre una campagna indagini sismiche, tipo Masw e/o HVSR, in modo da coprire tutta l'area dell'impianto.

**INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO**

L'area in esame, dal punto di vista topografico, è compresa nella tavoletta, in scala 1:25.000, "CASTELVETRANO", F° 257 II S.O. della Carta d'Italia edita dall'IGM, e nella C.T.R. n. 618050 in scala 1:10.000, nel Territorio del Comune di Mazara del Vallo (Fig. 1, Fig. 3, Fig. 4), a circa 12 Km a nord-est dall'Abitato di Mazara del Vallo, a 2 km dal lago della Trinità in direzione ovest e circa 4 Km a nord-ovest da Castelvetro in corrispondenza di un'area pianeggiante, all'interno di un lotto di terreno che si trova ad una quota di circa 140 m s.l.m..

Il sito ricade in corrispondenza di un'area sub-pianeggiante con quota media di circa m 90 m s.l.m..

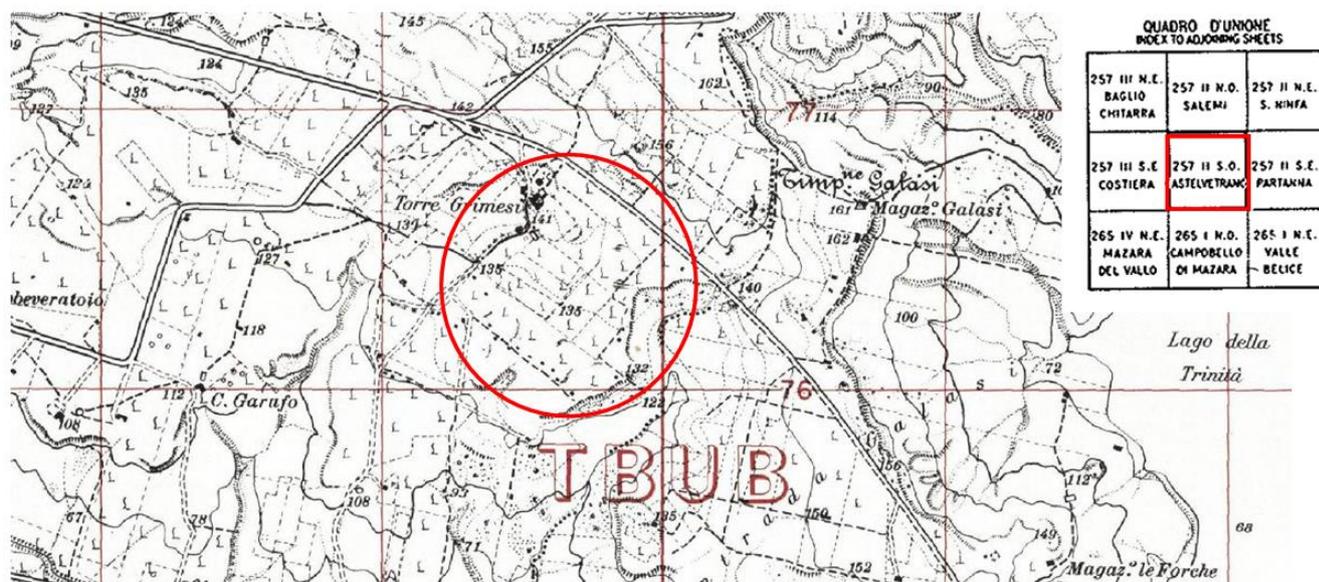


Fig. 3 – Stralcio IGM scala 1:25.000 - F° 257 II S.O. Tav. “Castelvetrano”

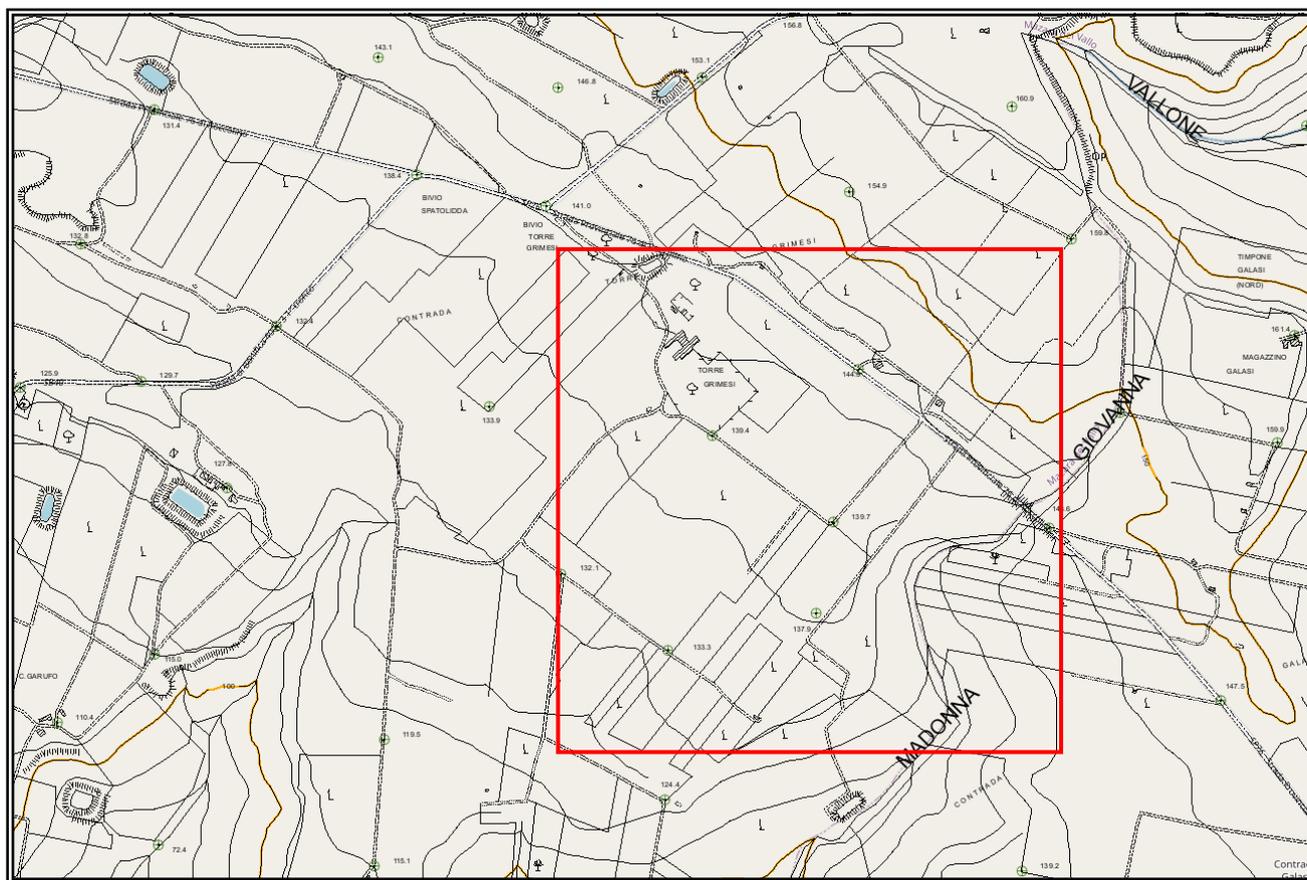


Fig. 4 – Rilievo aerofotogrammetrico - Scala 1:10.000 - in rosso la delimitazione dell'area



L'area è raggiungibile percorrendo la Strada Provinciale SP76 Roccolino e la Strada SB 40 Strada di Bonifica 40 n. 31° Tronco (fig. 4).



Fig. 5 – ubicazione area impianto

Geomorfologicamente l'area è caratterizzata dalla presenza di diversi ordini di terrazzi marini (D'Angelo, Vernuccio, 1996) ad andamento sub-pianeggiante che sono il risultato delle ripetute azioni del mare nel Quaternario, a luoghi interrotti da solchi e incisioni naturali, che con pendenze molto blande, si sviluppano dalla linea di costa verso l'interno, che nelle aree più interne si contrappongono a morfologie di tipo collinare, con rilievi modesti e pendenze molto blande.

Verso le aree più interne affiorano terreni a prevalente componente argillosa caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato, costituiti da argille e argille sabbiose della Formazione Terravecchia e dai depositi di fondovalle di origine fluviale.

Tali litologie sono ricoperte da una coltre di alterazione di natura limo sabbiosa e di suolo agrario dello spessore variabile da pochi centimetri a 1,00 m circa.

Le pendenze sono molto modeste sia in corrispondenza degli affioramenti calcarenitici, sia in corrispondenza degli affioramenti argillosi, caratterizzati da versanti con forme blande e mammellonari.



Il rilievo di superficie e le indagini dirette in loco, ci permettono di avere delle buone garanzie, allo stato attuale, circa la stabilità dell'area all'interno della quale devono essere realizzate le opere in progetto.

Quindi, l'assetto morfologico esistente allo stato attuale è tale da non indurre nessuna preoccupazione circa la stabilità dell'area indagata.

La rete idrografica è rappresentata da una serie impluvi e dal T. Gazzera, che confluiscono nel Fiume Delia, che nel tratto finale prende il nome di Fiume Arena e sfocia nel mare Mediterraneo da Mazara del Vallo.

Nel tratto centrale del fiume, a Nord Ovest di Castelvetro, una diga in terra ha dato origine al Lago della Trinità. Tale corso d'acqua ha un regime idrologico di tipo torrentizio, con deflussi superficiali esigui o del tutto assenti nei periodi estivi.

Infine, per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Arena (054) (Fig. 4), tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica nè da rischio idraulico, mentre in parte è interessata da rischio da esondazione per ipotetico collasso della Diga Trinità, *come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate* (Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7).

## **Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 e ss. mm. ii.)

### **Bacino Idrografico del Fiume Arena (054)**



Fig. 4

Pertanto, si ritiene il sito idoneo alla realizzazione dell'opera, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe. Inoltre, dalla consultazione del *Piano di Gestione dei siti Natura 2000*, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC). (Fig. 7)

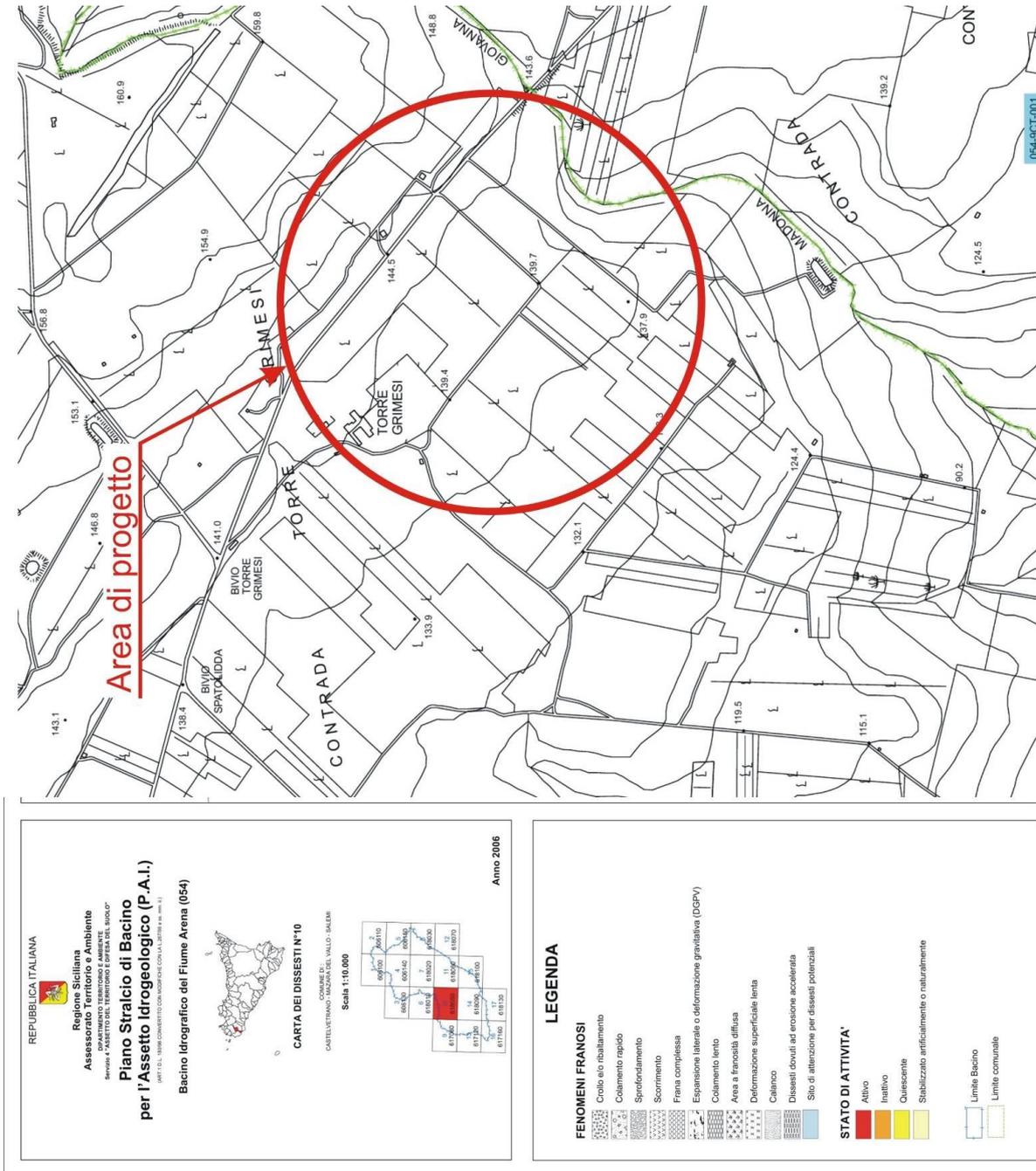


Fig. 5

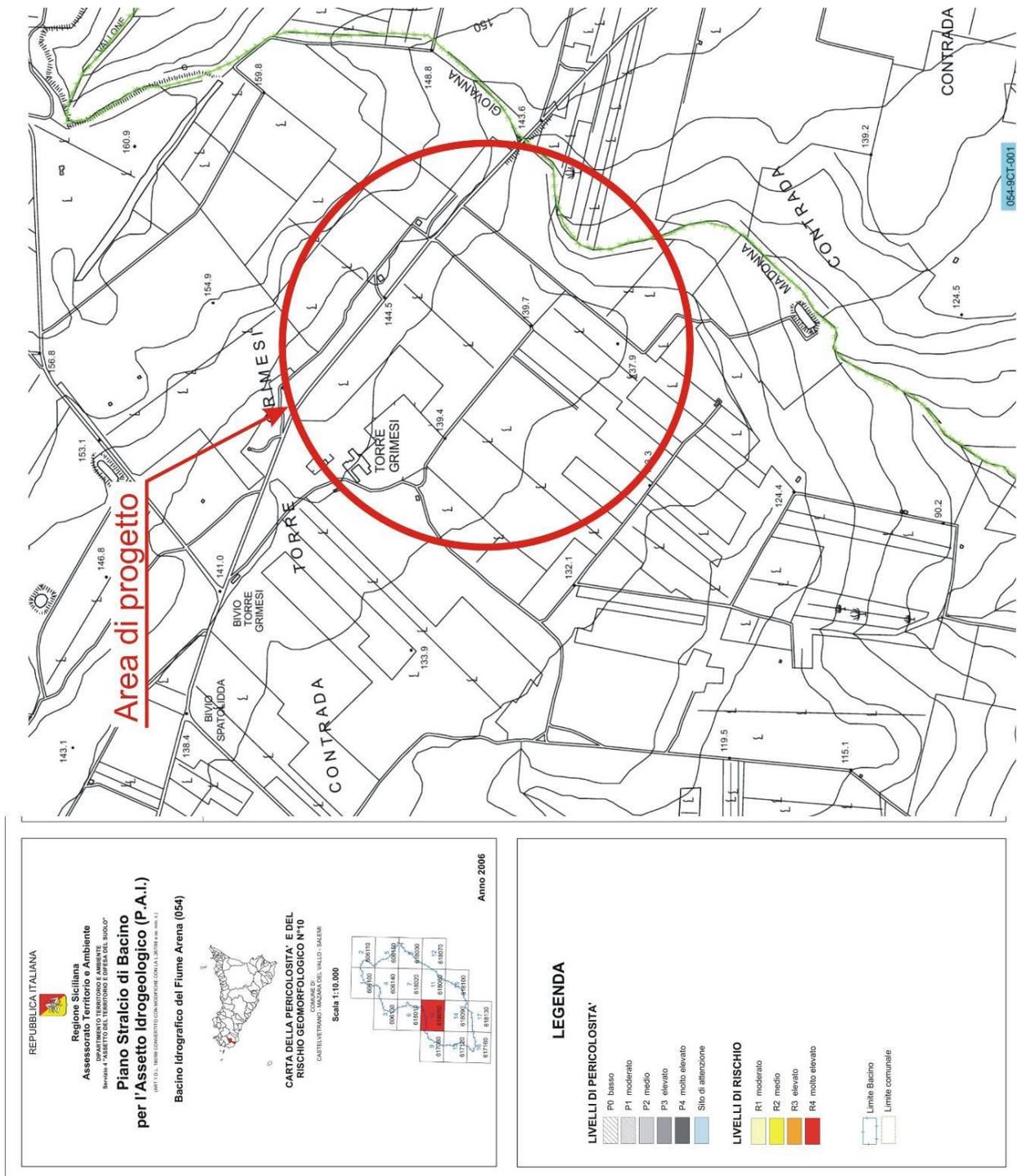


Fig. 6

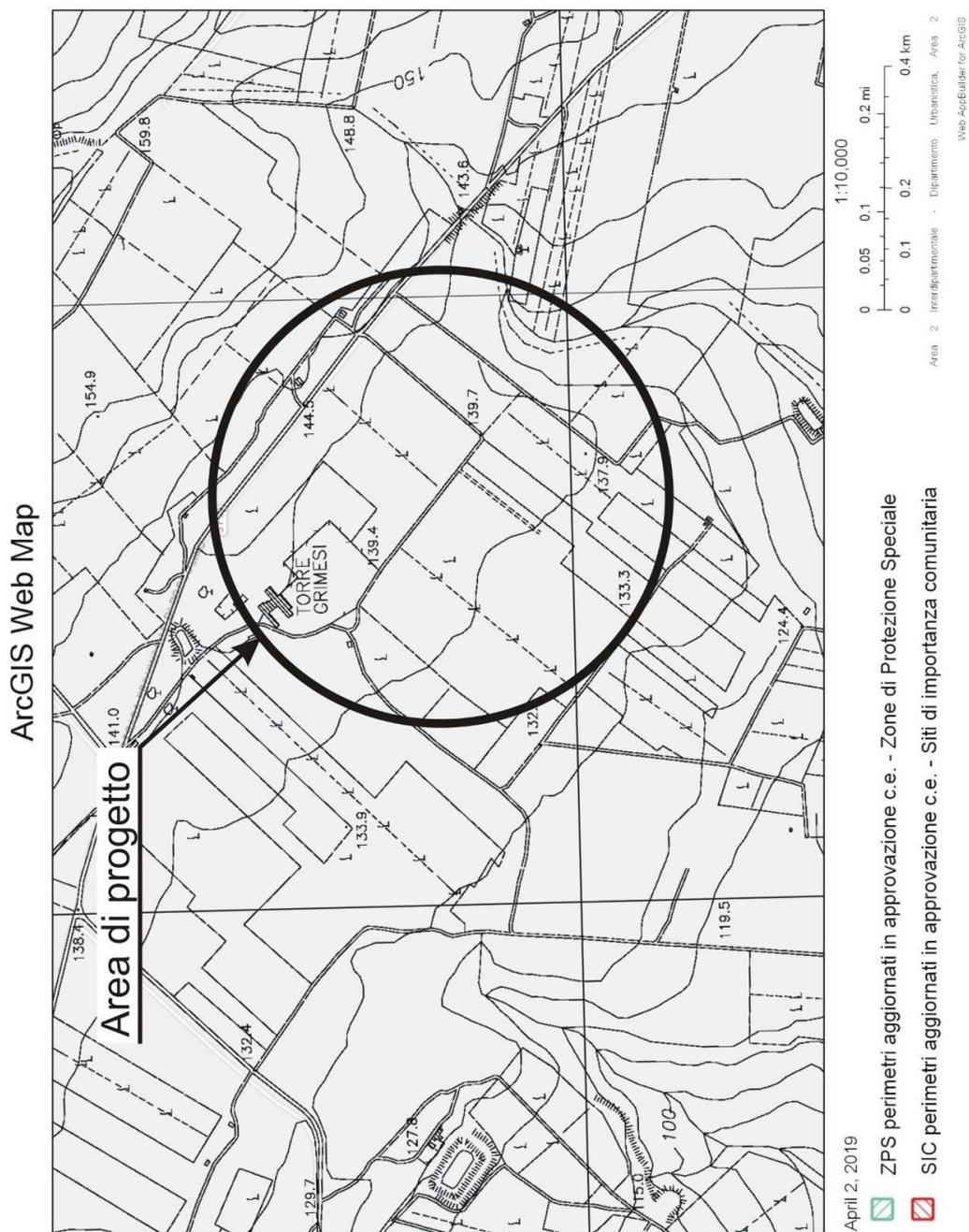


Fig. 7

### **GEOLOGIA ed IDROGEOLOGIA**

Al fine di ricostruire la locale serie stratigrafica è stato eseguito un rilevamento geologico di superficie sui terreni interessati dal progetto ed opportunamente esteso alle aree limitrofe. Dal rilevamento di superficie è emerso che affiorano i seguenti termini litostratigrafici rappresentati nella carta geologica (fig. 8) e che dall'alto verso il basso, sono così descritti:



1. *Sintema di Capo Plaia: depositi di fondovalle costituiti da ciottoli eterometrici e poligenici, sabbie e ghiaie in matrice limo-sabbiosa, depositi colluviali, fluviali, eolici e palustri successivi all'ultima glaciazione (Olocene);*
2. *Sintema di Barcarello: Depositi marini di ambiente litorale che si rinvencono nella fascia costiera, costituiti da calcareniti, calciruditi bioclastiche con Strombus Bubbonius, Patella Ferruginea, Echinidi e Coralli, con livelli sabbiosi a stratificazione incrociata, passanti lateralmente a sabbie e suoli rimaneggiati con livelli a ciottoli allineati e gusci di gasteropodi terrestri - Pleistocene sup. - (Tirreniano)*
3. *Sintema di Borromia - Conglomerati fluvio-lacustri: Ciottoli poligenici arrotondati in matrice sabbioso-ghiaioso rossastra. Argille e argille sabbiose con ciottoli e lenti di sabbia (Pleistocene medio-sup.);*
4. *Sintema di Paceco: Sabbie sciolte ed arenarie a stratificazione incrociata e parallela. Passano verso l'alto a conglomerati e sabbie cementate con locali intercalazioni di calcareniti giallastre e microconglomerati rossastri (Pleistocene medio-sup.);*
5. **Sintema di Marsala:** *conglomerati, calcareniti bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolari di conglomerati, Luoghi presenza di lenti Sabbioso argilloso contenenti fossili - Pleistocene inferiore (Emiliano - Siciliano);*
6. *Formazione marnoso arenacea del Belice: Argille e marne più o meno sabbiose di colore bianco sporco o giallastro con brachiopodi, lamellibranchi e foraminiferi planctonici (Pliocene sup.);*
7. *Trubi: Calcari biancastri teneri e marne bianco-grigiastre a foraminiferi planctonici (Pliocene inf.);*
8. *Fm Pasquasia: Alternanze di gessi selenitici in strati centimetrici ed argille gessose, gessi in lame millimetriche (Balatino), gessi saccaroidi, gessareniti ed argille gessose (Messiniano sup.);*
9. *Formazione Baucina: Calcareniti bioclastiche ricche di gusci e di frammenti di bivalvi cementate, in strati di circa 30 cm di spessore con livelli marnoso sabbiosi e calcari in strati massivi, caratterizzati dalla presenza di biolititi a coralli coloniali del genere porites e gusci di bivalvi ben conservati (Messiniano Inferiore);*
10. *Formazione Terravecchia - facies argillo-marnoso-siltosa, con livelli sabbioso-argillosi: Argille e argille sabbiose grigio verdastre e argille grigie e di colore tabacco in superficie per alterazione, con foraminiferi planctonici, argille marnose biancastre ricche di globigerina e cristalli isolati di gesso, Oligocene inferiore - Miocene medio (Langhiano).*



Nel sito in esame, affiorano i termini del punto 5) costituiti dal *Sistema di Marsala conglomerati, calcareniti bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolari di conglomerati, Luoghi presenza di lenti Sabbioso argilloso contenenti fossili - Pleistocene inferiore (Emiliano - Siciliano)*.

Dal punto di vista idrogeologico, le litologie affioranti nel sito di progetto, in relazione alla percentuale di sabbia in esse contenuta, hanno permeabilità da media a bassa di tipo primario per porosità e secondaria per fratturazione nel caso delle calcareniti cementate. In fase progettuale, considerate le caratteristiche dei terreni, attenzione particolare dovrà essere dedicata alla opportuna previsione di sistemi di drenaggio e smaltimento delle acque superficiali a tergo delle opere da realizzare.



Ortofoto con delimitazione area impianto



## Carta geologica scala 1:10.000

### Legenda

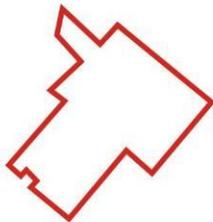


#### **Sintema di Marsala**

conglomerati, calcareniti bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolari di conglomerati, a luoghi presenza di lenti sabbioso argilloso contenenti fossili Pleistocene inferiore (Emiliano - Siciliano)



Argille e limi-sabbiosi con livelli sabbiosi e ghiaiosi Oligocene inferiore - Miocene medio (Langhiano)



Area di progetto

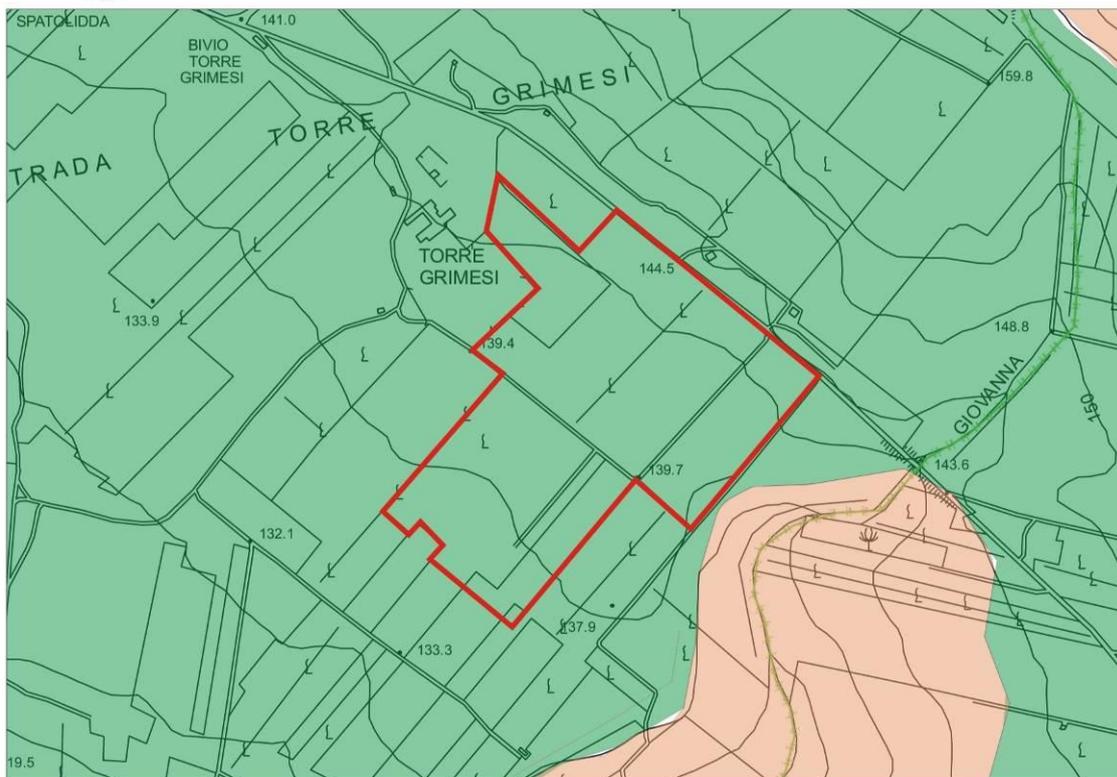


Fig. 8



## **INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU e CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI**

Per ricostruire la stratigrafia puntuale nell'area di progetto e caratterizzare il piano di sedime sul quale verrà realizzata l'opera, sono state eseguite le seguenti indagini ubicate nella planimetria di Fig. 9:

- N.2 pozzetti geognostici con escavatore meccanico (denominati P1 e P2), spinti fino alla profondità di 1,50 metri dal p.c.;
- N.2 Prove Penetrometriche (denominati Pt 1 e Pt 2 del tipo dinamica continua tipo DPM);
- N.2 indagine sismica col metodo "HVSr" (denominati T1 HVSr 1 e T2 HVSr 2).

Quest'ultima indagine studia i microtremiti derivati dal rumore sismico ambientale mediante la tecnica dei rapporti spettrali spettrale tra le componenti del moto orizzontale e le componenti del moto verticale (H/V) meglio conosciuto come o HVSr, per la determinazione mediante le onde trasversali S del parametro  $V_{s,eq}$  (in m/s), necessario per potere catalogare il suolo di fondazione ai sensi del D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" – tab 3.2.II" e per definire la potenza dei vari orizzonti più stratigrafici più profondi.

### **Pozzetti geognostici**

I pozzetti geognostici eseguiti con escavatore meccanico, Pozzetto P1 e Pozzetto P2, ricadono all'interno del sito di progetto, ed hanno evidenziato le seguenti successioni stratigrafiche partire dal piano di campagna:

#### **Pozzetto geognostico P1**

- da 0,00 m a 0,50 m dal piano di campagna: Terreno vegetale di colore bruno-nerastro, di natura limo-sabbioso;
- da 0,50 m a 1,00 m dal piano di campagna: Limo sabbioso di colore bruno-giallastro;
- da 1,00 m a 1,50 m dal piano di campagna: Alternanza di sabbie e calcareniti giallastre cementate.

#### **Pozzetto geognostico P2**

- da 0,00 m a 0,40 m dal piano di campagna: Terreno vegetale di colore bruno-nerastro, di natura limo-sabbioso;
- da 0,40 m a 0,70 m dal piano di campagna: Limo sabbioso di colore bruno-giallastro;
- da 0,70 m a 1,50 m dal piano di campagna: Alternanza di sabbie e calcareniti giallastre cementate.

Duranti gli scavi, all'interno dei pozzetti geognostici si è riscontrata presenza d'acqua (Foto 1, Foto 2, Foto 3). ***I sondaggi sono stati eseguiti nel periodo invernale e molto piovoso,***



***pertanto, in sede esecutiva vanno rifatti i sondaggi per opportune verifiche. In caso di conferma, si ritiene opportuno, drenare le acque con delle canalette e/o pannelli drenati.***



Foto 1 - Sondaggio S2 Grimesi 1



Foto 2 - Sondaggio S1 Grimesi 1



Foto 3 - Sondaggio S1 Grimesi 1

Di seguito si riportano le colonne stratigrafiche (Fig.10 e Fig. 10a).

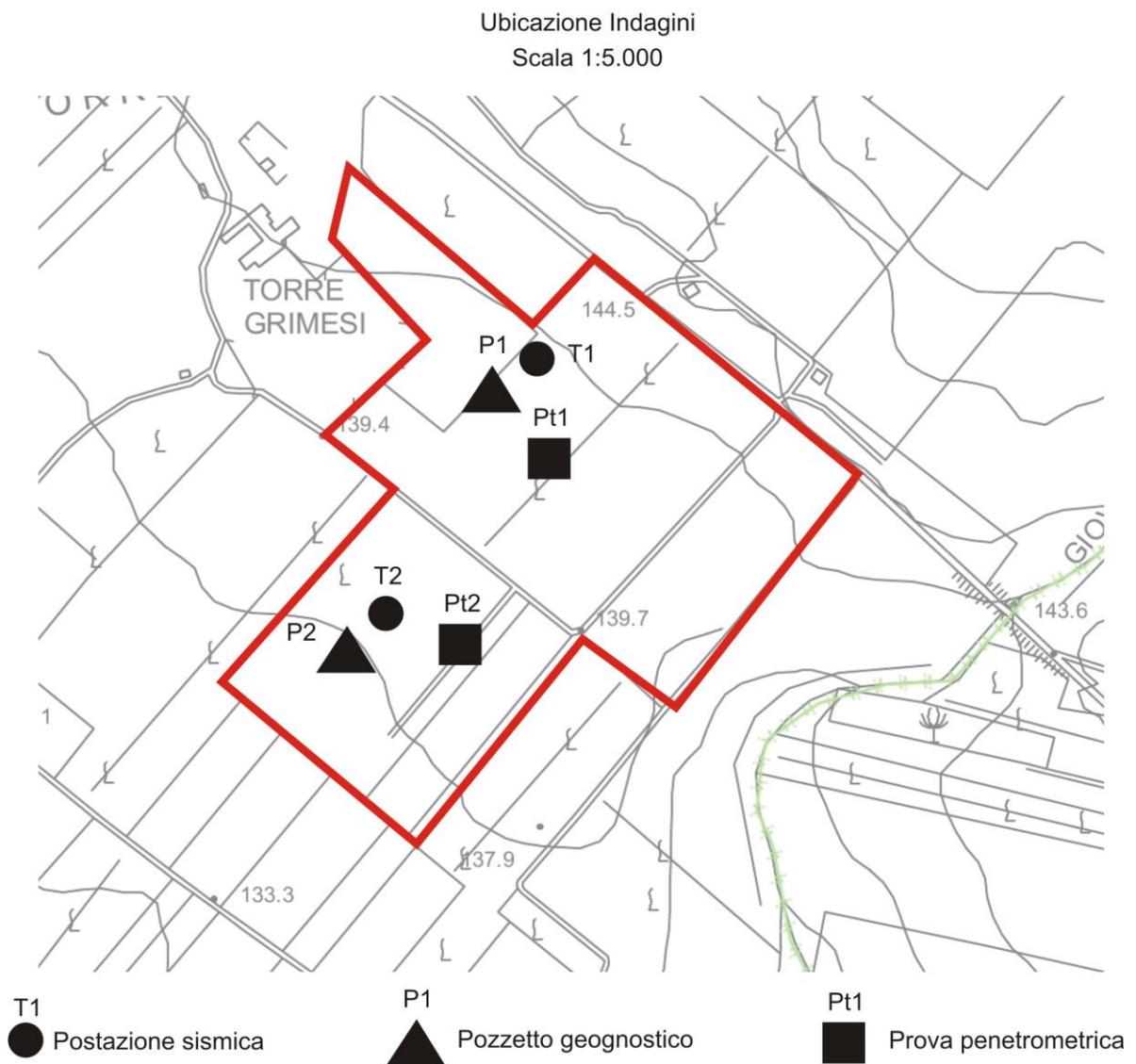


Fig.9



COLONNA STRATIGRAFICA

Quota (m)	Litologie	Descrizione	Quota	Campioni	Metodo Percussione	Presenza Falda	Note
		Terreno vegetale di colore nerastro					
0,50		limo sabbioso di colore bruno giallastro	0,50				
1,00		Alternanza di sabbie e calcareniti giallastre cementate	1,00			1,00	
1,50			1,50				

Fig.10 – Colonna stratigrafica del Pozzetto Geognostico P1



COLONNA STRATIGRAFICA

Sondaggio Pozzetto2		Quota piano di campagna (m s.m.) 140,00	Tipo di indagine Pozzetto geognostico		Coordinate XY		Data 16/02/2019
Località Nazara del Vallo (TP)		Committente					
Oggetto dei lavori Progetto per la realizzazione di un campo fotovoltaico denominato "GRINESI1"							Tivella tipo Escavatore meccanico
Litologie	Descrizione	Quota	Campioni	Metodo Perforazione	Presenza Falda	Note	
	Terreno vegetale di colore nerastro						
		0.40					
	limo sabbioso di colore bruno giallastro				0.50 		
		0.70					
	Alternanza di sabbie e calcareniti giallastre cementate						
		1.50					

Fig.10a – Colonna stratigrafica del Pozzetto Geognostico P2



### **Sondaggi penetrometrici dinamici continui DPM**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica per tratti consecutivi, misurando il numero di colpi necessari.

Il test di resistenza penetrometrica dinamica (DPM) eseguito a quota fondazione, ha consentito di determinare lo stato di consistenza in situ dei tipi litologici costituenti il substrato dell'area interessata.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico "Dynamic Probing della GeoStru Software" che 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*.

I risultati forniti dall'indagine hanno consentito la caratterizzazione del sottosuolo, dal punto di vista dei rapporti geometrici e stratigrafici e dal punto di vista geotecnico.

Le caratteristiche dello strumento sono:

- maglio battente a caduta libera del peso di Kg. 30.
- peso aste di acciaio Kg. 2,90 ml.
- diametro delle aste 2.00 cm..
- punta conica a perdere con angolo di penetrazione 60°.
- altezza di caduta libera del maglio 20 cm. (costanti).

La prova penetrometrica dinamica consiste nel conteggio del numero dei colpi (N) necessari per infiggere mediante un peso una batteria di aste nel terreno di successive quantità costanti (10 cm.), per effetto di un maglio battente di 30 Kg. che cade da un'altezza costante di 20 cm. sulla testa della batteria.

Il metodo di elaborazione dei dati di campagna adottato, si basa sulle correlazioni fra l'energia necessaria per una penetrazione unitaria della punta conica e le caratteristiche di resistenza del terreno ed è riportato in letteratura come FORMULA OLANDESE.

Riportando su un diagramma in ascisse il valore di (N) ed in ordinate la profondità di indagine espressa in metri, si sono ricavati i logs penetrometrici allegati, il cui andamento evidenzia, le variazioni litologiche e di consistenza dei litotipi attraversati in funzione del numero di colpi:

✓ *dal p.c. a 0,50 m dal p.c. il test ha interessato il terreno di copertura, caratterizzato da una "consistenza variabile", in quanto il numero di colpi varia in dipendenza dell'eterogeneità del materiale stesso  $N_{\text{medio}} = 1,52 - 1,71$ ;*

✓ *da 0,50 a 1,00 m dal p.c. il numero di colpi subisce un graduale incremento ( $N_{\text{medio}} = 4,38 - 6,24$  colpi):*



✓ da 1,00 a 1,50 m dal p.c. il numero di colpi subisce un graduale incremento (N medio = 10,76 - 13,95 colpi).

### Parametri geotecnici

Sulla base delle indagini eseguite e dall'elaborazione dei sondaggi penetrometrici effettuati, il volume di terreni in questione, è divisibile in tre livelli, le cui caratteristiche fisico meccaniche risultano essere le seguenti:

- **Livello 1** (dal p.c. a - m 1,00) – Terreni di copertura di natura limo-sabbioso poco consistente:

$\gamma = 1,52 - 1,54 \text{ t/mc}$ ;  $C' = 0,05 \text{ Kg/cmq}$ ;  $\varphi' = 19,56^\circ - 20,87^\circ$ ;  $Cu = 0,11 - 0,17 \text{ Kg/cmq}$ ;

- **Livello 2** (da - m 1,00 a - m 1,50 circa dal p.c.) – **Limo sabbioso**:

$\gamma = 1,79 - 1,82 \text{ t/mc}$ ;  $C' = 0,10 \text{ Kg/cmq}$ ;  $\varphi' = 23,51^\circ - 24,67^\circ$ ;  $Cu = 0,44 - 0,45 \text{ Kg/cmq}$ ;

- **Livello 3** (da - m 1,00 a - m 1,50 circa dal p.c.) – **Sabbie**:

$\gamma = 2,01 - 2,05 \text{ t/mc}$ ;  $\varphi' = 27,70^\circ - 28,43^\circ$ ;  $Cu = 1,18 - 1,23 \text{ Kg/cmq}$ ;

Di seguito si riportano le tabelle delle prove penetrometriche (Prova n. 1 e Prova n. 2)

#### PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
 Prova eseguita in data 16/02/2019  
 Profondità prova 1,30 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	1	0,857	2,86	3,34	0,14	0,17
0,20	3	0,855	8,56	10,02	0,43	0,50
0,30	1	0,853	2,85	3,34	0,14	0,17
0,40	3	0,851	8,52	10,02	0,43	0,50
0,50	2	0,849	5,67	6,68	0,28	0,33
0,60	7	0,847	19,80	23,38	0,99	1,17
0,70	4	0,845	11,29	13,36	0,56	0,67
0,80	10	0,843	28,16	33,40	1,41	1,67
0,90	9	0,842	24,00	28,52	1,20	1,43
1,00	11	0,840	29,27	34,86	1,46	1,74
1,10	16	0,788	39,95	50,70	2,00	2,54
1,20	19	0,786	47,34	60,21	2,37	3,01
1,30	20	0,785	49,73	63,38	2,49	3,17

#### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**

##### **Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	Terzaghi-Peck	0,11
Strato 2	6,24	1,00	Terzaghi-Peck	0,45
Strato 3	13,95	1,30	Terzaghi-Peck	1,23

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 2	6,24	1,00	Meyerhof ed altri	1,82
Strato 3	13,95	1,30	Meyerhof ed altri	2,05

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Shioi-Fukuni (1982)	19,35
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Shioi-Fukuni (1982)	24,67
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Shioi-Fukuni (1982)	28,43

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Bowles (1982)	22,56
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Bowles (1982)	36,72
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Bowles (1982)	239,40

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Begemann (1974)	30,59
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Begemann (1974)	40,28
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Begemann (1974)	219,94

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,52	0,50	1,52	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	6,24	1,00	6,24	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	13,95	1,30	13,95	(A.G.I.)	0,33

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova

DPM (DL030 10) (Medium)  
 16/02/2019  
 1,50 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )



0,10	1	0,857	2,86	3,34	0,14	0,17
0,20	2	0,855	5,71	6,68	0,29	0,33
0,30	2	0,853	5,70	6,68	0,28	0,33
0,40	4	0,851	11,36	13,36	0,57	0,67
0,50	5	0,849	14,17	16,70	0,71	0,83
0,60	6	0,847	16,97	20,04	0,85	1,00
0,70	4	0,845	11,29	13,36	0,56	0,67
0,80	8	0,843	22,53	26,72	1,13	1,34
0,90	7	0,842	18,67	22,18	0,93	1,11
1,00	6	0,840	15,97	19,01	0,80	0,95
1,10	8	0,838	21,25	25,35	1,06	1,27
1,20	15	0,786	37,38	47,54	1,87	2,38
1,30	19	0,785	47,24	60,21	2,36	3,01
1,40	21	0,733	48,77	66,55	2,44	3,33
1,50	23	0,731	53,30	72,89	2,66	3,64

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	Terzaghi-Peck	0,17
Strato 2	4,38	0,80	Terzaghi-Peck	0,44
Strato 3	10,76	1,50	Terzaghi-Peck	1,18

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	Meyerhof ed altri	1,54
Strato 2	4,38	0,80	Meyerhof ed altri	1,79
Strato 3	10,76	1,50	Meyerhof ed altri	2,01

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Shioi-Fukuni (1982)	19,56
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Shioi-Fukuni (1982)	23,51
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Shioi-Fukuni (1982)	27,70

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Bowles (1982)	23,13
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Bowles (1982)	31,14
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Bowles (1982)	201,12

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Begemann (1974)	30,98
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Begemann (1974)	36,46
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Begemann (1974)	190,92

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Classificazione	SCIOLTO



				A.G.I. 1977	
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,71	0,40	1,71	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	4,38	0,80	4,38	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	10,76	1,50	10,76	(A.G.I.)	0,33

**CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE**

Ai fini della definizione della classificazione del sottosuolo, come previsto dalla NTC 2018, è stato considerato il valore del parametro  $V_{s,eq}$  (in m/sec) che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S in profondità fino al raggiungimento del substrato, definito dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad \begin{array}{l} H = \text{profondità substrato } (V_s \geq 800 \text{ m/s}) \\ \text{per } H > 30 \text{ m} \quad V_{S,eq} = V_{S,30} \quad (H = 30 \text{ m}) \end{array}$$

con

$H_i$  = spessore dello strato *i*-esimo

$V_{S,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato

$N$  = numero di strati

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da  $V_s$  non inferiore a 800 m/sec

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$  metri nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Di seguito si riporta il valore stimato della  $V_{s,eq}$ , considerato la profondità del substrato oltre i 30 metri, è stata calcolata come  $V_{s,30}$  alla quota di 1,0 m dal p.c., con  $V_{s,eq}$  **HVSR1  $V_{seq}=V_{s30}=188.76$  m/s; HVSR2  $V_{seq}=V_{s30}=306.98$  m/s.**



Per definire l'azione sismica di progetto è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categoria di sottosuolo di fondazioni (NTC 2018):

Di seguito la nuova tabella Tab. 3.2.II.

Tipo di terreno	
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessori massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</b>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definiti per le categorie C e D con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

**Tabella 3.2.II – Categoria di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato**

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo T1 “*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* ” (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

Tabella – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
<b>T1</b>	<b>Superficie pianeggiante, pendio e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></b>
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 $i > 30^\circ$

Alla luce del quadro geofisico emerso e dal calcolo della  $V_{s,eq}$  il sito ricade nella Categoria di suolo “B”.

<b>B</b>	<b>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</b>
----------	--

### **PARAMETRI SISMICI DEL SITO PROGETTUALE**

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, per la valutazione dei diversi stati limiti considerati, è necessario conoscere la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Secondo la nuova normativa sismica D.M. 14/01/2018 si deve far riferimento alle locazioni delle opere riferite ai vertici sismici del reticolo nazionale. Dalle coordinate del punto relativo all'intervento viene indicata la pericolosità sismica sui suoli rigidi tramite i parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$ , per vari tempi di ritorno ( $T_r$ ).



Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di  $0,15 < a_g \leq 0,25$  g. Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica  $a_g$  pari a 0,079 g, una  $F_0$  2,504, un  $T^*c$  0,31 (fig. 13).

Per la determinazione dei parametri sismici è stato utilizzato il software di elaborazione, adeguato al NTC 2018, della S.T.S. Software Tecnico Scientifico.

I risultati sono riportati in seguito e allegati alla presente.

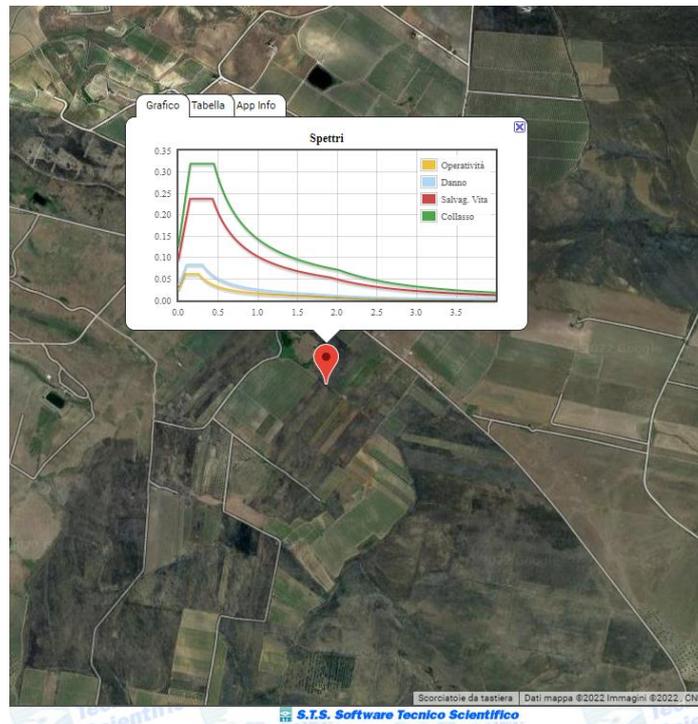


Fig. 13

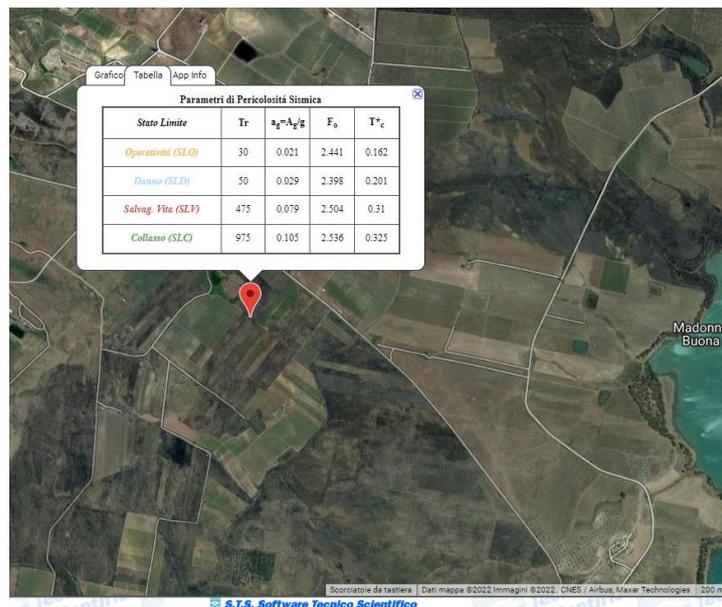


Fig. 13



## Coordinate geografiche del sito di progetto

Coordinate geografiche del sito di progetto:

Decimali: Lat.: 37.713013 °; Long.: 12.728713°

Gradi, Minuti, Secondi:

Lat.: 37°42'46.85"N; Long.: 12°43'43.37"E

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N:

E: 299799.220; N: 4176402.142

## Risultati Sondaggi Sismici HVSr 1 e HVSr 2:

### HVSr1

#### Rapporto spettrale H/V

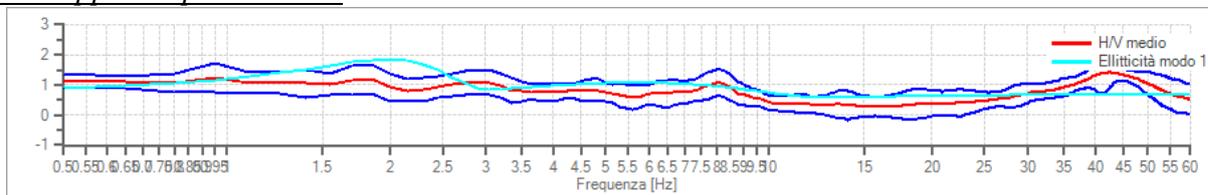
##### Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	60.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamiento:	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento:	5.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

##### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 42.35 Hz  $\pm$ 0.38 Hz

##### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

##### Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

## Modello stratigrafico

##### Dati riepilogativi:



Numero strati: 3  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 2.00 Hz  
 Valore di disadattamento: 0.41  
**Valore Vseq: 188.76 m/s**

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	3.25	18	0.3	100
2	3.25	22.38	18	0.3	192
3	25.63	15	18	0.3	457

**Rapporto spettrale H/V  
 HVSr2**

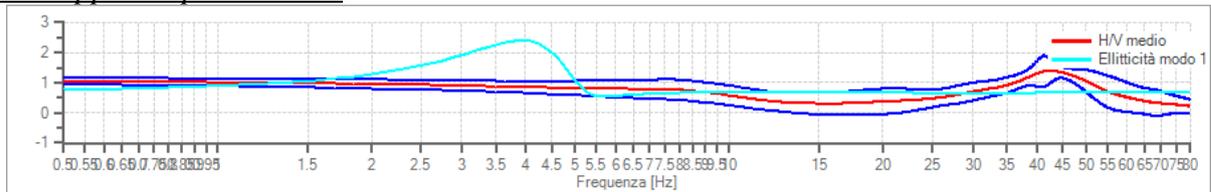
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 80.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamiento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamiento: 5.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 42.50 Hz ±0.29 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

**Modello stratigrafico**



Dati riepilogativi:

Numero strati: 3  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 3.95 Hz  
 Valore di disadattamento: 0.46  
**Valore Vseq: 306.98 m/s**

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	3	18	0.3	200
2	3	13.26	18	0.3	219
3	16.26	20	18	0.3	622

**In entrambi i due sondaggi sismici con metodo HVSR non è stato individuato un substrato sismico a profondità < 30.0m, Vseq=Vs30**

**HVSR1 Vseq=Vs30= 188.76 m/s**

**HVSR2 Vseq=Vs30= 306.98 m/s**

**Pertanto rientra nella Categoria suolo: "C"**

<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
----------	--

***I risultati dettagliati sull'indagine sismica sono ampiamente descritti nella relazione geofisica.***

**CLASSIFICAZIONE SISMICA**

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di **Mazara del Vallo**, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003.

<b>Zona sismica 2</b>	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
---------------------------	--

Il comune di Mazara del Vallo è riportato al progressivo n. 11 classificato in zona 2 e di II° categoria.



COMUNI CLASSIFICATI IN ZONA 2						
PROGRESSIVO	Codice Istat 2001	PROVINCIA	COMUNE	Categoria secondo la classificazione sismica precedente (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica prevista dall'Ordinanza n.3274/2003	Nuova Classificazione sismica della Regione Siciliana
				Categoria	Zona	Zona
11	19081012	TRAPANI	Mazara del Vallo	II	2	2

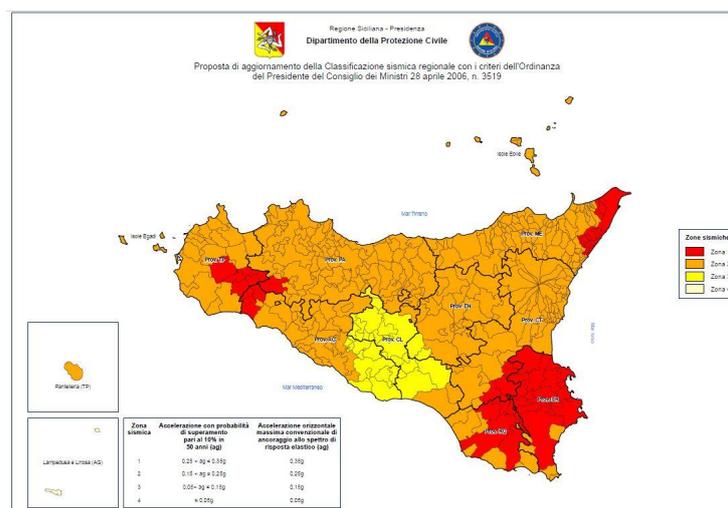
Il nuovo studio di pericolosità allegato all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione ( $a_g$ ), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

L'Ordinanza, tra l'altro, individua i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

Sono individuate quattro zone, a pericolosità decrescente, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A ( $a_g$ ), ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni ( $a_g$ )	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g$ )
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Nel 2021, in seguito a segnalazioni da parte di alcuni Ordini Professionali nonché da diversi comuni della Provincia di Agrigento e Caltanissetta, si è appurata l'incongruenza tra la classificazione sismica nazionale e quella vigente nel territorio della Sicilia. A seguito delle opportune verifiche e acquisiti i necessari riscontri tecnici, il Dipartimento Regionale Protezione Civile Sicilia ha elaborato una proposta di aggiornamento (Delibera n. 81 del 24/02/2022) della vigente classificazione sismica regionale, attraverso l'applicazione dei criteri esposti all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519.



Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	$0,25 < ag \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < ag \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < ag \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

Sulla base della proposta di aggiornamento, il territorio di Mazara del Vallo, mantiene la categoria con rischio più elevato, con  $ag$  0,0833.

COMUNI CLASSIFICATI IN ZONA 2								
ag	COMUNE	CODICE ISTAT	SIGLA PROV.	PROVINCIA	CLASSIFICAZIONE ex DGR 408/2003	ELABORAZIONE DRPC SICILIA (Criteri OPCM 3519/2006)	NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA	NOTE
0,0833	MAZARA DEL VALLO	19081012	TP	TRAPANI	2	3	2	Mantiene la categoria con rischio più elevato

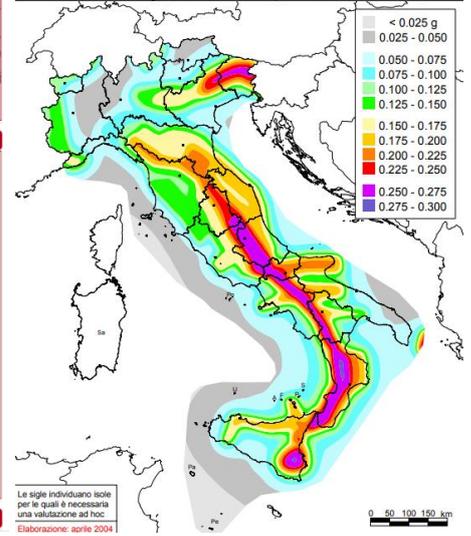


## MAPPE DI PERICOLOSITA' SISMICA

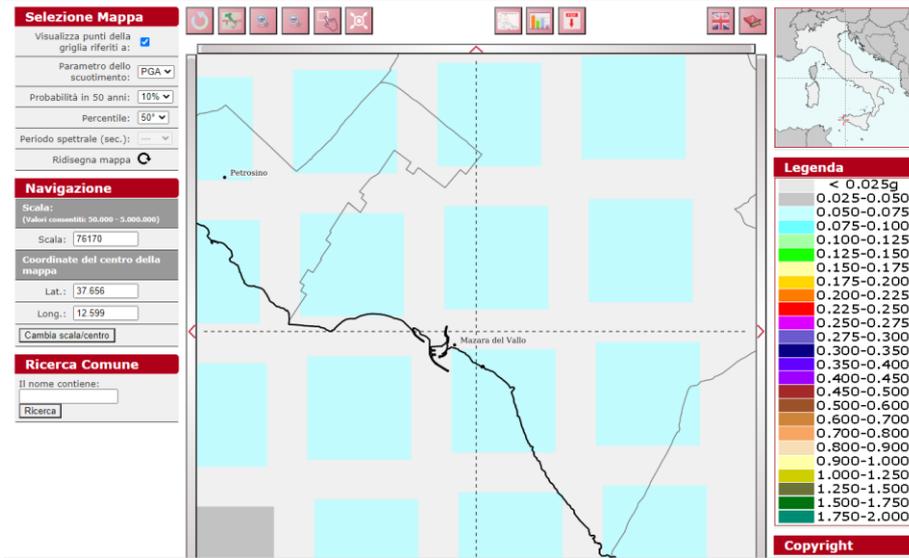
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

### Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 26 aprile 2006 n. 3619, All.1b)  
 espressa in termini di accelerazione massima del suolo  
 con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni  
 riferita a suoli rigidi ( $V_{s0} > 800$  m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



### Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



## SISMICITA' DEL SITO

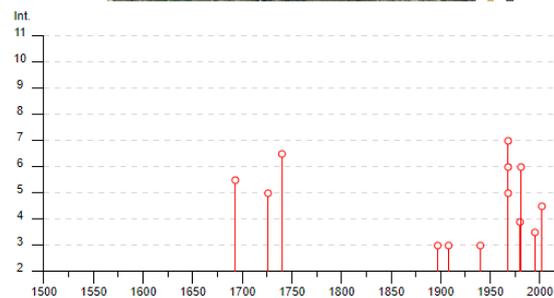
### Eventi sismici dal 1500 al 2020 nel comune di Mazara del Vallo e nelle vicinanze

#### Mazara del Vallo

PlaceID: IT\_66236  
 Coordinates (lat, lon): 37.656, 12.596  
 Municipality (ISTAT 2015): Mazara del Vallo  
 Province: Trapani  
 Region: Sicilia  
 No. of reported earthquakes: 14



Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
5	1726	09	01	21	55		Tirreno meridionale	8	7-8	5.48
6-7	1740	06	13				Stretto di Sicilia	3	6-7	4.86
3	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale	85	5	4.52
3	1908	12	29	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
NF	1910	01	25	08	27		Tirreno meridionale	34	5	4.48
3	1940	01	15	13	19	2	Tirreno meridionale	60	7-8	5.29
7	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41
6	1968	01	25	09	56	4	Valle del Belice	32	8	5.37
5	1968	02	12	16	26	0	Valle del Belice	14	6	4.66
F	1980	05	28	19	51	2	Tirreno meridionale	44	5-6	5.66
6	1981	06	07	13	00	5	Mazara del Vallo	50	6	4.93
3-4	1995	05	29	06	52	2	Isole Egadi	45	5	4.78
4-5	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale	132	6	5.92



▼ Customize the diagram

Minimum intensity:

Maximum intensity:

Minimum Year:

Maximum year:

Distance between years tick:



Osservazioni disponibili											
IS	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	Ae	Io	Mw	Rt	Rt1
7	1968	01	15	02	01	9	Valle del Belice	10	6.12	CFTI	BOA997
6-7	1740	06	13				Sciaccia	7-8	5.37	DOM	BAA996
6	1981	06	7	13			Mazara del Vallo	6	4.60	DOM	COS996
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia Orientale	11	7.41	CFTI	BOS981
5	1726	09	01	21	55		Palermo	8	5.61	CFTI	BOA997
4-5	2002	09	06	01	21	29	Palermo	6	5.89	INGVAM	AZA003
3	1908	12	28	04	20	27	Calabria Meridionale	11	7.24	CFTI	BOA997
3	1940	01	15	13	19	24	Golfo di Palermo	7-8	5.34	CFTI	BOA997

(da: DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 - Stucchi et alii. - 2007)

Is: intensità nel Comune x 10 (scala MCS).

Me, Gi, Or, Mi, Se: mese, giorno, ora, minuto e secondo di accadimento dell'evento sismico.

AE: denominazione dell'area dove si sono verificati i massimi effetti.

Io: intensità epicentrale x 10 (scala MCS)

## **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Dall'analisi dei dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e geostrutturali descritti nelle varie parti di questo lavoro e sulla base dei dati sismici e geomeccanici riportati nei paragrafi della presente relazione, si possono trarre le seguenti conclusioni:

Al di sotto di uno strato di terreno alterato e di riporto di spessore variabile da 0,00 - 1,00 metri circa, si trova il litotipo fondazionale costituito dal Sintema di Marsala: Conglomerati, calcareniti bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolari di conglomerati, a luoghi presenza di lenti sabbioso argilloso contenenti fossili del Pleistocene inferiore (Emiliano-Siciliano), con buone caratteristiche meccaniche, tali da sopportare con ampio margine di sicurezza il carico delle opera in oggetto, dove le due  $V_{s,eq}$  hanno valori di:

**HVSR1  $V_{seq}=V_{s30}= 188.76$  m/s**

**HVSR2  $V_{seq}=V_{s30}= 306.98$  m/s**

**Pertanto rientrano nella Categoria di suolo: "C"**

<b>C</b>	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</b>
----------	---

✓ La costruzione delle opere in progetto risultano compatibile con le caratteristiche morfologiche del sito di sedime, il quale non è interessato attualmente, da fenomeni di dissesto profondi e/o superficiali, né di tipo erosivo evolutivo;

Per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del F. Arena (054) (fig. 4). Tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica nè da rischio idraulico, mentre in parte è interessata da rischio da esondazione per ipotetico collasso della Diga Trinità, come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate.



- ✓ Si ritiene che il sito è idoneo alla realizzazione delle opere, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe.

*Si raccomanda nella fase di progettazione di tenere conto della presenza di acqua riscontrata durante l'esecuzione dei pozzetti geognostici che potrebbe interferire con il piano di fondazione. **I sondaggi sono stati eseguiti nel periodo invernale e molto piovoso, pertanto, in sede esecutiva vanno rifatti i sondaggi per opportune verifiche. In caso di conferma, si ritiene opportuno, drenare le acque con delle canalette e/o pannelli drenati.***

✓ Dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC). Tale Natura 2000 è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una «rete») di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione stessa ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della direttiva «Habitat».

Da quanto sin qui esposto si evince che non vi sono caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche o litotecniche tali da risultare ostative alla realizzazione dell'opera, se non l'attenersi a soluzioni progettuali idonee. **Si rimanda al progettista per le scelte più opportune di propria competenza.**

La strumentazione utilizzata per le analisi del microtremore sismico è stato utilizzato una stazione singola geofonica con tre geofoni, consistente in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 2), dove i risultati, elaborati con il software Easy HVSR della Geostru, hanno calcolato una velocità equivalente: **HVSR1  $V_{seq}=V_{s30}= 188.76$  m/s; HVSR2  $V_{seq}=V_{s30}= 306.98$  m/s, dalle prove sismiche nel sito in esame è stato possibile, ottemperando al D.M. 17/01/2018, di classificare il sito appartenente alla Categoria di Suolo "C"**

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
---	--

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo **T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ "** (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).



Coordinate geografiche del sito di progetto:

Decimali: Lat.: 37.702028°; Long.: 12.681100°

Gradi, Minuti, Secondi: Lat.: 37°42'7.30" N; Long.: 12°40'51.96"E

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N: E: 295571.559; N: 4175285.923

Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di ag compresi  $0,15 \leq ag < 0,25g$ . Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica ag pari a 0,789 g, una Fo 2,506, un T\*c 0,310.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici, si consigliano quelli riassunti nelle tabelle delle prove Penetrometriche:

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

##### Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	Terzaghi-Peck	0,11
Strato 2	6,24	1,00	Terzaghi-Peck	0,45
Strato 3	13,95	1,30	Terzaghi-Peck	1,23

##### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 2	6,24	1,00	Meyerhof ed altri	1,82
Strato 3	13,95	1,30	Meyerhof ed altri	2,05

##### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Shioi-Fukuni (1982)	19,35
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Shioi-Fukuni (1982)	24,67
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Shioi-Fukuni (1982)	28,43

##### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Bowles (1982)	22,56
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Bowles (1982)	36,72
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Bowles (1982)	239,40

##### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Begemann (1974)	30,59
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Begemann (1974)	40,28
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Begemann (1974)	219,94

##### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Classificazione
--	------	--------------	-------------------	--------------	-----------------



		(m)	presenza falda		AGI
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,52	0,50	1,52	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	6,24	1,00	6,24	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	13,95	1,30	13,95	(A.G.I.)	0,33

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	Terzaghi-Peck	0,17
Strato 2	4,38	0,80	Terzaghi-Peck	0,44
Strato 3	10,76	1,50	Terzaghi-Peck	1,18

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	Meyerhof ed altri	1,54
Strato 2	4,38	0,80	Meyerhof ed altri	1,79
Strato 3	10,76	1,50	Meyerhof ed altri	2,01

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Shioi-Fukuni (1982)	19,56
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Shioi-Fukuni (1982)	23,51
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Shioi-Fukuni (1982)	27,70

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Bowles (1982)	23,13
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Bowles (1982)	31,14
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Bowles (1982)	201,12

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Begemann (1974)	30,98
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Begemann (1974)	36,46
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Begemann (1974)	190,92

**Classificazione AGI**

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



Strato 1	1,71	0,40	1,71	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,71	0,40	1,71	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	4,38	0,80	4,38	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	10,76	1,50	10,76	(A.G.I.)	0,33

Tali parametri, sono sottoposti al calcolista, per il dimensionamento delle fondazioni.

⇒ *si raccomanda, nell'esecuzione dei lavori in oggetto necessari per le intenzioni progettuali, di adottare misure di sicurezza tali da garantire l'incolumità degli operatori;*

⇒ *Si ritiene necessaria la presenza dello scrivente in sede di esecutiva, al fine di verificare la stratigrafia dei terreni di tutto lo spazio areale interessato per la realizzazione dell'opera, e per valutare se integrare eventuali indagini geognostiche.*

*Le considerazioni esposte nel contesto della presente relazione consentono di definire all'atto dell'indagine la idoneità dell'area di progetto ai fini della realizzazione di quanto in progetto, nel pieno rispetto degli equilibri esistenti.*

Montevago, 20 maggio 2022

*Dr. Geologo Leonardo Mauceri*



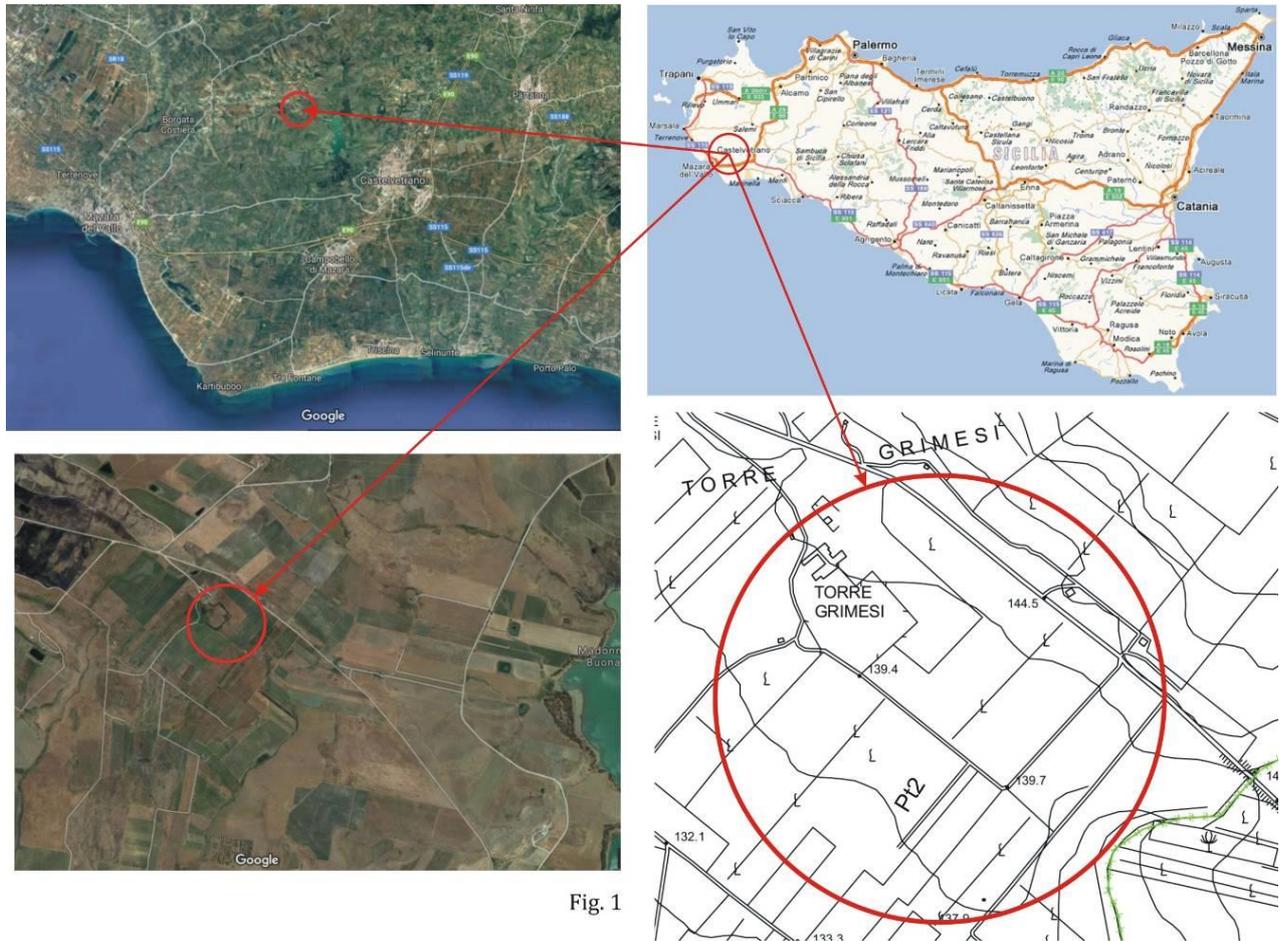
Comune di Mazara del Vallo (TP)

**RELAZIONE  
GEOLOGICO-TECNICA  
E GEOFISICA**

***ALLEGATI***



## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



### Localizzazione dell'impianto



## RELAZIONE GEOFISICA HVSR1 - HVSR2

Dott. geol. Leonardo Mauceri



Studio Geologico

C.FISC: MCRLRD64D28F655F

P.IVA: 01945310843

Via: Olanda, 15  
92010 Montevago - Agrigento

Tel: 0925/38573 - 3473552528 - 3383059800

Fax: 0925/38573

Email: [geologomauceri@gmail.com](mailto:geologomauceri@gmail.com)

[info@maucerigeologo.it](mailto:info@maucerigeologo.it)

PEC: [geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it](mailto:geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it)

Web: [www.maucerigeologo.it](http://www.maucerigeologo.it)

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV04 - Grimesi 1"*



Data: aprile 2022

Il committente:

IL Tecnico

Il Progettista

**Indagine geofisica tramite tecnica HVSR 1 e HVSR 2**



## **Cenni sulla teoria della tecnica HVSR**

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.



Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

La presente è stata redatta in ottemperanza al **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018 (Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008), che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. In particolare è stata eseguita una prospezione sismica con il metodo *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle onde  $V_s$  a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie.

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) è stata eseguita per risalire al valore del  $V_{s,eq}$  e la frequenza di risonanza dei terreni, e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell'area con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento al fine di una progettazione sismica delle strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali (attività antropiche).

La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 1).



### - SPECIFICHE TECNICHE -

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello
- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

Fig. 1



Sensore sismico 3D da superficie, frequenza geofoni 2 hz, contenitore in alluminio, piedini di supporto per utilizzo su pavimentazione o infissione nel terreno, bolla di livellamento, maniglia di trasporto.



SYMATRACK  
Sismografo 12 canali, espandibile a 24, risoluzione 24 bit, con batteria integrata

### - Specifiche geofoni -

- Frequenza naturale:  $2 \pm 0,75$  Hz
- Resistenza della bobina a  $25^\circ \text{C} \pm 5\%$ : 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a 3810 Ohm  $\pm 10\%$ : 2 V / in / sec
- Massa  $\pm 5\%$ : 23 g

L'elaborazione sismica è stata fatta con il software Easy HVSR della GEOSTRU che permette l'analisi del rapporto spettrale dei microtremiti con registrazioni a stazione singola. La semplicità d'uso e la velocità di esecuzione dei calcoli, consente di ottenere risultati immediati nella stima di: frequenza di risonanza, profilo stratigrafico e velocità delle onde di taglio equivalente Vs30. Il tutto secondo le direttive suggerite dal progetto SESAME.

Il software importa file *SEG2*, *SAF* e *ASCII*.

### Personalizzazione dell'analisi:

E' possibile scegliere i vari modi in cui trattare i dati, scegliendo i metodi più opportuni per la somma direzionale delle tracce nelle direzioni orizzontali, per il lisciamiento dati e per la banda di frequenza da analizzare.

Tra le somme direzionali a disposizione è infatti possibile scegliere dalla più semplice media aritmetica alla media quadratica o geometrica. Tra i metodi per il lisciamiento dei dati, suggeriti dal progetto SESAME, si possono scegliere: Konno & Ohmachi, Triangolare costante e Triangolare proporzionale. Si possono scegliere le finestre temporali da includere ed escludere semplicemente con un segno di spunta, vedendo in tempo reale le variazioni delle modifiche apportate. Il tutto supportato dalla possibilità' di filtrare i dati in input automaticamente.

### Visualizzazione dei dati:

Tutti i risultati vengono rappresentati in grafici personalizzabili. I grafici a disposizione sono: le tracce nelle tre direzioni in analisi con la rappresentazione delle finestre temporali scelte; lo spettro medio delle tracce;



la mappa per la verifica della stazionarietà della registrazione; la mappa per la verifica dell'isotropia direzionale della registrazione; il rapporto spettrale H/V con il suo intervallo di fiducia con la possibile sovrapposizione

della curva dell'ellitticità di più modelli stratigrafici non solo del modo fondamentale ma anche di quelli superiori; la rappresentazione grafica del profilo stratigrafico; il profilo delle velocità associato alla stratigrafia.

### **Risultati:**

Permette di valutare in automatico una prima stima del modello stratigrafico che meglio approssima il comportamento spettrale H/V registrato in situ ed analizzato per poi 'sintonizzarlo' ed affinarlo con maggiore rapidità. Si ottiene così, oltre che la frequenza naturale di vibrazione della stratigrafia tipica della tecnica HVSR, l'immediata valutazione del Vs30 e del profilo delle velocità delle onde di taglio del modello stratigrafico ipotizzato. Sul grafico del rapporto spettrale H/V sono quindi visibili, oltre che la stessa curva H/V con il suo intervallo di fiducia, tutte le curve dell'ellitticità' dei vari modi di ciascun modello stratigrafico che l'utente può decidere di aggiungere. In questo modo si possono mettere a confronto le differenze da un punto di vista qualitativo, e va ad aggiungersi anche un confronto quantitativo con la stima della funzione di disadattamento tra la curva ellitticità 'fondamentale' e quella del rapporto spettrale H/V. Il tutto corredato dalle verifiche sull'affidabilità della curva H/V e del suo picco suggerite dal progetto SESAME.

## **Dati generali**

### **HVSR1**

Nome progetto: Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV04 - Grimesi 1"*

Committente: SeaWindPower

Cantiere: CAMPO FOTOVOLTAICO GRIMESI 1  
Località: GRIMESI - MAZARA DEL VALLO (TP)  
Operatore: geol. Leonardo Mauceri  
Responsabile: geol. Leonardo Mauceri  
Data: 04/05/2019 00:00:00  
Zona:  
Latitudine: 37.712813  
Longitudine: 12.728029

## **Tracce in input**

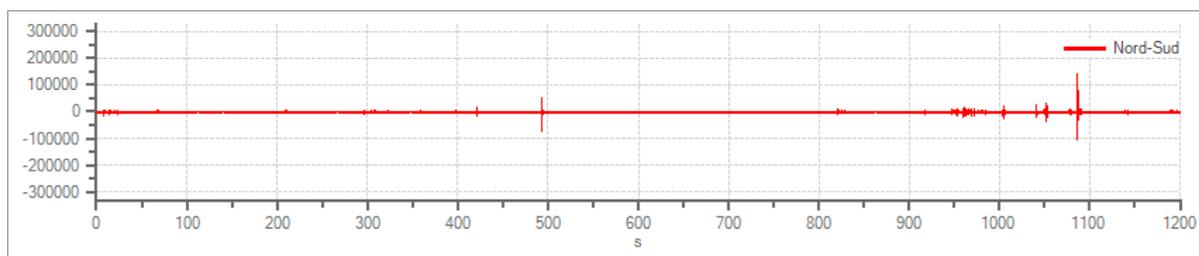
### Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz



Numero campioni: 300000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

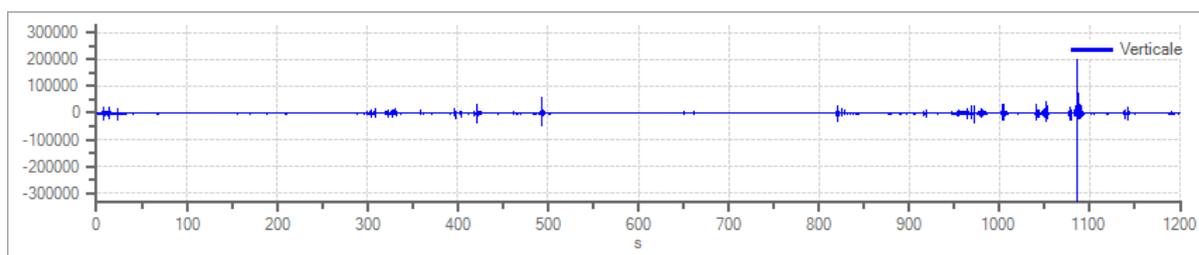
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

**Finestre selezionate**

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 59  
 Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
 Tipo di liscio: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di liscio: 5.00 %  
 Coefficiente di banda: 10.00

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa

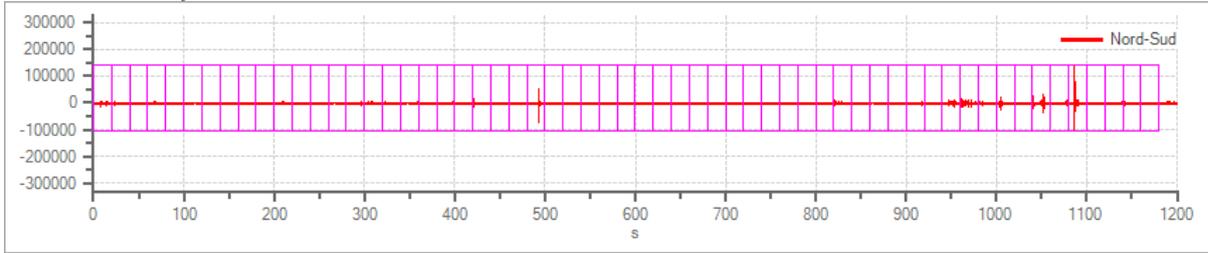


8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa

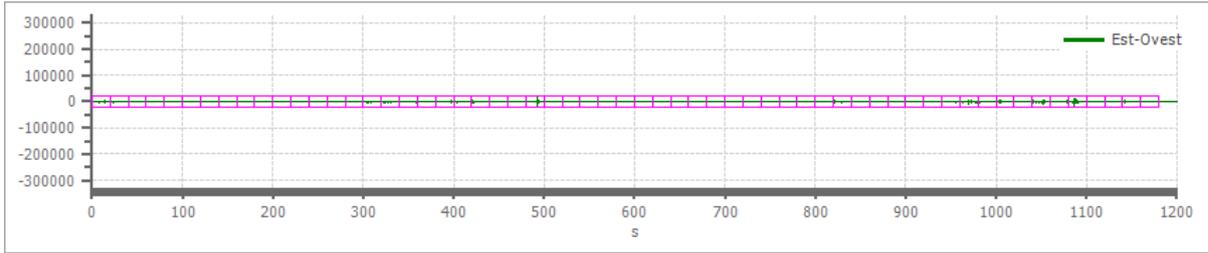


59	1160	1180	Inclusa
----	------	------	---------

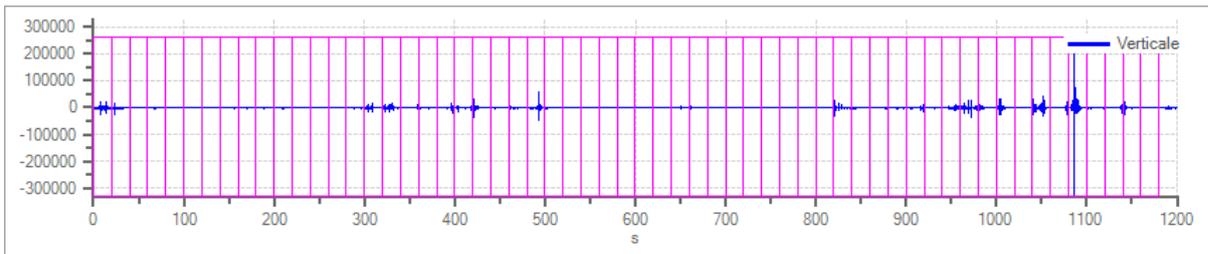
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

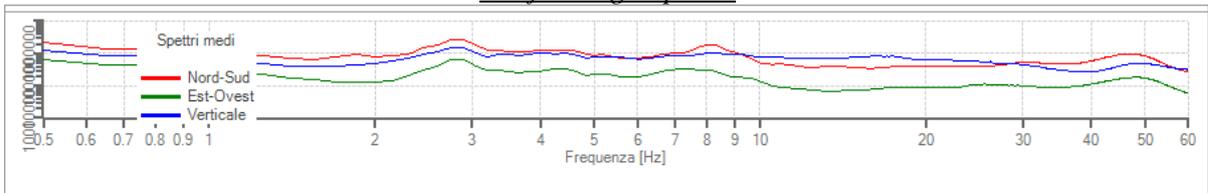


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

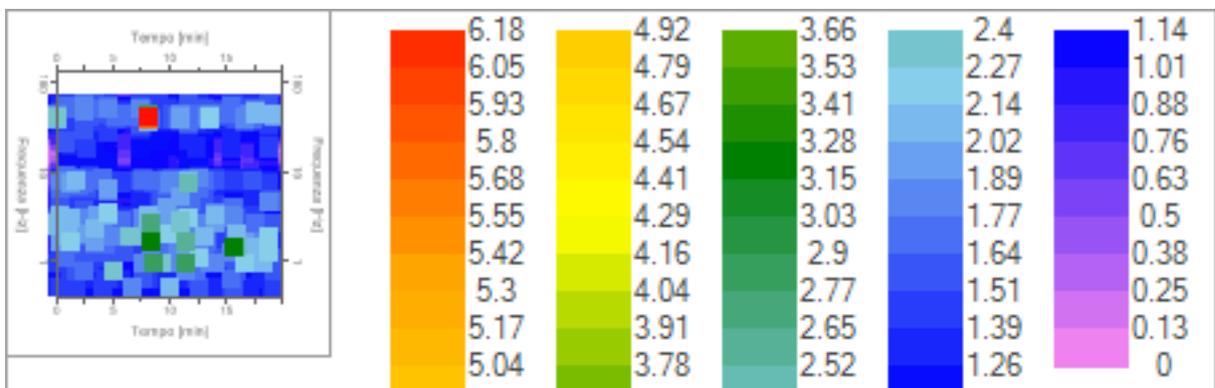


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

## Rapporto spettrale H/V

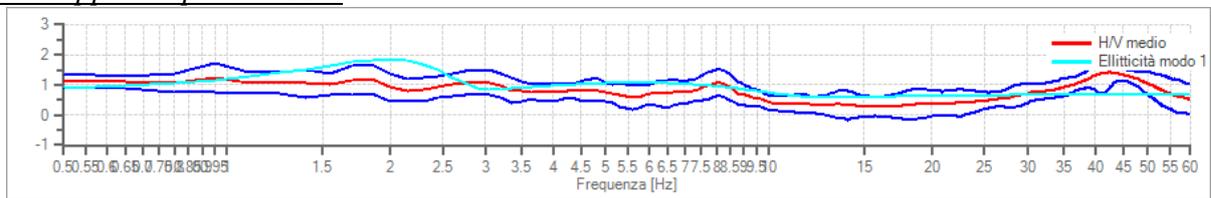
### Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	60.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	5.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 42.35 Hz ±0.38 Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

### Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

## Modello stratigrafico

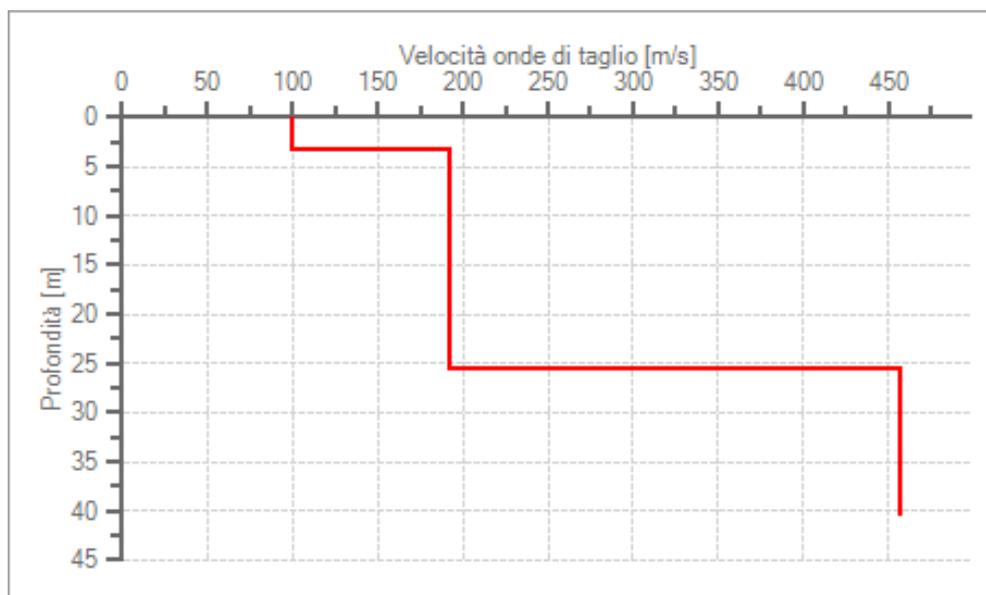
### Dati riepilogativi:



Numero strati: 3  
Frequenza del picco dell'ellitticità: 2.00 Hz  
Valore di disadattamento: 0.41  
Valore Vseq: 188.76 m/s

*Dati della stratigrafia:*

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	3.25	18	0.3	100
2	3.25	22.38	18	0.3	192
3	25.63	15	18	0.3	457



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

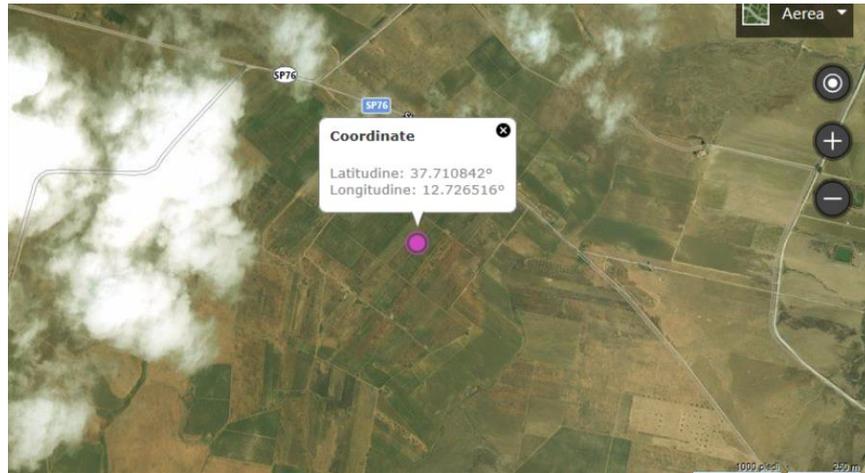
## Dati generali

### HVSR2

Nome progetto: Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora*.  
Impianto "FV04 - Grimesi 1"

Committente: SeaWindPower

Cantiere: Campo Fotovoltaico - Grimesi 1 HVSR2  
Località: Grimesi Mazara del Vallo (TP)  
Operatore: geol. Leonardo Mauceri  
Responsabile: geol. Leonardo Mauceri  
Data: 04/05/2019 00:00:00  
Zona:  
Latitudine: 37.710842  
Longitudine: 12.726516



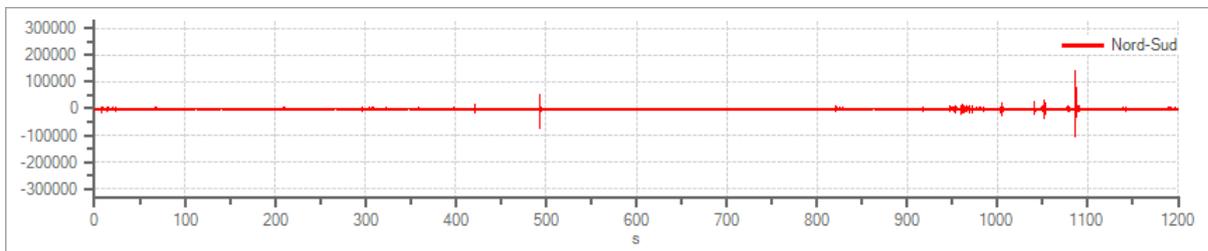
Localizzazione geografica del sito

## Tracce in input

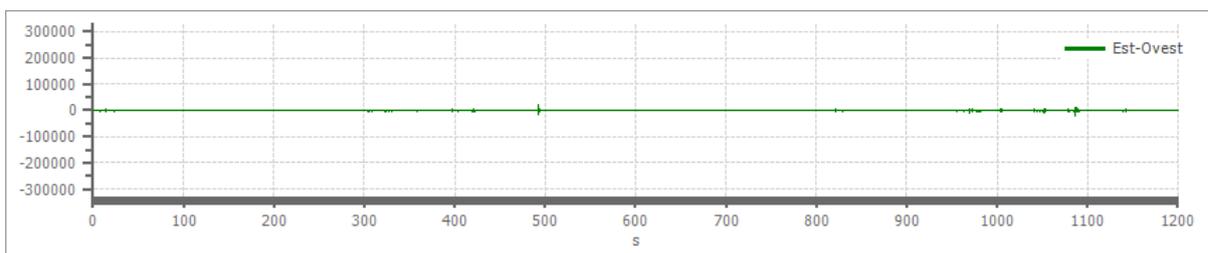
### Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	300000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

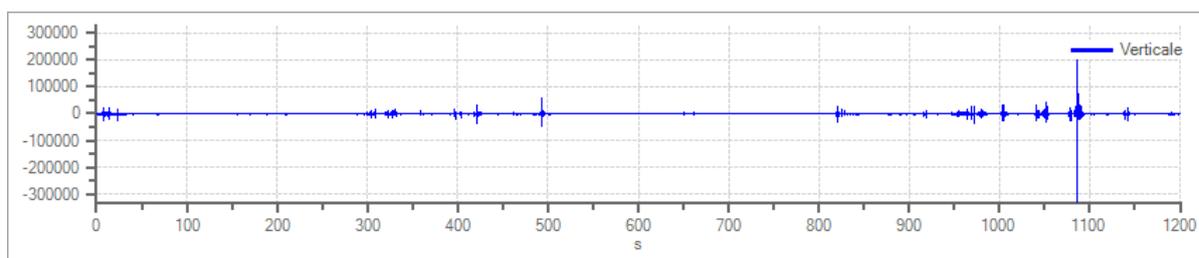
### Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

## Finestre selezionate

### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59  
Numero finestre incluse nel calcolo: 59  
Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
Tipo di lisciamo: Konno & Ohmachi  
Percentuale di lisciamo: 5.00 %  
Coefficiente di banda: 50.00

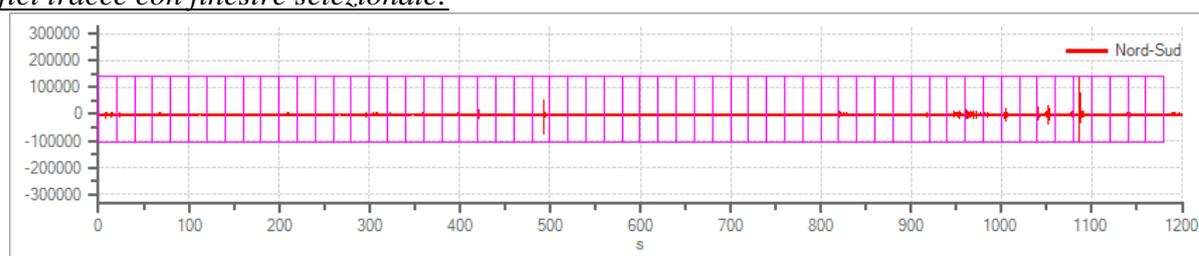
### Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa

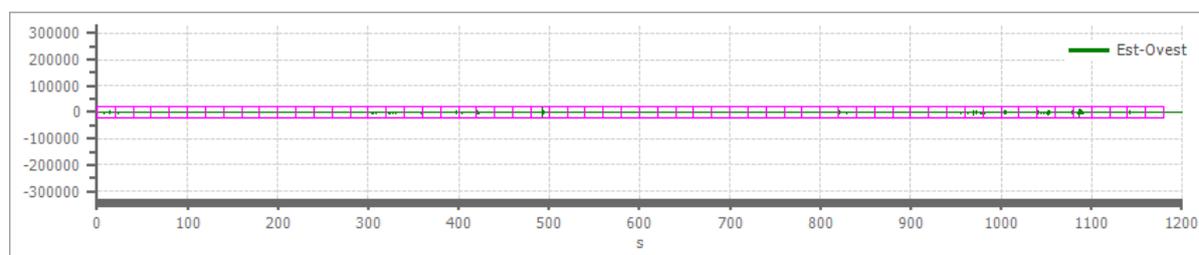


31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa

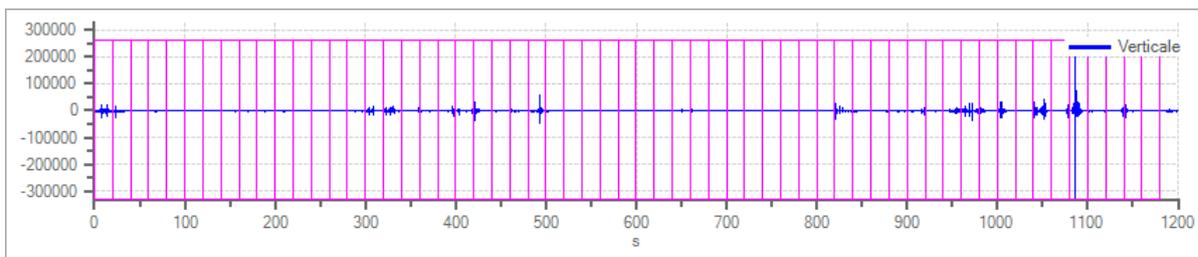
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

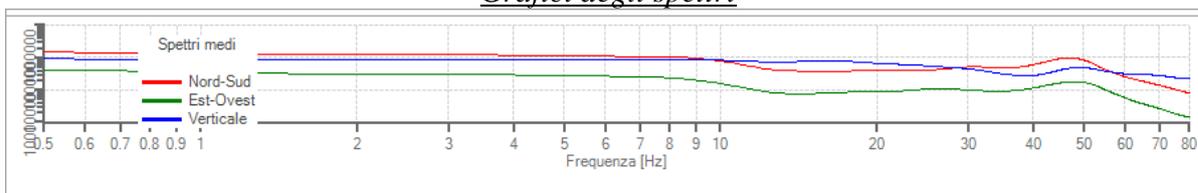


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

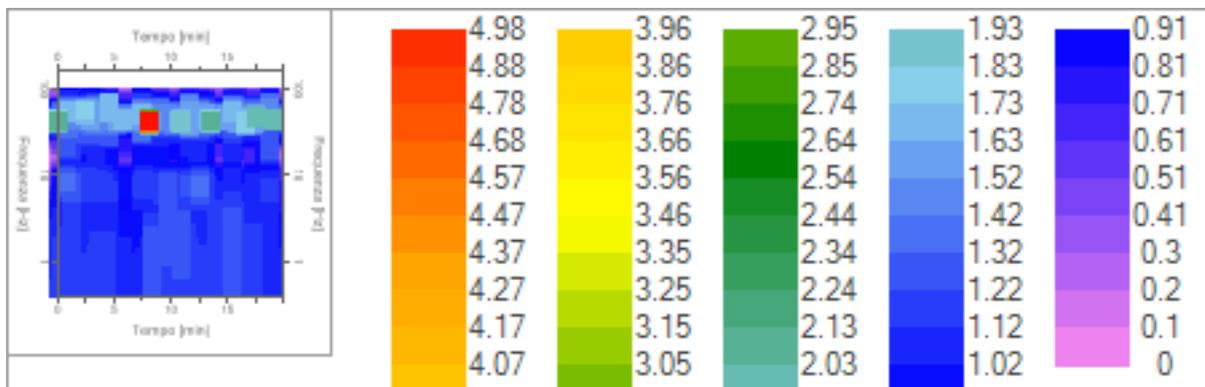


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

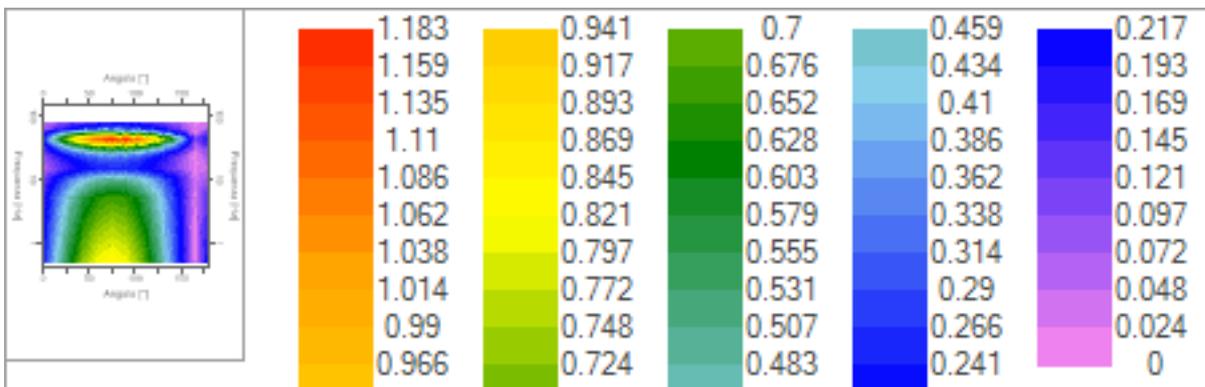
*Grafici degli spettri*



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

## Rapporto spettrale H/V HVSR2

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 80.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenza: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamiento: Konno & Ohmachi

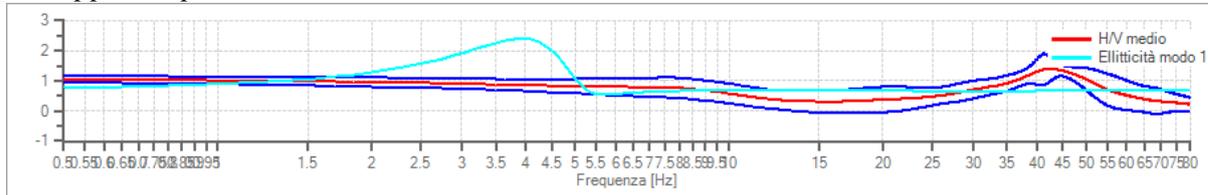


Percentuale di lisciamento: 5.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

**Risultati:**

Frequenza del picco del rapporto H/V: 42.50 Hz  $\pm$  0.29 Hz

**Grafico rapporto spettrale H/V**



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

**Verifiche SESAME:**

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

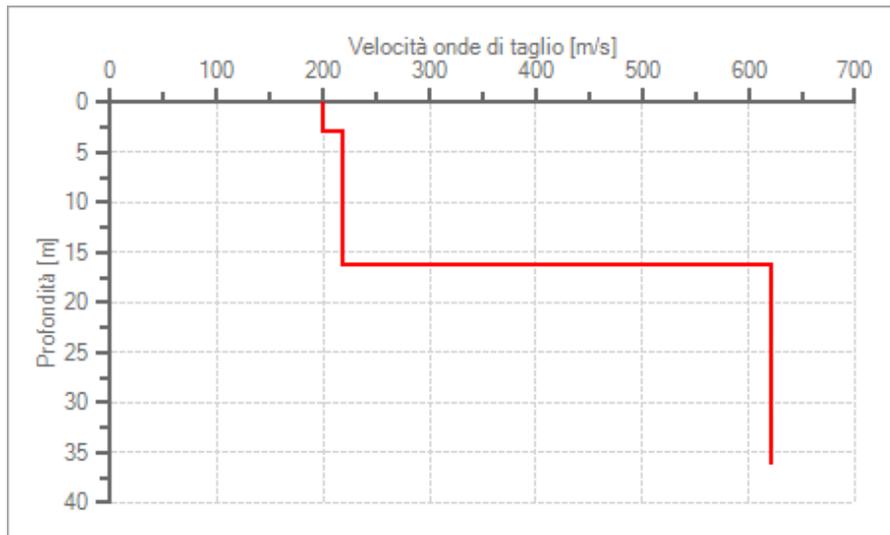
**Modello stratigrafico**

Dati riepilogativi:

Numero strati: 3  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 3.95 Hz  
 Valore di disadattamento: 0.46  
 Valore Vseq: 306.98 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	3	18	0.3	200
2	3	13.26	18	0.3	219
3	16.26	20	18	0.3	622



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

**In entrambi i due sondaggi sismici con metodo HVSR non è stato individuato un substrato sismico a profondità < 30.0m,  $V_{seq}=V_{s30}$**

**HVSR1  $V_{seq}=V_{s30}= 188.76$  m/s**

**HVSR2  $V_{seq}=V_{s30}= 306.98$  m/s**

**Pertanto rientra nella Categoria suolo: "C"**

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
---	--

## Indice

Cenni tecnica HVSR	.3
Dati generali	.4
Tracce in input	.4
Grafici tracce	.4
Finestre selezionate	.5
Tabella finestre	.5
Grafici tracce con finestre selezionate	.6
Grafici degli spettri	.7
Mappa stazionarietà	.7
Mappa direzionalità	.8
Rapporto spettrale H/V	.8
Grafico H/V	.8
Verifiche SESAME	.8
Modello stratigrafico	.9
Grafico Profilo velocità	.9
Indice	.10



**RELAZIONE**  
**GEOLOGICA E SISMICA**  
**IMPIANTO**  
**FV02- DAGALA FONDO**



## Comune di Mazara del Vallo (TP)

Proponente: Solar Tier srl

**COMMITTENTE:** SeaWindPower

via A. Ognibene 107 - 92013 - Menfi - Agrigento - Italy  
[seawindpowersrls@gmail.com](mailto:seawindpowersrls@gmail.com) - [seawindpower@pec.it](mailto:seawindpower@pec.it)

### **RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA E GEOFISICA**

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV02 - DAGALA FONDO"*.

#### **INDICE:**

1. Premessa
2. Inquadramento topografico e geomorfologico
3. Caratterizzazione geologica ed idrogeologia
4. Risultati dei sondaggi stratigrafici e caratteristiche geotecniche dei terreni
5. Indagine geofisica tramite tecnica HVSR
6. Cenni sulla teoria della tecnica HVSR
7. Indagini di sismica passiva - HVSR
8. Risultati della prova sismica HVSR
9. Categoria di suolo di fondazione
10. Parametri sismici del sito progettuale
11. Considerazioni conclusive

#### **ALLEGATI:**

- Stralcio Topografico;
- Rilievo Aerofotogrammetrico;
- Carta Geologica ed Idrogeologica;
- Stralcio planimetrico;
- Carte del PAI;
- Report Sismico;

#### **Normative di riferimento**

- ✓ D.M. 11.03.1988
- ✓ D.M. II.TT. 14.01.2008
- ✓ D.M. II.TT. 04.02.2008
- ✓ D.P.R. 380/01
- ✓ D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Coordinato con L.R.16/2016 pubblicata GURS n° del 19.08.2016
- ✓ **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»**



Dr. Geol. Leonardo Mauceri  
Geologia - Geotecnica - Geologia ambientale  
Ricerche idriche - Geologia applicata  
Studio: Via Olanda, 15 cap. 92010 Montevago (AG)  
Tel/fax 0925/38573 cell. 347/3552528-338/3059800  
e-mail: [geologomauceri@gmail.com](mailto:geologomauceri@gmail.com)  
[info@maucerigeologo.it](mailto:info@maucerigeologo.it)  
Pec: [geologomauceri@epap.sicurezza postale.it](mailto:geologomauceri@epap.sicurezza postale.it)  
[www.maucerigeologo.it](http://www.maucerigeologo.it)

Proponente: Solar Tier srl

COMMITTENTE: SeaWindPower  
via A. Ognibene 107 - 92013 - Menfi - Agrigento - Italy  
[seawindpowersrls@gmail.com](mailto:seawindpowersrls@gmail.com) - [seawindpower@pec.it](mailto:seawindpower@pec.it)

**OGGETTO:** Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV02 - DAGALA FONDO"*.

### PREMESSA

Il sottoscritto dott. *Geologo Leonardo Mauceri*, iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia con il n° 1460 Sez. A dal 1995, con Studio Geologico nella Via Olanda n° 15 in Montevago, ha redatto la presente relazione geologico-tecnica, geofisica, geomorfologica ed idrogeologica sul terreno interessato dal progetto per la "Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV02 - DAGALA FONDO"*, sito nel territorio di Mazara del Vallo (TP) (Fig. 1).



Fig. 1





Scopo prioritario dell'indagine eseguita è stata quella di determinare le caratteristiche *geomorfologiche, geologiche, geofisiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche*, dei terreni presenti nell'area progettuale, individuandone nello stesso tempo la loro idoneità statica e le caratteristiche di permeabilità dei terreni dove verrà installato l'impianto FV.

Lo studio è stato condotto sia mediante ricognizioni di superficie, avvalendosi dei dati raccolti in precedenti lavori effettuati sulla stessa facies Petrografica, sia correlando i dati di una campagna geognostica diretta, con l'esecuzione di scavi con escavatore meccanico spinti fino alla profondità di 2,50/3,00 metri, effettuati nelle vicinanze, allo scopo di caratterizzare la natura del terreno di fondazione e identificare la stratigrafia.

Si è reso necessario verificare anche, se l'area in cui verrà realizzato quanto in progetto, rientra nei vincoli delimitate ai sensi del **D.A. n° 298/41 del 4/7/2000 Piani Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico**.

La presente è stata adeguata al **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018** (*Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008*), che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. In particolare è stata eseguita una prospezione sismica con il metodo *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)*, metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle onde  $V_s$  a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie.

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)* è stata eseguita per risalire al valore del  $V_{s,eq}$  e la frequenza di risonanza dei terreni, e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell'area con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento al fine di una progettazione sismica delle strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali (attività antropiche).



La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 2).

**- SPECIFICHE TECNICHE -**

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello
- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

**- Specifiche geofoni -**

- Frequenza naturale:  $2 \pm 0,75$  Hz
- Resistenza della bobina a  $25^\circ\text{C} \pm 5\%$ : 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a 3810 Ohm  $\pm 10\%$ : 2 V / in / sec
- Massa  $\pm 5\%$ : 23 g

Fig. 2



Dalla raccolta e dall'elaborazione dei dati acquisiti è stato possibile fornire, per quanto di specifica competenza, tutte le informazioni utili per una opportuna verifica e scelta delle soluzioni progettuali da adottare. Infine, si fa presente che in sede esecutiva si deve realizzare una campagna di indagini geognostiche e geotecniche al fine di avere un quadro completo dell'area dal punto di vista geologico-tecnico, oltre una campagna indagini sismiche, tipo Masw, in modo da coprire tutta l'area dell'impianto. In questa fase per la determinazione dei parametri geotecnici si sono estrapolati i dati di una Prova Penetrometrica, eseguita dallo scrivente, nei adiacenti terreni per altri impianti Fotovoltaici

### **INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO**

L'area in esame, strettamente interessata a quanto in oggetto, dal punto di vista topografico è compresa nella tavoletta in scala 1:25.000 "CASTELVETRANO" F° 257 II S.O. della Carta d'Italia edita dall'IGM, e nella C.T.R. n. 618090 in scala 1:10.000, nel Territorio del Comune di Mazara del Vallo (Fig. 3, fig. 4), a circa 10 Km a nord-est dall'Abitato di Mazara del Vallo, a 3 km dal lago della Trinità in direzione sud-ovest e circa 7 Km a nord-ovest del centro abitato di Castelvetro in corrispondenza di un'area pianeggiante con quote medie di 34 m s.l.m.

L'area è raggiungibile percorrendo la Strada di collegamento tra la Strada Provinciale SP25 Mazara-Castelvetro e la Strada Provinciale SP76 di Roccolino dal Bivio Spatolidda.



Fig. 3

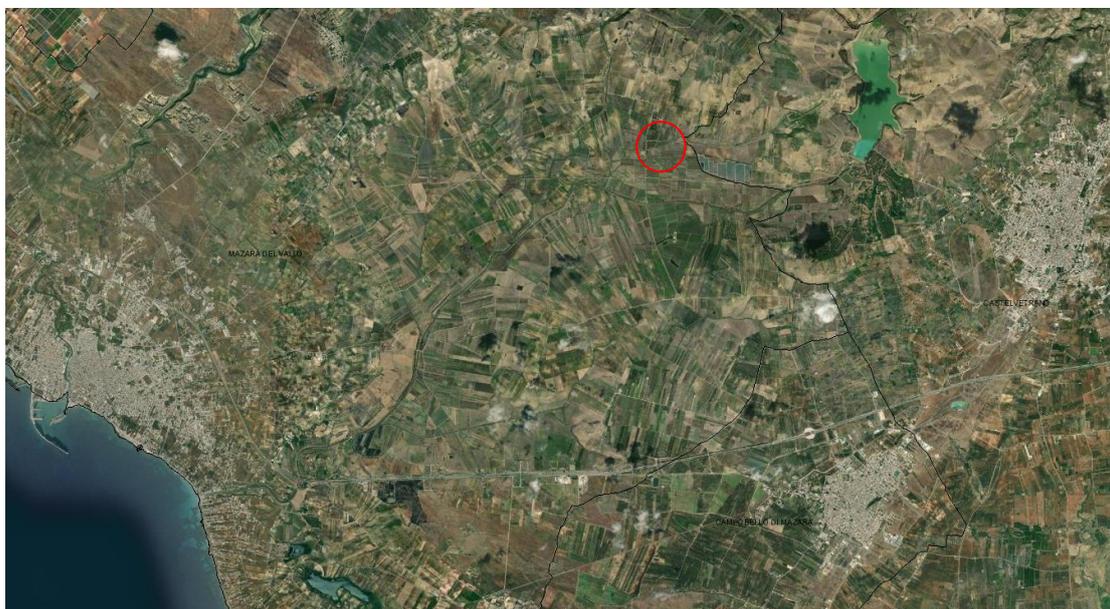


Fig. 4

I lineamenti morfologici sono in stretta relazione con le caratteristiche geologiche dei terreni affioranti.

Geomorfologicamente l'area è caratterizzata dalla presenza di diversi ordini di terrazzi marini (D'Angelo, Vernuccio, 1996) ad andamento sub-pianeggiante che sono il risultato delle ripetute



azioni del mare nel Quaternario, a luoghi interrotti da solchi e incisioni naturali, che con pendenze molto blande, si sviluppano dalla linea di costa verso l'interno, che nelle aree più interne si contrappongono a morfologie di tipo collinare, con rilievi modesti e pendenze molto blande.

Verso le aree più interne affiorano terreni a prevalente componente argillosa caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato, costituiti da argille e argille sabbiose della Formazione Terravecchia e dai depositi di fondovalle di origine fluviale.

Tali litologie sono ricoperte da una coltre di alterazione di natura limo sabbiosa e di suolo agrario dello spessore variabile da pochi centimetri a 1,00 m circa.

Le pendenze sono molto modeste sia in corrispondenza degli affioramenti calcarenitici, sia in corrispondenza degli affioramenti argillosi, caratterizzati da versanti con forme blande e mammellonari.

Il rilievo di superficie e le indagini dirette in loco, ci permettono di avere delle buone garanzie, allo stato attuale, circa la stabilità dell'area all'interno della quale deve essere realizzata l'opera in progetto.

Quindi, l'assetto morfologico esistente allo stato attuale è tale da non indurre nessuna preoccupazione circa la stabilità dell'area indagata.

La rete idrografica, nell'area progettuale, è rappresentata da una serie valloni a carattere stagionale e dai Torrenti: T. Giardinazzo, T. Madonna Giovanna e dal Vallone Garufo, che confluiscono nel Fiume Delia-Arena, che nel tratto finale prende il solo nome di Fiume Arena e sfocia nel mare Mediterraneo nella periferia sud del comune di Mazara del Vallo.

Nel tratto centrale del fiume, a Nord-Ovest di Castelvetro, una diga in terra ha dato origine al Lago della Trinità. Tale corso d'acqua ha un regime idrologico di tipo torrentizio, con deflussi superficiali esigui o del tutto assenti nei periodi estivi.

Il bacino idrografico del Fiume Arena è localizzato nella porzione occidentale della Sicilia settentrionale ed occupa una superficie complessiva di 316 km<sup>2</sup>.

Il corso d'acqua è denominato F. Grande nel suo tratto di monte, F. Delia nel tratto centrale e F. Arena nel tratto finale. Il fiume Arena nasce in prossimità di Monte San Giuseppe, presso il comune di Vita, l'asta principale si sviluppa per circa 48 km, si presenta a meandri incassati, con due distinti gradi di maturità evolutiva: uno stadio più maturo nella parte terminale, dopo lo sbarramento, ed uno stadio meno maturo a monte del Lago della Trinità dove il fondo vallivo non è minimamente calibrato. Gli affluenti principali del F. Arena sono, in destra orografica il torrente



Mendola il torrente Giardinazzo ed il torrente Gazzera, in sinistra orografica il torrente San Giovanni, torrente Grandotto ed il torrente Torello di Corleo.

Infine, per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Arena (054), tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica nè da rischio idraulico, **mentre è interessata da rischio da esondazione per ipotetico collasso della Diga Trinità**, come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate (Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9). Per il calcolo del rischio idraulico del sito, si rimanda alla relazione idraulica, redatta dall’ing. Idraulico.

## Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 e ss. mm. ii.)

### Bacino Idrografico del Fiume Arena (054)



Fig. 6

Pertanto, si ritiene il sito idoneo alla realizzazione dell’opera, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l’allontanamento delle acque superficiali dall’area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe. Inoltre, dalla consultazione del *Piano di Gestione dei siti Natura 2000*, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d’Importanza Comunitaria (SIC). (Fig. 10).

Nel PRG del comune di Mazara del Vallo l’area ricade in zona “E”.

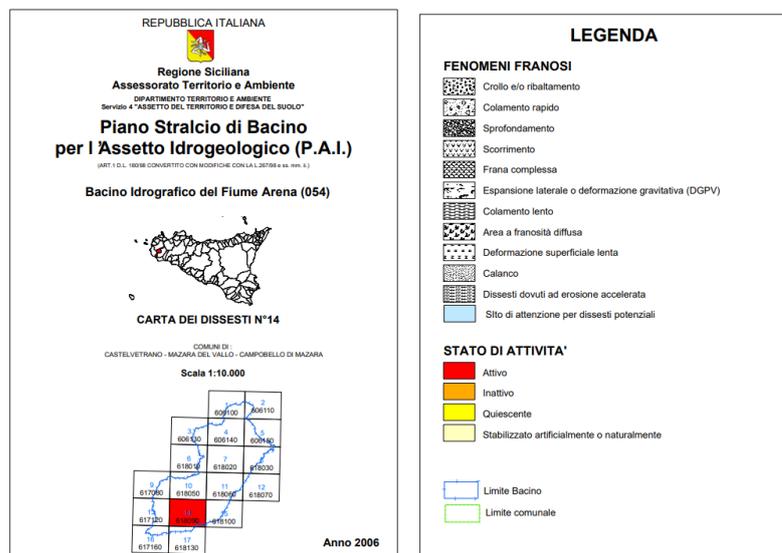


Fig. 7

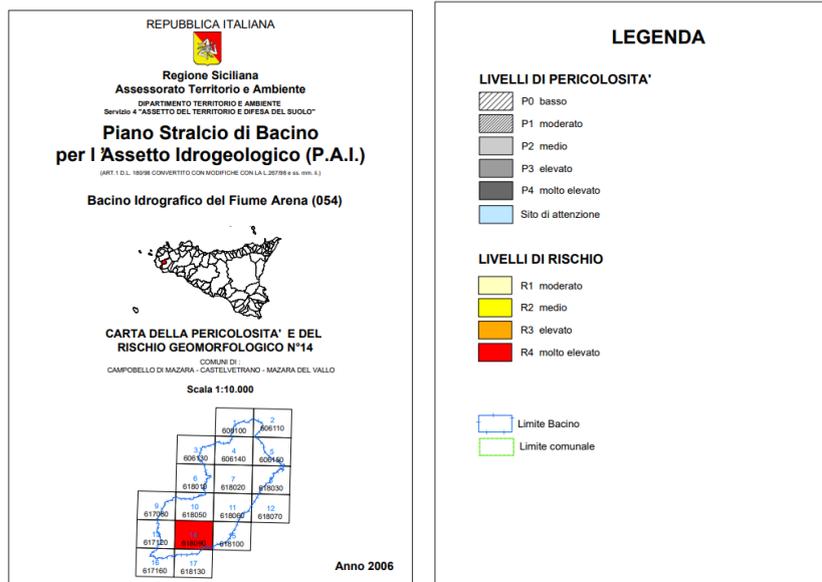


Fig. 8

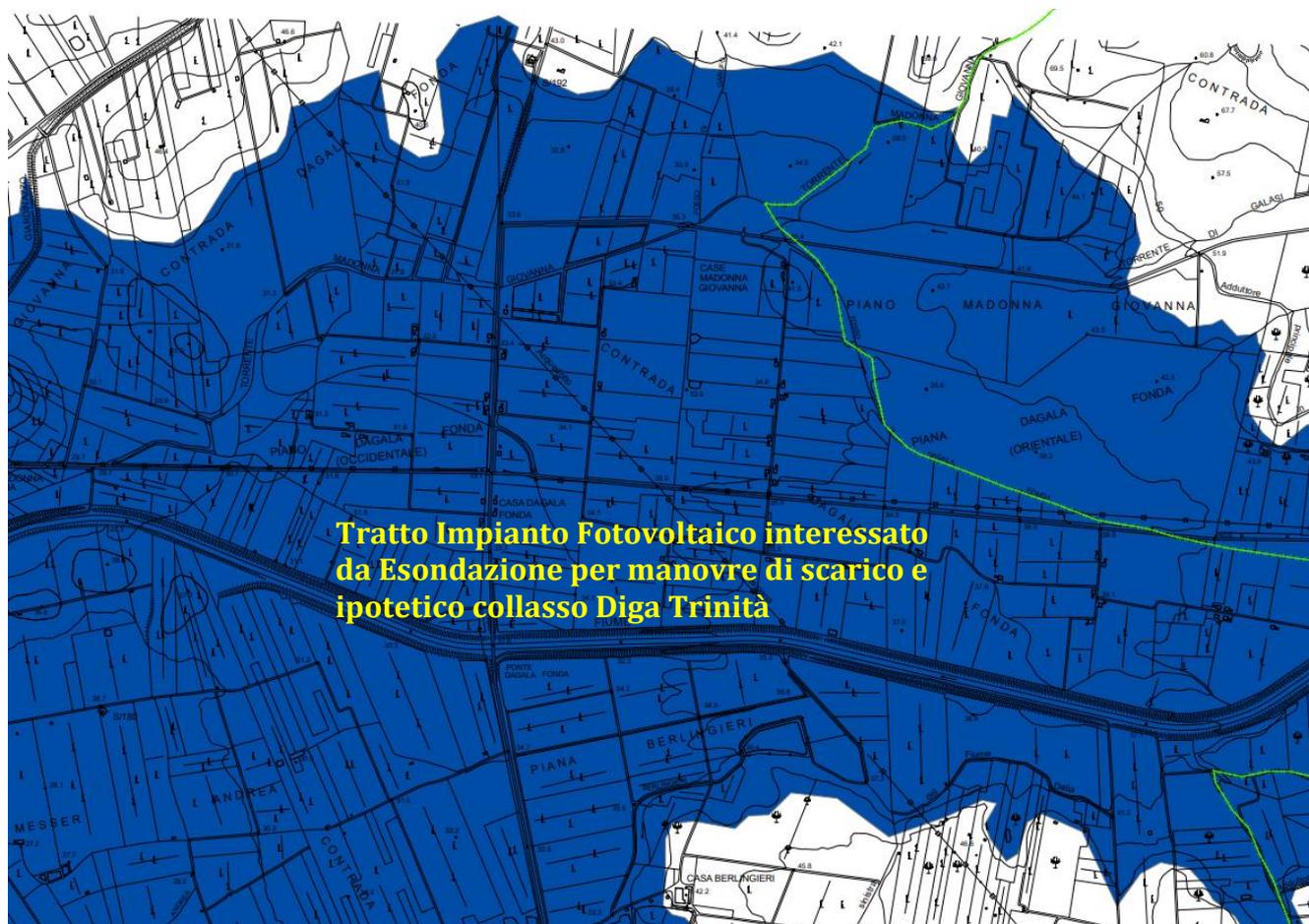
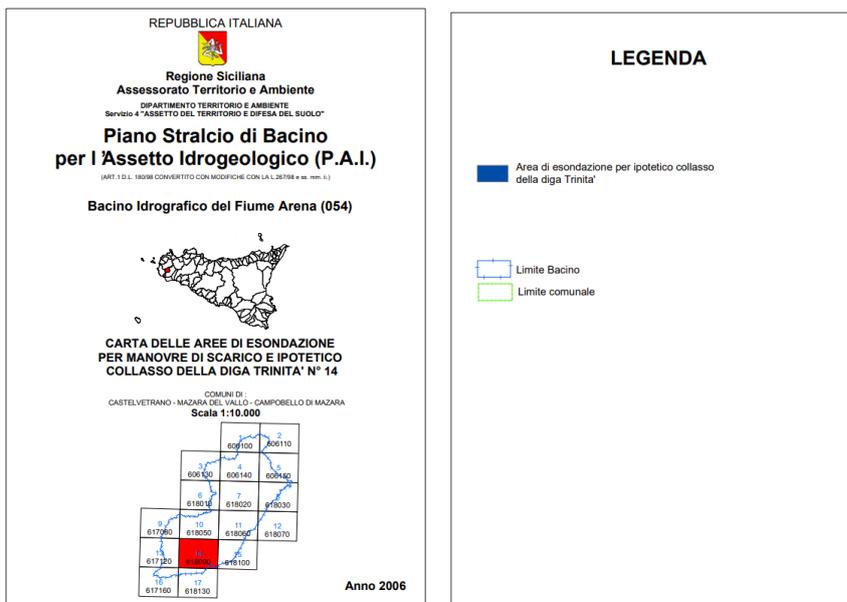


Fig. 9

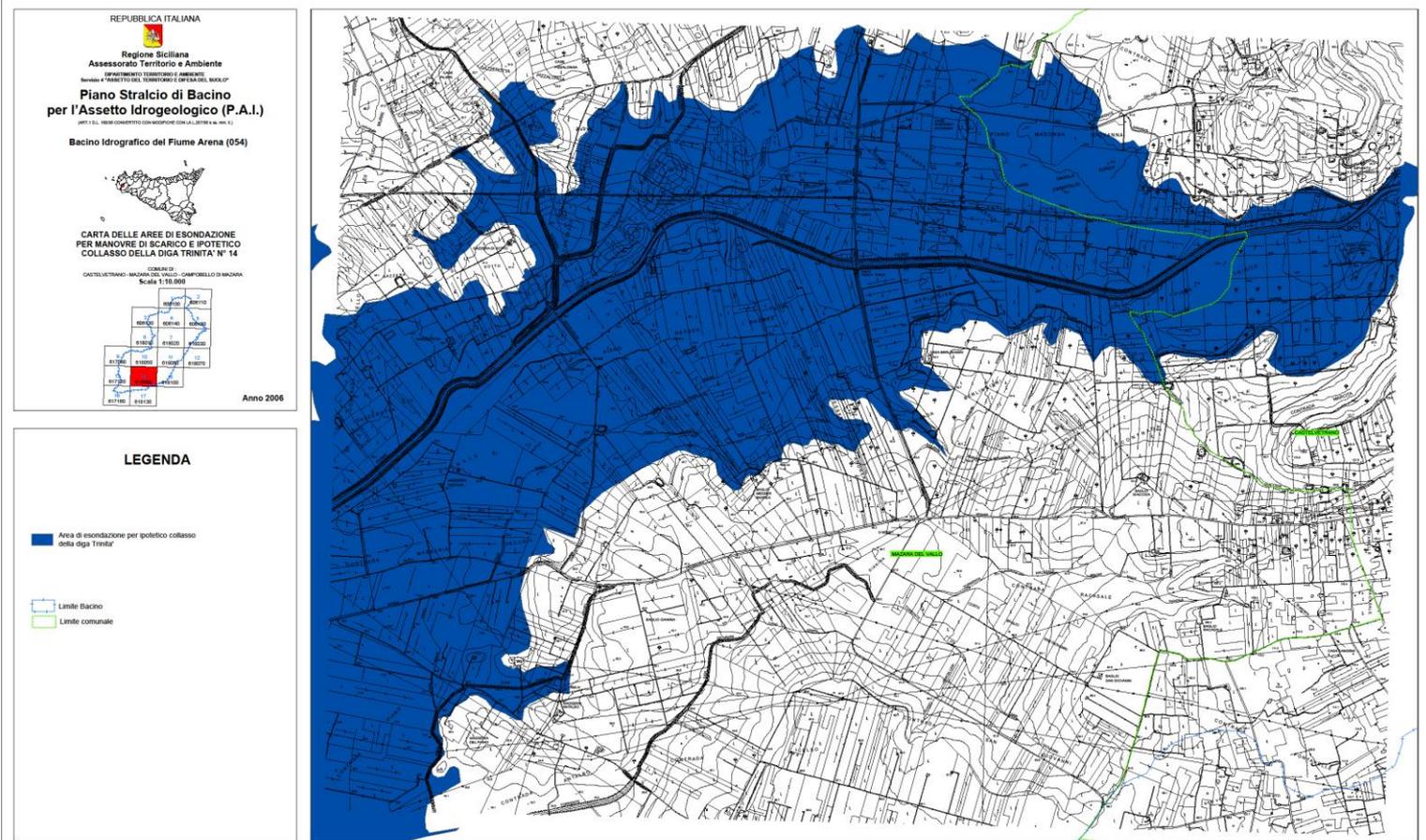


Fig. 9



Fig. 10 – area progetto



### **GEOLOGIA ed IDROGEOLOGIA**

Al fine di ricostruire la locale serie stratigrafica è stato eseguito un rilevamento geologico di superficie sui terreni interessati dal progetto ed opportunamente esteso alle aree limitrofe.

Dal rilevamento di superficie, correlato con la carta geologica d'Italia - Foglio "Castelvetrano", è emerso che affiorano i seguenti termini litostratigrafici rappresentati da depositi alluvionali, come riportati nella carta geologica allegata (fig. 11), così descritti:

✓ *Depositi litorali detritico-organogeni biancastri, generalmente poco cementati. **Depositi alluvionali** ciottolosi bassi, spesso terrazzati in due ordini (Pleistocene Superiore).*

La permeabilità di questi terreni varia da medio-bassa ad alta per porosità, in funzione del prevalere della classe granulometrica più minuta su quella grossolana. In fase progettuale, considerate le caratteristiche dei terreni, si consiglia sempre di realizzare dei sistemi di drenaggio e smaltimento delle acque superficiali a tergo delle opere da realizzare.

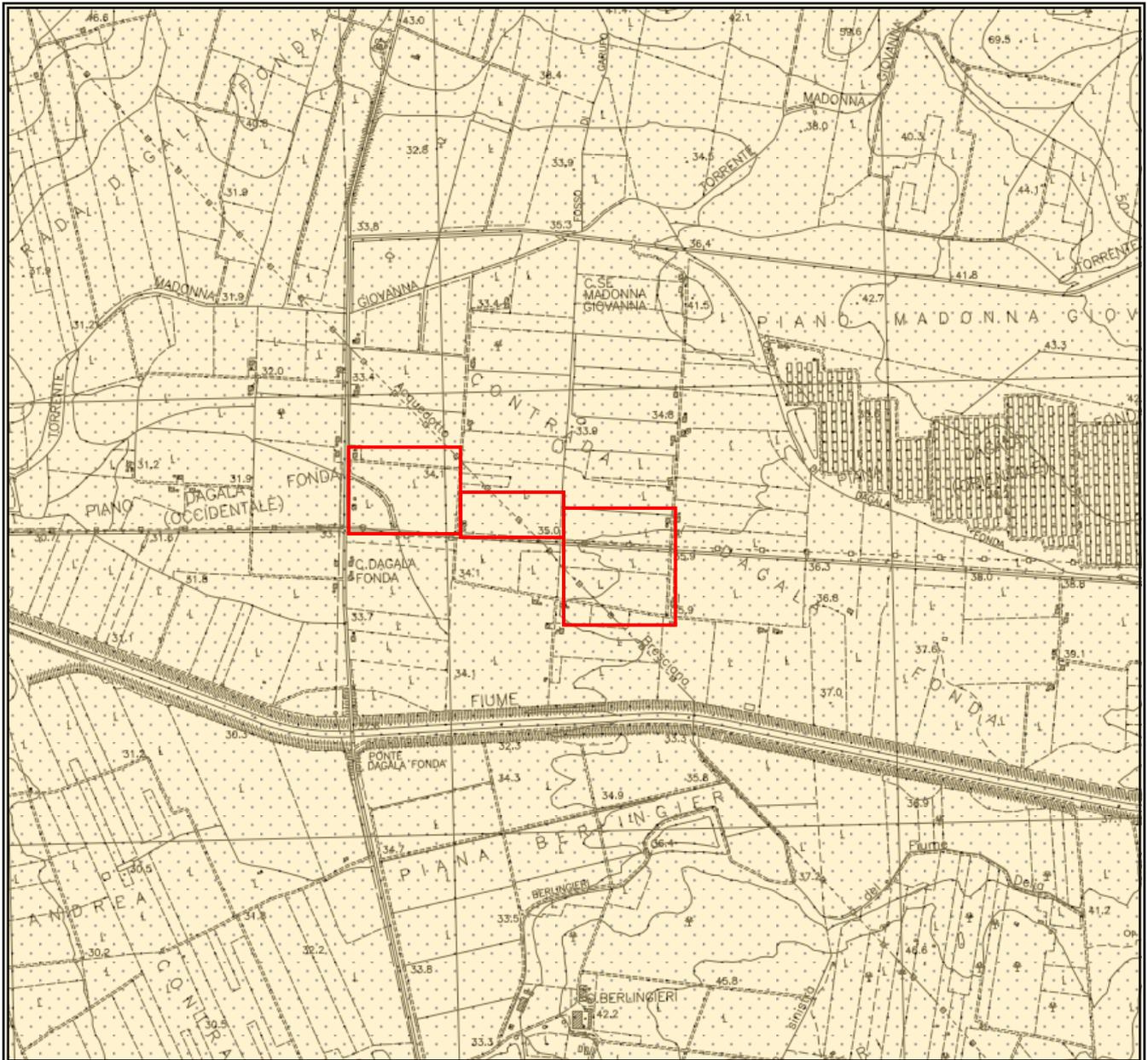


Fig. 11

**CARTA  
GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA**  
Scala 1:10.000



**LEGENDA**



*Depositi litorali detritico-organogeni biancastri con Strombus bubonius, generalmente poco cementati. Depositi alluvionali ciottolosi bassi, spesso terrazzati in due ordini (Pleistocene Superiore).*



*Area progettuale*



## **INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU e CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI**

Per ricostruire la stratigrafia puntuale nell'area di progetto e caratterizzare il piano di sedime sul quale verrà realizzata l'opera, sono state estrapolate i parametri geotecnici da prove in situ e in laboratorio, eseguite su terreni a poca distanza ed appartenenti alla stessa facies petrografica. Ovviamente, tali parametri, sono puramente indicativi e vanno accertanti e ampliate in sede esecutiva, con una campagna geognostica in situ e in laboratorio, oltre alle indagini sismiche del tipo MASW e/o HVSR.

Litotipo	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo di Attrito (°)	Classificazione AGI	Peso unità di volume y = (t/m <sup>3</sup> )
Suolo Agrario	0,15-0,20	20°	Da poco a moderatamente consistente	1,60 -1,70
Depositi Alluvionali e fluviali	0,1- 0,3	25°	Da poco a moderatamente consistente	1,70-1,80

Tali parametri, sono sottoposti al calcolista, per la verifica delle dimensioni delle fondazioni del progetto.

### **CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE**

Ai fini della definizione della classificazione del sottosuolo, come previsto dalla NTC 2018, è stato considerato il valore del parametro  $V_{s,eq}$  (in m/sec) che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S in profondità fino al raggiungimento del substrato, definito dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad \begin{array}{l} H = \text{profondità substrato } (V_s \geq 800 \text{ m/s}) \\ \text{per } H > 30 \text{ m} \quad V_{s,eq} = V_{s,30} \quad (H = 30 \text{ m}) \end{array}$$

con

$H_i$  = spessore dello strato *isesimo*

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'*i-esimo* strato

$N$  = numero di strati

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da  $V_s$  non inferiore a 800 m/sec

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno



di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$  metri nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Di seguito si riporta il valore stimato della  $V_{s, eq}$ , considerato la profondità del substrato oltre i 30 metri, è stata calcolata come  $V_{s,30}$  alla quota di 1,0 m dal p.c., **con  $V_{seq} = 285.71$  m/s.**

Per definire l'azione sismica di progetto è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categoria di sottosuolo di fondazioni (NTC 2018):

Di seguito la nuova tabella Tab. 3.2.II.

	Tipo di terreno
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessori massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</b>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definiti per le categorie C e D con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

**Tabella 3.2.II – Categoria di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato**

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ " (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

Tabella – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	<b>Superficie pianeggiante, pendio e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></b>
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 $i > 30^\circ$

Alla luce del quadro geofisico emerso e dal calcolo della  $V_{s,eq}$  il sito ricade nella Categoria di suolo "C".

C	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</b>
---	---



## **PARAMETRI SISMICI DEL SITO PROGETTUALE**

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, per la valutazione dei diversi stati limiti considerati, è necessario conoscere la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Secondo la nuova normativa sismica D.M. 14/01/2018 si deve far riferimento alle locazioni delle opere riferite ai vertici sismici del reticolo nazionale. Dalle coordinate del punto relativo all'intervento viene indicata la pericolosità sismica sui suoli rigidi tramite i parametri di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$ , per vari tempi di ritorno ( $T_r$ ).

Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di  $0,15 < a_g \leq 0,25$  g. Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica  $a_g$  pari a 0,079 g, una  $F_0$  2,497, un  $T^*c$  0,31 (fig. 13).

Per la determinazione dei parametri sismici è stato utilizzato il software di elaborazione, adeguato al NTC 2018, della S.T.S. Software Tecnico Scientifico.

I risultati sono riportati in seguito e allegati alla presente.



Fig. 13



Fig. 13

### Coordinate geografiche del sito di progetto

Coordinate geografiche del sito di progetto:

Decimali: Lat. 37.688164°; Long. 12.713042°

Gradi, Minuti, Secondi: Lat. 37°41'17.31"N; Long. 12°42'46.75"E

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N:

Coordinate Est: 298361,28; Coordinate Nord: 4173699,76

### Risultati Sondaggio Sismico HVSR

#### Rapporto spettrale H/V

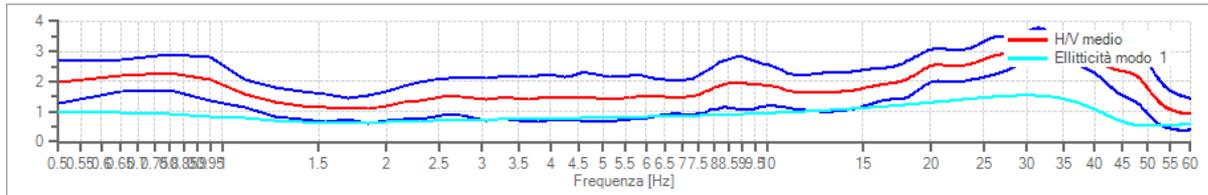
##### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 65.00 Hz  
Frequenza minima: 0.50 Hz  
Passo frequenze: 0.15 Hz  
Tipo lisciamiento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %  
Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

##### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 31.85 Hz  $\pm$ 0.10 Hz

##### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

**Verifica**

**Esito**

$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

**Modello stratigrafico**

Dati riepilogativi:

Numero strati:	3
Frequenza del picco dell'ellitticità:	29.90 Hz
Valore di disadattamento:	0.27
Valore Vseq:	285.71 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1	18	0.3	120
2	1	76.61	18	0.3	300
3	77.61	25	18	0.3	500

**Dal sondaggio emerge che il suolo rientra nella Categoria suolo: "C"**

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
---	--

*I risultati dettagliati sull'indagine sismica sono ampiamente descritti nella relazione geofisica.*



## CLASSIFICAZIONE SISMICA

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di **Mazara del Vallo**, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003.

<b>Zona sismica</b> 2	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
--------------------------	--

Il comune di Mazara del Vallo è riportato al progressivo n. 11 classificato in zona 2 e di II° categoria.

COMUNI CLASSIFICATI IN ZONA 2						
PROGRESSIVO	Codice Istat 2001	PROVINCIA	COMUNE	Categoria secondo la classificazione sismica precedente (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica prevista dall'Ordinanza n.3274/2003	Nuova Classificazione sismica della Regione Siciliana
				Categoria	Zona	Zona
11	19081012	TRAPANI	Mazara del Vallo	II	2	2

Il nuovo studio di pericolosità allegato all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

L'Ordinanza, tra l'altro, individua i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

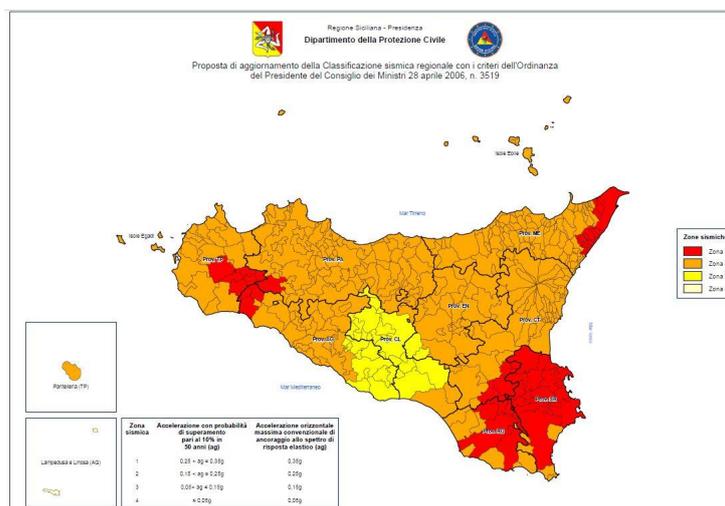
Sono individuate quattro zone, a pericolosità decrescente, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A (ag), ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10 % in 50	Accelerazione orizzontale massima convenzionale
------	---	---



	anni (ag)	di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	$0,25 < ag \leq 0,35$	0,35 g
2	$0,15 < ag \leq 0,25$	0,25 g
3	$0,05 < ag \leq 0,15$	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Nel 2021, in seguito a segnalazioni da parte di alcuni Ordini Professionali nonché da diversi comuni della Provincia di Agrigento e Caltanissetta, si è appurata l'incongruenza tra la classificazione sismica nazionale e quella vigente nel territorio della Sicilia. A seguito delle opportune verifiche e acquisiti i necessari riscontri tecnici, il Dipartimento Regionale Protezione Civile Sicilia ha elaborato una proposta di aggiornamento (Delibera n. 81 del 24/02/2022) della vigente classificazione sismica regionale, attraverso l'applicazione dei criteri esposti all'Ordinanza OPCM 28 aprile 2006, n. 3519.



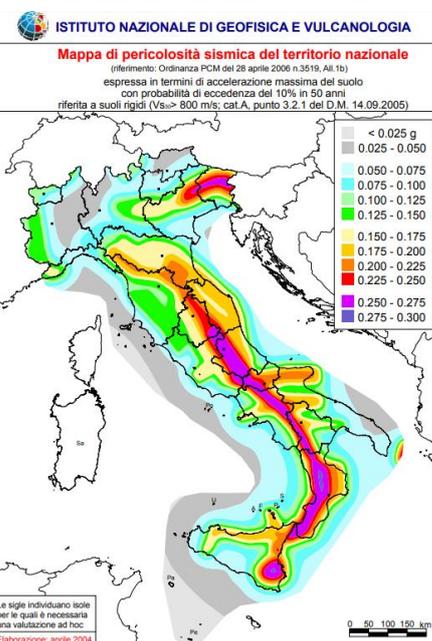
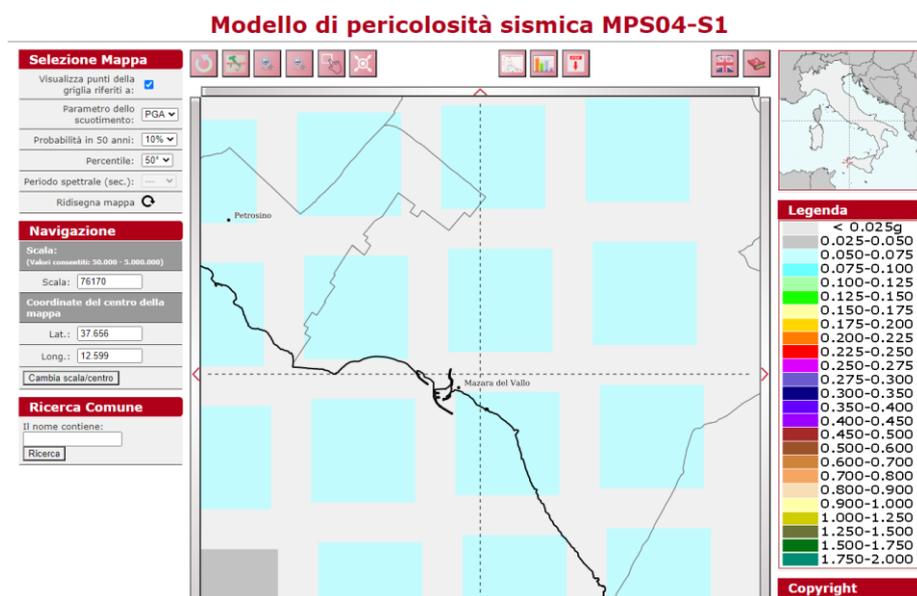
Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	$0,25 < ag \leq 0,35$	0,35g
2	$0,15 < ag \leq 0,25$	0,25g
3	$0,05 < ag \leq 0,15$	0,15g
4	$\leq 0,05$	0,05g

Sulla base della proposta di aggiornamento, il territorio di Mazara del Vallo, mantiene la categoria con rischio più elevato, con  $ag$  0,0833.



COMUNI CLASSIFICATI IN ZONA 2								
ag	COMUNE	CODICE ISTAT	SIGLA PROV.	PROVINCIA	CLASSIFICAZIONE ex DGR 408/2003	ELABORAZIONE DRPC SICILIA (Criteri OPCM 3519/2006)	NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA	NOTE
0,0833	MAZARA DEL VALLO	19081012	TP	TRAPANI	2	3	2	Mantiene la categoria con rischio più elevato

## MAPPE DI PERICOLOSITA' SISMICA

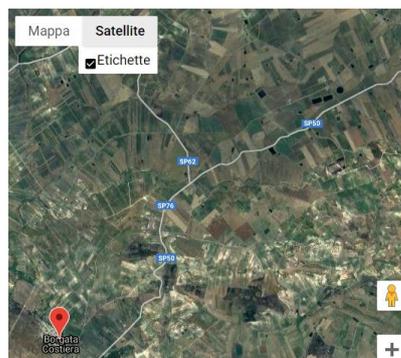


## SISMICITA' DEL SITO

Eventi sismici dal 1500 al 2020 nel comune di Mazara del Vallo e nelle vicinanze

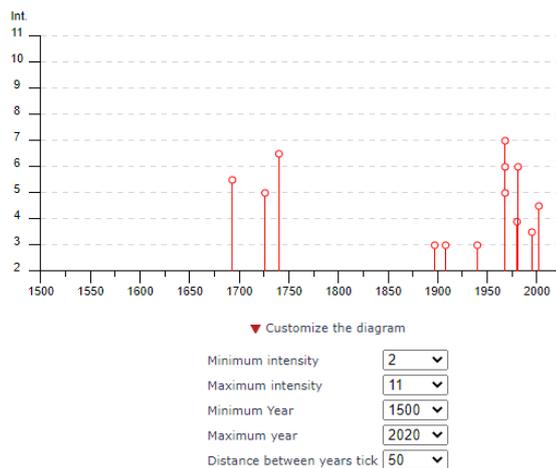
### Mazara del Vallo

PlaceID IT\_66236  
 Coordinates (lat, lon) 37.656, 12.596  
 Municipality (ISTAT 2015) Mazara del Vallo  
 Province Trapani  
 Region Sicilia  
 No. of reported earthquakes 14





Effects		Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area		NMDP	Io	Mw
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale		179	11	7.32
5	1726	09	01	21	55		Tirreno meridionale		8	7-8	5.48
6-7	1740	06	13				Stretto di Sicilia		3	6-7	4.86
3	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale		85	5	4.52
3	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina		772	11	7.10
NF	1910	01	25	08	27		Tirreno meridionale		34	5	4.48
3	1940	01	15	13	19	2	Tirreno meridionale		60	7-8	5.29
7	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice		162	10	6.41
6	1968	01	25	09	56	4	Valle del Belice		32	8	5.37
5	1968	02	12	16	26	0	Valle del Belice		14	6	4.66
F	1980	05	28	19	51	2	Tirreno meridionale		44	5-6	5.66
6	1981	06	07	13	00	5	Mazara del Vallo		50	6	4.93
3-4	1995	05	29	06	52	2	Isole Egadi		45	5	4.78
4-5	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale		132	6	5.92



Osservazioni disponibili											
IS	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	Ae	Io	Mw	Rt	Rt1
7	1968	01	15	02	01	9	Valle del Belice	10	6.12	CFTI	BOA997
6-7	1740	06	13				Sciaccia	7-8	5.37	DOM	BAA996
6	1981	06	7	13			Mazara del Vallo	6	4.60	DOM	COS996
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia Orientale	11	7.41	CFTI	BOS981
5	1726	09	01	21	55		Palermo	8	5.61	CFTI	BOA997
4-5	2002	09	06	01	21	29	Palermo	6	5.89	INGVAM	AZA003
3	1908	12	28	04	20	27	Calabria Meridionale	11	7.24	CFTI	BOA997
3	1940	01	15	13	19	24	Golfo di Palermo	7-8	5.34	CFTI	BOA997

(da: DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 - Stucchi et alii. - 2007)

IS: intensità nel Comune x 10 (scala MCS).  
 Me, Gi, Or, Mi, Se: mese, giorno, ora, minuto e secondo di accadimento dell'evento sismico.  
 Ae: denominazione dell'area dove si sono verificati i massimi effetti.  
 Io: intensità epicentrale x 10 (scala MCS)

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dall'analisi dei dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e geostrutturali descritti nelle varie parti di questo lavoro e sulla base dei dati sismici e geomeccanici riportati nei paragrafi della presente relazione, si possono trarre le seguenti conclusioni:

Al di sotto di uno strato di terreno alterato e di suolo agrario di spessore variabile da 0,00 - 0,90 metri circa, si trova il litotipo fondazionale costituito da depositi alluvionali con discrete caratteristiche meccaniche, tali da sopportare con ampio margine di sicurezza il carico dell'opera in oggetto, dove la  $V_{s,eq}$  è di 285.71 m/s

✓ La costruzione dell'opera in progetto risulta compatibile con le caratteristiche morfologiche del sito di sedime, il quale non è interessato attualmente, da fenomeni di dissesto profondi e/o superficiali, né di tipo erosivo evolutivo;

Per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Arena (054), tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica né da rischio idraulico, **mentre è interessato da rischio da esondazione per ipotetico collasso della Diga Trinità, come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I.**



allegate. Per il calcolo del rischio idraulico del sito, si rimanda alla relazione idraulica, redatta dall'ing. Idraulico.

✓ Pertanto, si ritiene che il sito è idoneo alla realizzazione delle opere, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe.

✓ Dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC). Tale Natura 2000 è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una «rete») di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione stessa ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della direttiva «Habitat».

Da quanto sin qui esposto si evince che non vi sono caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche o litotecniche tali da risultare ostative alla realizzazione dell'opera, se non l'attenersi a soluzioni progettuali idonee. **Si rimanda al progettista per le scelte più opportune di propria competenza.**

✓ La strumentazione utilizzata per le analisi del microtremore sismico è stato utilizzato una stazione singola geofonica con tre geofoni, consistente in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 2), dove i risultati, elaborati con il software EASY HVSR della Geostru, hanno calcolato una velocità equivalente 285.71 m/s.

✓ **Dalla prova sismica nel sito in esame è stato possibile, ottemperando al D.M. 17/01/2018, di classificare il sito appartenente alla Categoria di Suolo "C"**

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
---	--

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo **T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ "** (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

### **Coordinate geografiche del sito di progetto**

Coordinate geografiche del sito di progetto:

Decimali: Lat. 37.688164°; Long. 12.713042°

Gradi, Minuti, Secondi: Lat. 37°41'17.31"N; Long. 12°42'46.75"E



*Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N:*

*Coordinate Est: 298361,28; Coordinate Nord: 4173699,76*

Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di  $0,15 < a_g \leq 0,25$  g. Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica  $a_g$  pari a 0,079 g, una  $F_0$  2,497, un  $T^*c$  0,31 (fig. 13), per la determinazione dei parametri sismici è stato utilizzato il software di elaborazione, adeguato al NTC 2018, della S.T.S. Software Tecnico Scientifico.

*Per quanto riguarda i parametri geotecnici, in questa fase, si consigliano i seguenti parametri geotecnici estrapolate da prove in situ e in laboratorio, eseguite su terreni a poca distanza ed appartenenti alla stessa facies petrografica. Ovviamente, tali parametri, sono puramente indicativi e vanno accertanti e ampliate in sede esecutiva, con una campagna geognostica in situ e in laboratorio, oltre alle indagini sismiche del tipo MASW e/o HVSR.*

Litotipo	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo di Attrito (°)	Classificazione AGI	Peso unità di volume $\gamma = (t/m^3)$
Suolo Agrario	0,15-0,20	20°	Da poco a moderatamente consistente	1,60 -1,70
Depositi Alluvionali e fluviali	0,1- 0,3	25°	Da poco a moderatamente consistente	1,70-1,80

*⇒ si raccomanda, nell'esecuzione dei lavori in oggetto necessari per le intenzioni progettuali, di adottare misure di sicurezza tali da garantire l'incolumità degli operatori;*

*⇒ In sede esecutiva si ritiene opportuno di eseguire delle prove geotecniche in situ e in laboratorio ed inoltre di eseguire delle prove sulle terre da scavo per la determinazione dei parametri chimico-fisiche. Da dati acquisiti e dal sopralluogo non sono emersi elementi che fanno presupporre situazione di inquinanti sui terreni. Si ritiene anche, che i terreni provenienti dagli scavi, si possono riutilizzare all'interno dello stesso impianto. Tutto ciò da confermare con i risultati delle analisi dei terreni.*

*⇒ Infine, necessaria la presenza dello scrivente in sede esecutiva, al fine di verificare la stratigrafia dei terreni di tutto lo spazio areale interessato per la realizzazione dell'opera.*



*Le considerazioni esposte nel contesto della presente relazione consentono di definire all'atto dell'indagine la idoneità dell'area di progetto ai fini della realizzazione di quanto in progetto, nel pieno rispetto degli equilibri esistenti.*

Montevago, maggio 2022

*Dr. Geologo Leonardo Mauceri*



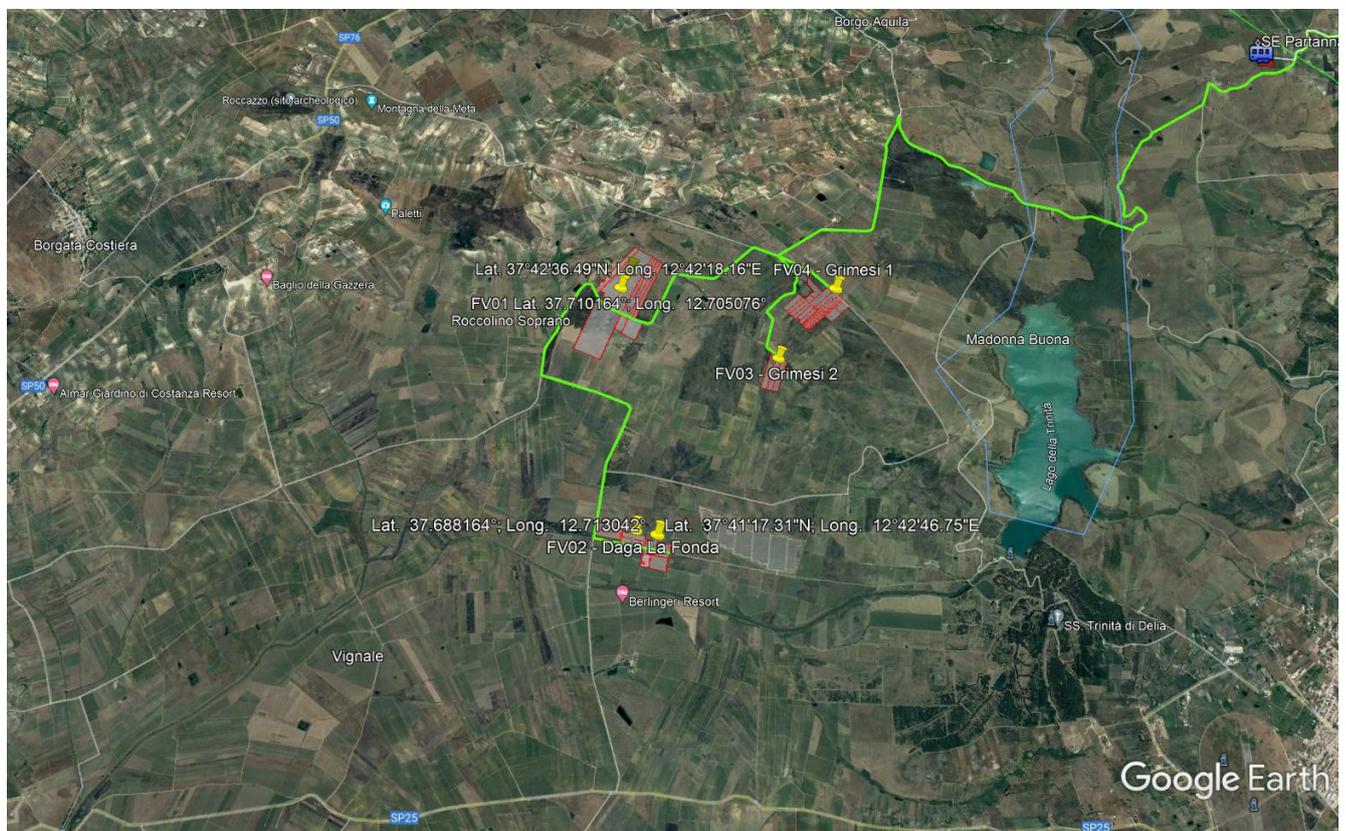
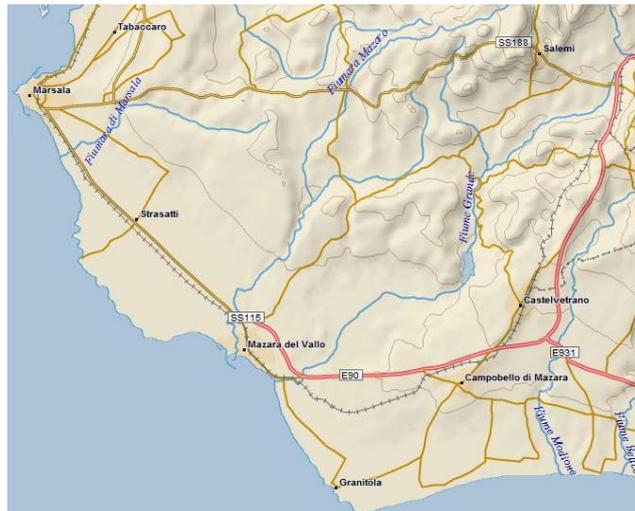
Comune di Mazara del Vallo (TP)

***RELAZIONE  
GEOLOGICO-TECNICA  
E GEOFISICA***

***ALLEGATI***

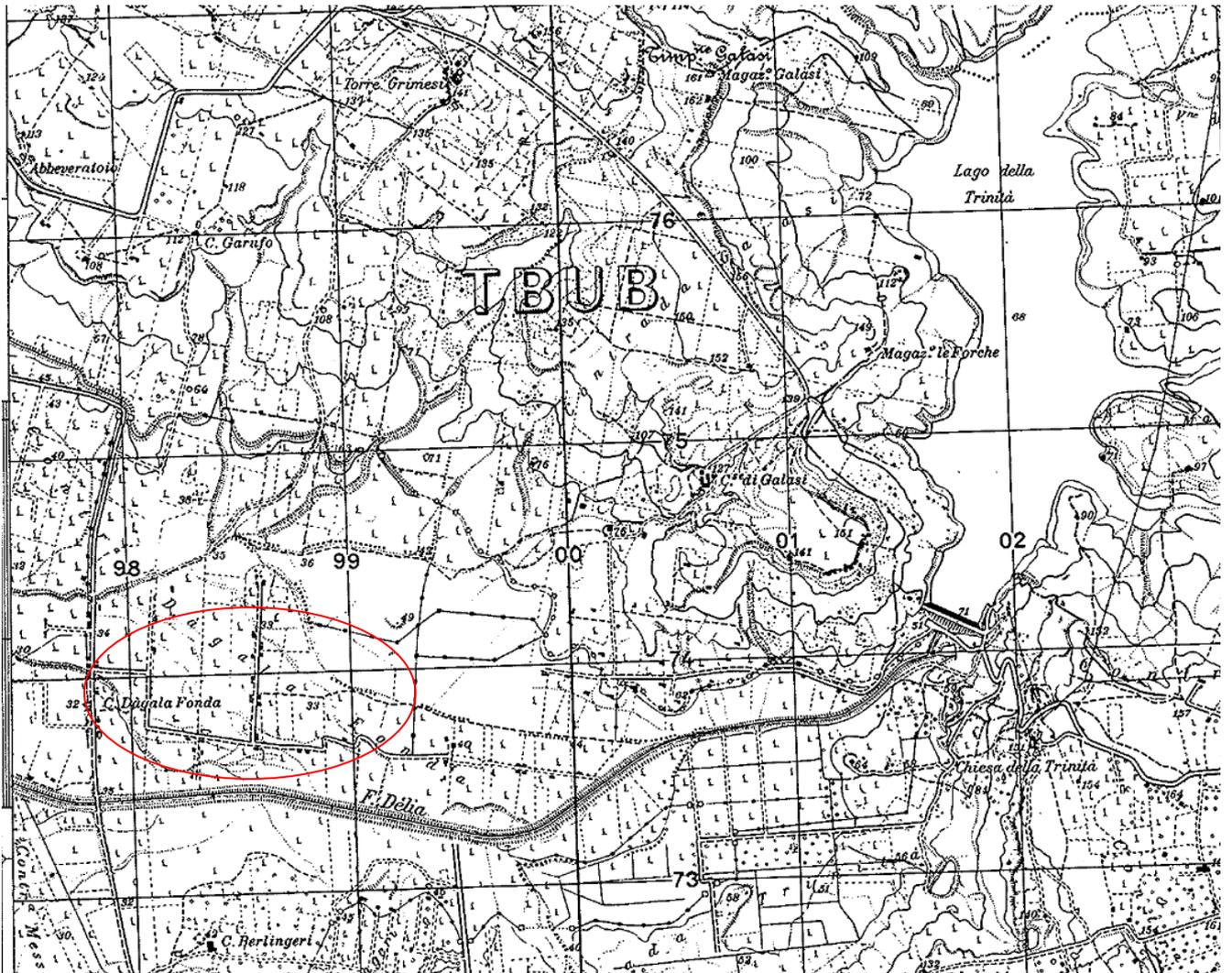


## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



## Localizzazione dell'impianto





## STRALCIO TOPOGRAFICO

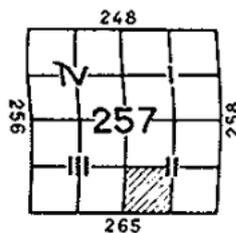
SCALA 1:25.000

Tav. "CASTELVETRANO" F° 257 II S.O.

QUADRO D'UNIONE  
INDEX TO ADJOINING SHEETS

257 III N.E. BAGLIO CHITARRA	257 II N.O. SALEMI	257 II N.E. S. NINFA
257 III S.E. COSTIERA	257 II S.O. CASTELVETRANO	257 II S.E. PARTANNA
265 IV N.E. MAZARA DEL VALLO	265 I N.O. CAMPOBELLO DI MAZARA	265 I N.E. VALLE BELICE

CARTA D'ITALIA ALLA SCALA DI 1:25 000



ITALY 1:25000

FOGLIO N° 257

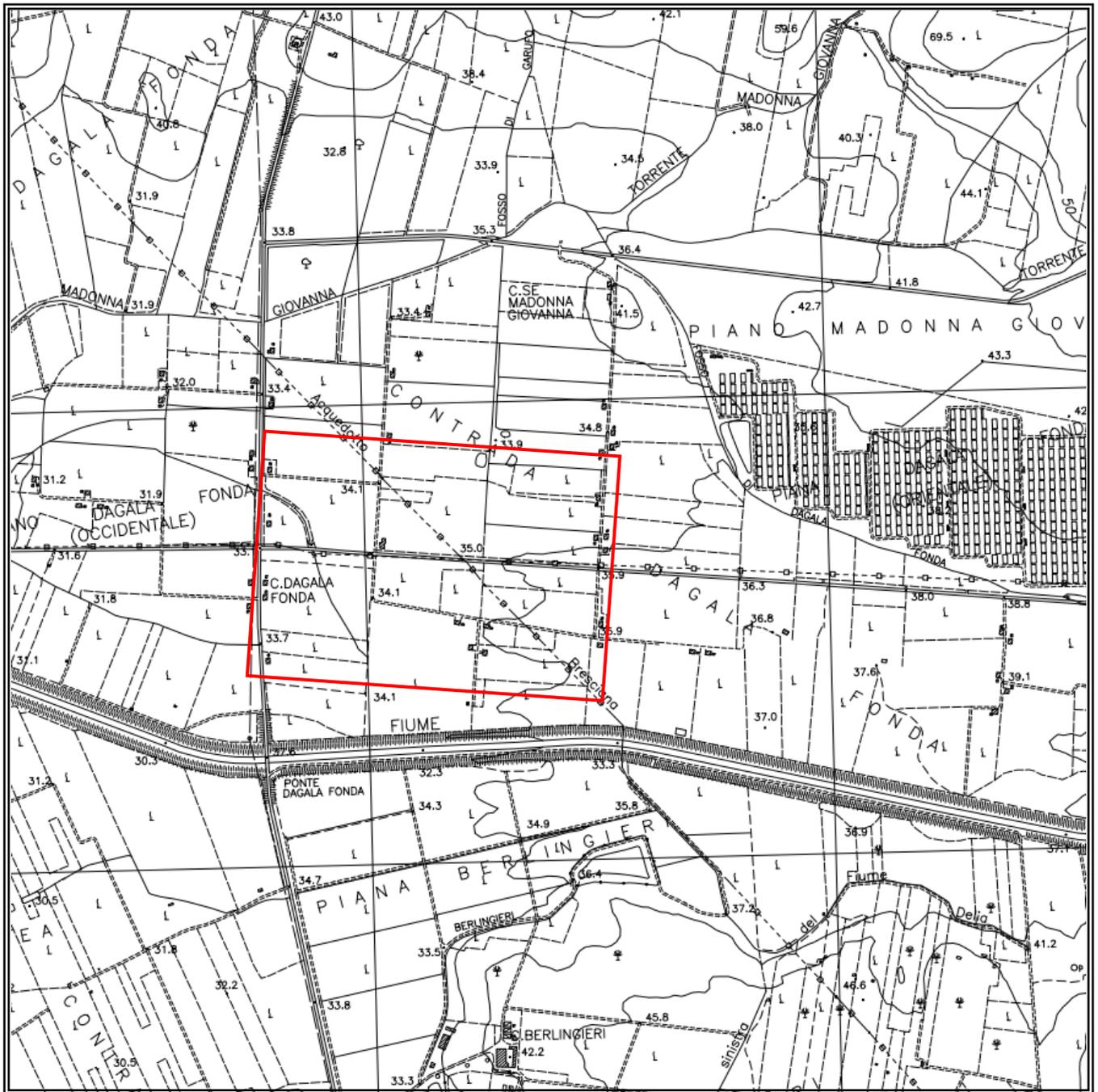
SHEET

QUADRANTE: II

QUADRANT

ORIENTAMENTO: S.O. CASTELVETRANO

ORIENTATION



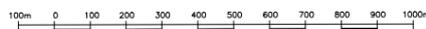
Rilievo aerofotogrammetrico - Scala 1:10.000 - Area Progettuale

REGIONE  SICILIANA

ASSESSORATO REGIONALE DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE  
DIPARTIMENTO DELL'URBANISTICA  
CARTA TECNICA REGIONALE

SEZIONE N. 618090  
CONTRADA MESSER ANDREA

Scala 1 : 10000





## RELAZIONE GEOFISICA HVSR

Dott. geol. Leonardo Mauceri



Studio Geologico

C.FISC: MCRLRD64D28F655F

P.IVA: 01945310843

Via: Olanda, 15  
92010 Montevago - Agrigento

Tel: 0925/38573 - 3473552528 - 3383059800

Fax: 0925/38573

Email: [geologomauceri@gmail.com](mailto:geologomauceri@gmail.com)

[info@maucerigeologo.it](mailto:info@maucerigeologo.it)

PEC: [geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it](mailto:geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it)

Web: [www.maucerigeologo.it](http://www.maucerigeologo.it)

Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV02 - DAGALA FONDO"*.



Data: aprile 2022

Il committente: SeaWindPower

IL Tecnico



Il Progettista

**Indagine geofisica tramite tecnica HVSR 1 e HVSR 2**



## **Cenni sulla teoria della tecnica HVSR**

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.



Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

La presente è stata redatta in ottemperanza al **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018 (Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008), che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. In particolare è stata eseguita una prospezione sismica con il metodo *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle onde  $V_s$  a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie.

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) è stata eseguita per risalire al valore del  $V_{s,eq}$  e la frequenza di risonanza dei terreni, e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell'area con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento al fine di una progettazione sismica delle strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali (attività antropiche).

La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 1).



### - SPECIFICHE TECNICHE -

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello
- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

Fig. 1



Sensore sismico 3D da superficie, frequenza geofoni 2 hz, contenitore in alluminio, piedini di supporto per utilizzo su pavimentazione o infissione nel terreno, bolla di livellamento, maniglia di trasporto.



SYSMATRACK  
Sismografo 12 canali, espandibile a 24, risoluzione 24 bit, con batteria integrata

### - Specifiche geofoni -

- Frequenza naturale:  $2 \pm 0,75$  Hz
- Resistenza della bobina a  $25^\circ \text{C} \pm 5\%$ : 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a 3810 Ohm  $\pm 10\%$ : 2 V / in / sec
- Massa  $\pm 5\%$ : 23 g

L'elaborazione sismica è stata fatta con il software Easy HVSR della GEOSTRU che permette l'analisi del rapporto spettrale dei microtremiti con registrazioni a stazione singola. La semplicità d'uso e la velocità di esecuzione dei calcoli, consente di ottenere risultati immediati nella stima di: frequenza di risonanza, profilo stratigrafico e velocità delle onde di taglio equivalente Vs30. Il tutto secondo le direttive suggerite dal progetto SESAME.

Il software importa file *SEG2*, *SAF* e *ASCII*.

### Personalizzazione dell'analisi:

E' possibile scegliere i vari modi in cui trattare i dati, scegliendo i metodi più opportuni per la somma direzionale delle tracce nelle direzioni orizzontali, per il lisciamiento dati e per la banda di frequenza da analizzare.

Tra le somme direzionali a disposizione è infatti possibile scegliere dalla più semplice media aritmetica alla media quadratica o geometrica. Tra i metodi per il lisciamiento dei dati, suggeriti dal progetto SESAME, si possono scegliere: Konno & Ohmachi, Triangolare costante e Triangolare proporzionale. Si possono scegliere le finestre temporali da includere ed escludere semplicemente con un segno di spunta, vedendo in tempo reale le variazioni delle modifiche apportate. Il tutto supportato dalla possibilità' di filtrare i dati in input automaticamente.

### Visualizzazione dei dati:

Tutti i risultati vengono rappresentati in grafici personalizzabili. I grafici a disposizione sono: le tracce nelle tre direzioni in analisi con la rappresentazione delle finestre temporali scelte; lo spettro medio delle tracce;



la mappa per la verifica della stazionarietà della registrazione; la mappa per la verifica dell'isotropia direzionale della registrazione; il rapporto spettrale H/V con il suo intervallo di fiducia con la possibile sovrapposizione

della curva dell'ellitticità di più modelli stratigrafici non solo del modo fondamentale ma anche di quelli superiori; la rappresentazione grafica del profilo stratigrafico; il profilo delle velocità associato alla stratigrafia.

### **Risultati:**

Permette di valutare in automatico una prima stima del modello stratigrafico che meglio approssima il comportamento spettrale H/V registrato in situ ed analizzato per poi 'sintonizzarlo' ed affinarlo con maggiore rapidità. Si ottiene così, oltre che la frequenza naturale di vibrazione della stratigrafia tipica della tecnica HVSR, l'immediata valutazione del Vs30 e del profilo delle velocità delle onde di taglio del modello stratigrafico ipotizzato. Sul grafico del rapporto spettrale H/V sono quindi visibili, oltre che la stessa curva H/V con il suo intervallo di fiducia, tutte le curve dell'ellitticità' dei vari modi di ciascun modello stratigrafico che l'utente può decidere di aggiungere. In questo modo si possono mettere a confronto le differenze da un punto di vista qualitativo, e va ad aggiungersi anche un confronto quantitativo con la stima della funzione di disadattamento tra la curva ellitticità 'fondamentale' e quella del rapporto spettrale H/V. Il tutto corredato dalle verifiche sull'affidabilità della curva H/V e del suo picco suggerite dal progetto SESAME.

### **Dati generali**

Nome progetto: Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora. Impianto "FV02 - DAGALA FONDO"*.

Committente: SeaWindPower

Cantiere: Mazara del Vallo (TP)

Località: Dagala Fonda

Operatore: geol. Leonardo Mauceri

Responsabile: geol. Leonardo Mauceri

Data: aprile 2022 00:00:00

Zona:

Decimali: Lat. 37.688164°; Long. 12.713042°

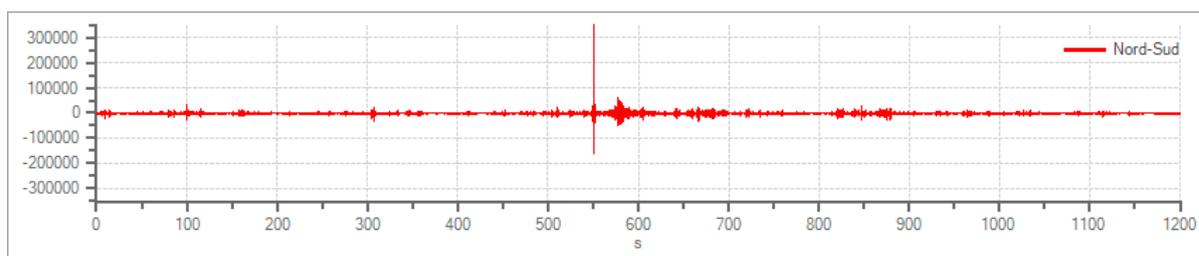
### **Tracce in input**

#### Dati riepilogativi:

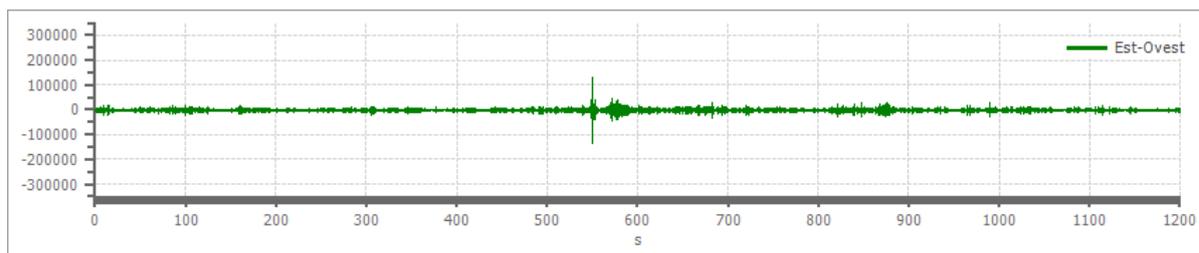
Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	300000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.



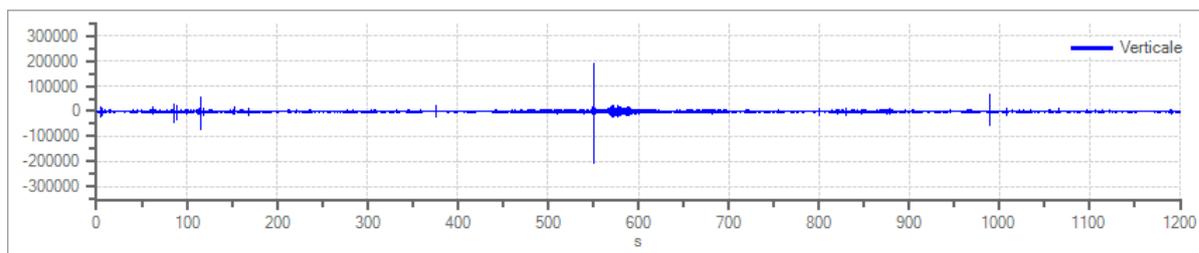
### Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

## Finestre selezionate

### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59  
Numero finestre incluse nel calcolo: 59  
Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

### Tabella finestre:

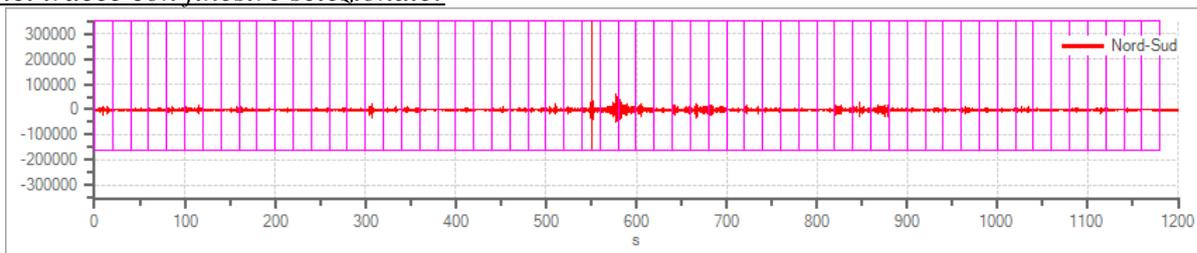
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa



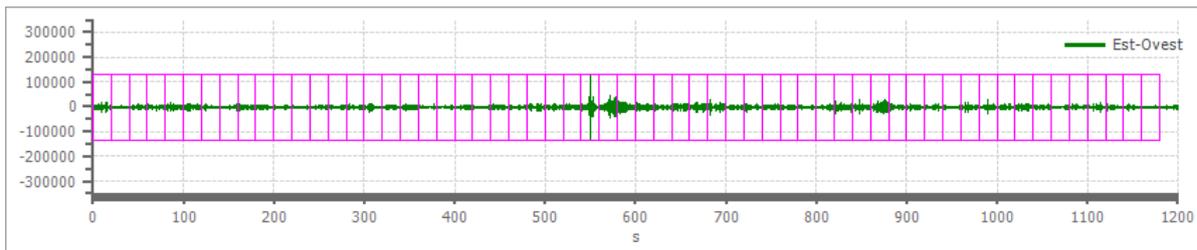
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa
58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa



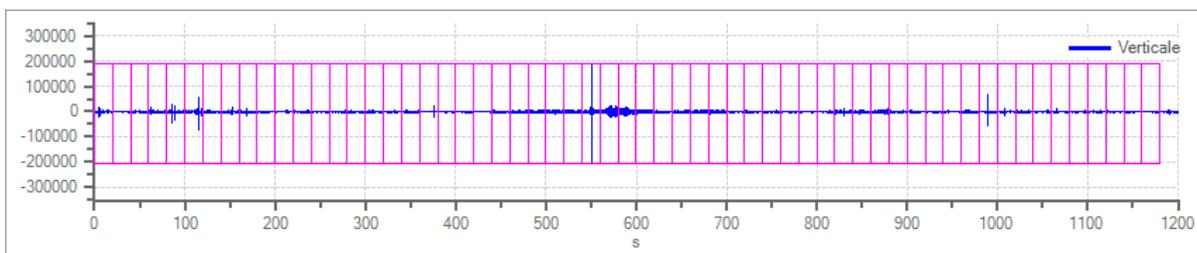
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

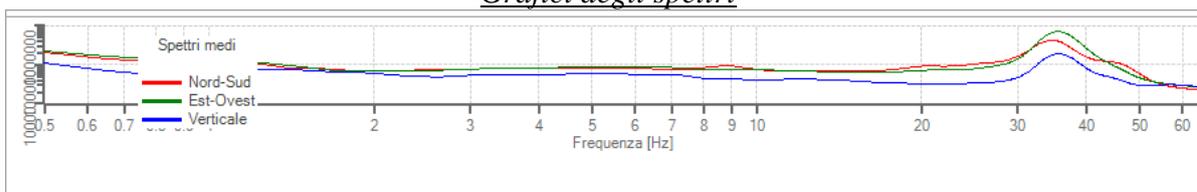


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

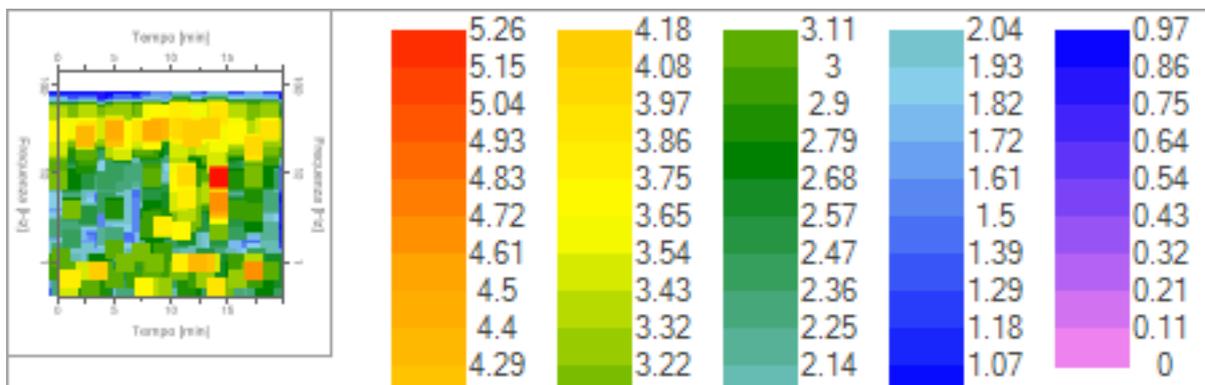


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

Grafici degli spettri

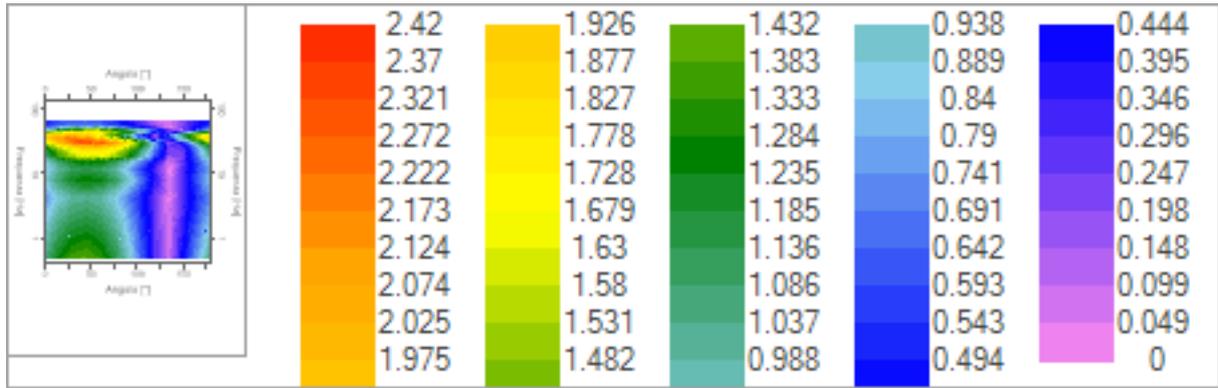


Spettri medi nelle tre direzioni





### Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

### Rapporto spettrale H/V

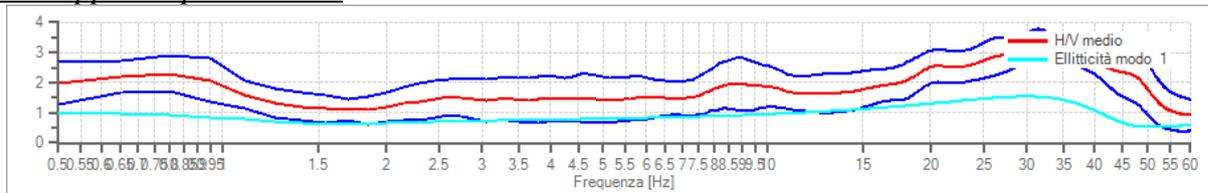
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 65.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamo: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamo: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 31.85 Hz ±0.10 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok



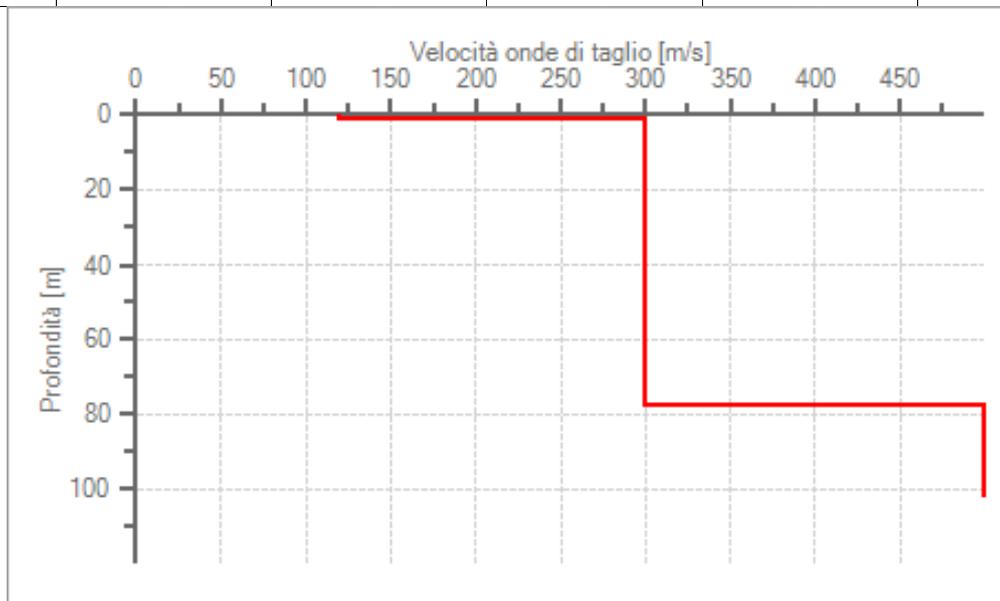
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 3  
Frequenza del picco dell'ellitticità: 29.90 Hz  
Valore di disadattamento: 0.27  
Valore Vseq: 285.71 m/s

### Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1	18	0.3	120
2	1	76.61	18	0.3	300
3	77.61	25	18	0.3	500



Profilo delle velocità delle onde di taglio.



Dr. Geol. Leonardo Mauceri  
Geologia - Geotecnica - Geologia ambientale  
Ricerche idriche - Geologia applicata  
Studio: Via Olanda, 15 92010 Montevago (AG)  
Tel/fax 0925/38573 cell. 347/3552528-338/3059800  
e-mail: [geologomauceri@gmail.com](mailto:geologomauceri@gmail.com)  
[info@maucerigeologo.it](mailto:info@maucerigeologo.it)  
Pec: [geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it](mailto:geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it)  
[www.maucerigeologo.it](http://www.maucerigeologo.it)

Progettazione: **SeaWindPower**  
via A. Ognibene 107 - 92013 - Menfi - Agrigento - Italy  
[seawindpowersrls@gmail.com](mailto:seawindpowersrls@gmail.com) - [seawindpower@pec.it](mailto:seawindpower@pec.it)

Proponente: **Solar Tier S.r.l.**

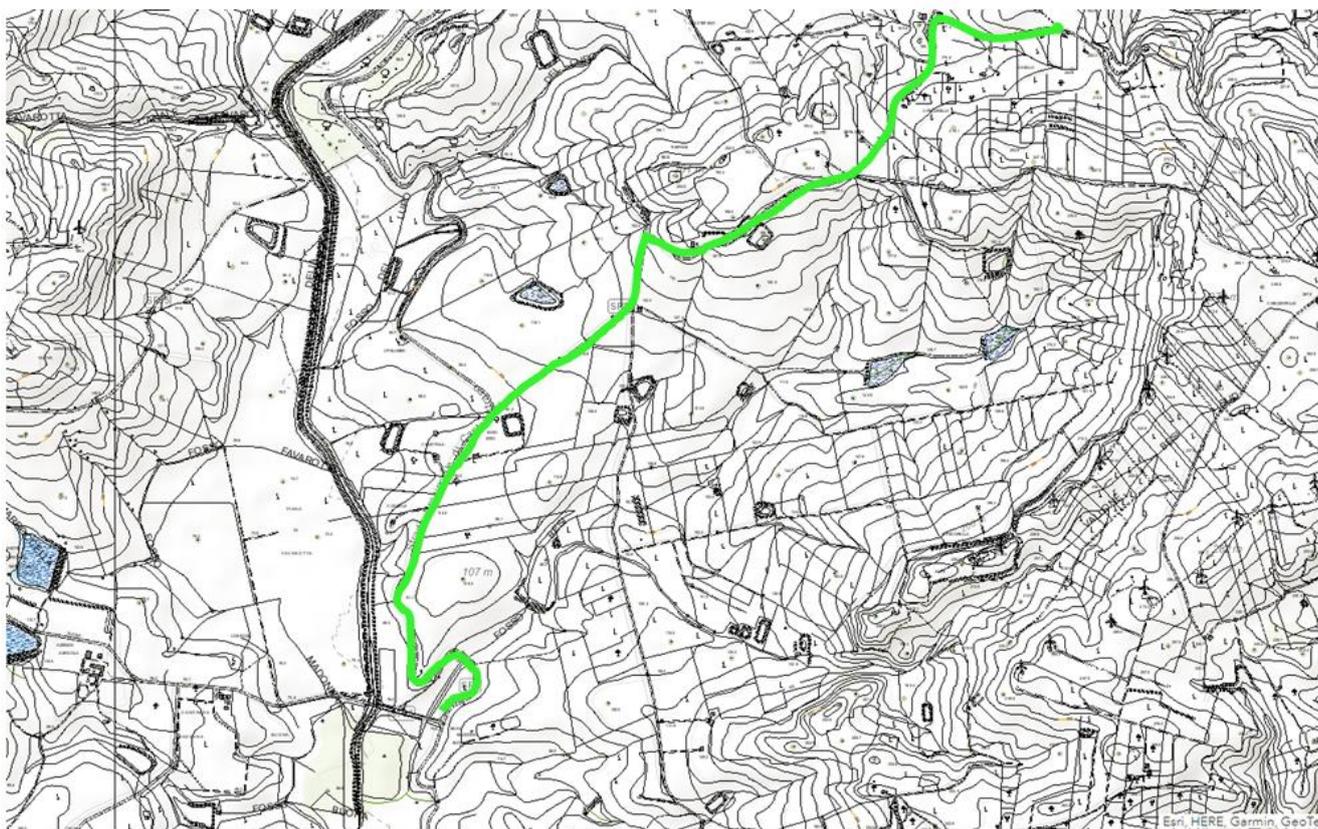
**OGGETTO:** Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nei Comuni di Mazara del Vallo (TP), Santa Ninfa (TP) e Castelvetro (TP), denominato *Aurora*.  
**Tracciato cavidotto che dall'impianto va alla sottostazione a Santa Ninfa.**

### Premessa

Si descrive l'aspetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area interessata dal cavidotto che dall'impianto va alla sottostazione a Santa Ninfa (Fig. A e Fig. B).



Fig. A

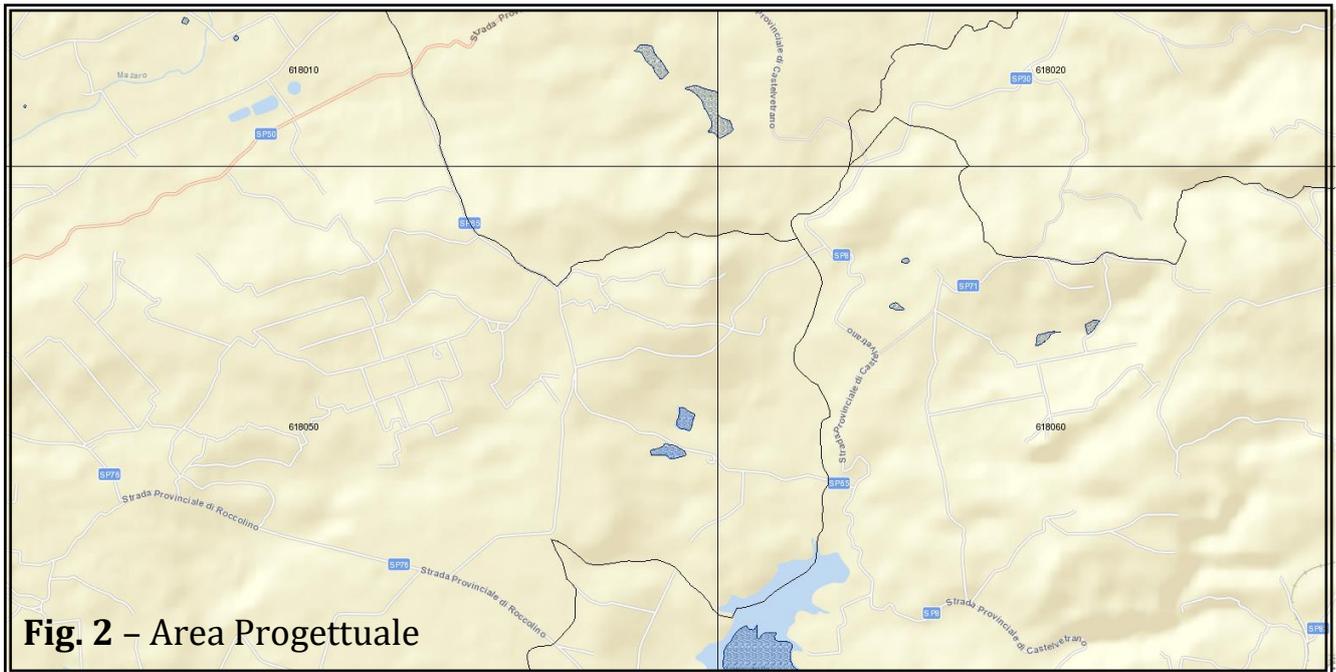


Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) n° 618050 - 618060 –in verde il percorso del cavidotto

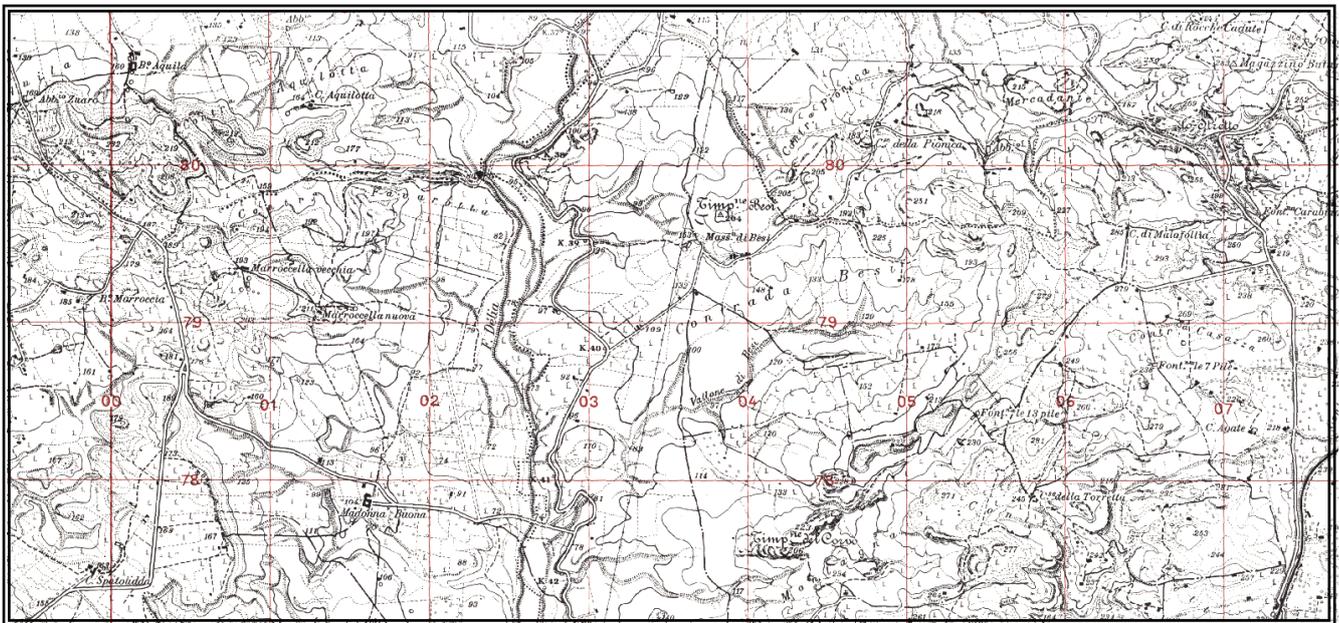
Fig. B

### **INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO**

L'area in esame, dal punto di vista topografico, è compresa nelle tavolette in scala 1:25.000 "SALEMI", F° 257 II N.O. e "CASTELVETRANO" F° 257 II S.O. della Carta d'Italia edita dall'IGM (fig. 3), mentre nelle C.T.R. (Carta Tecnica Regionale) n° 618050 - 618060 in scala 1:10.000, nel Territorio del Comune di Santa Ninfa, Castelvetro e Mazara del Vallo (Fig. A e Fig. B) in Provincia di Trapani, ubicato a Nord del centro abitato di Castelvetro. Il tracciato percorre le Strade Provinciali SP8, SP71, SP65 (fig. 2). L'area risulta con quote medie variabili da 85 a 185 m s.l.m.



**Fig. 2 - Area Progettuale**



**Stralcio Topografico**

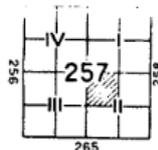
Scala 1:25.000

Tav. IGM "Salemi" - F° 257 II N.O. - Tav. IGM "Castelvetro" F° 257 II S.O.

**Fig. 3**

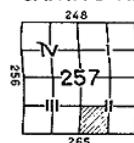
**QUADRO D'UNIONE**  
INDEX TO ADJOINING SHEETS

257 IV S.E. BORGO FAZIO	257 I S.O. VITA	257 I S.E. CALATAFIMI
257 III N.E. BAGLIO CHITARRA	<b>257 II N.O. SALEMI</b>	257 II N.E. S. NINFA
257 III S.E. COSTIERA	<b>257 II S.O. CASTELVETRAM</b>	257 II S.E. PARTANNA



FUOLIO N° 257  
SHEET  
QUADRANTE: II  
QUADRANT  
ORIENTAMENTO: N.O. SALEMI  
ORIENTATION

CARTA D'ITALIA ALLA SCALA DI 1:25 000



ITALY 1:25 000  
FOGLIO N° 257  
SHEET  
QUADRANTE: II  
QUADRANT  
ORIENTAMENTO: S.O. CASTELVETRAM  
ORIENTATION



I lineamenti morfologici sono in stretta relazione con le caratteristiche geologiche dei terreni affioranti.

Geomorfologicamente l'area è caratterizzata da un paesaggio di tipo collinare dove alcune porzioni sono caratterizzate da versanti prevalentemente argilloso-gessosi appartenente ai depositi evaporitici. Nel paesaggio si riscontrano morfologie di tipo collinare, con rilievi modesti e pendenze molto blande.

Le litologie sono ricoperte da una coltre di alterazione di natura limo sabbiosa e di suolo agrario dello spessore variabile da pochi centimetri a 1,00 m circa.

Le pendenze sono molto modeste sia in corrispondenza degli affioramenti litoidi, sia in corrispondenza degli affioramenti argillosi, caratterizzati da versanti con forme blande e mammellonari.

Il rilievo di superficie e le indagini dirette in loco, ci permettono di avere delle buone garanzie, allo stato attuale, circa la stabilità dell'area all'interno della quale devono essere realizzate le opere in progetto.

Quindi, l'assetto morfologico esistente allo stato attuale è tale da non indurre nessuna preoccupazione circa la stabilità dell'area indagata.

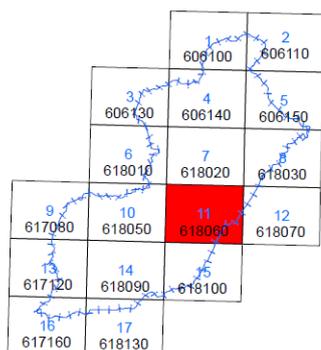
La rete idrografica è rappresentata da una serie impluvi stagionali che confluiscono nei Valloni principali con direzione di flusso verso Sud ed alimentano il Fiume Arena.

Tale corso d'acqua ha un regime idrologico di tipo torrentizio, con deflussi superficiali esigui o del tutto assenti nei periodi estivi.

Infine, per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", l'area in questione ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Arena (054), tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica nè da rischio idraulico, *come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate* (Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6).

COMUNI DI :  
CASTELVETRANO - MAZARA DEL VALLO - SALEMI- SANTA NINFA

Scala 1:10.000



### Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 e ss. mm. ii.)

Bacino Idrografico del Fiume Arena (054)



Fig. 4



Pertanto, si ritiene il sito idoneo alla realizzazione dell'opera. **Inoltre, dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che l'area interessata dal cavidotto non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC), mentre si trova al limite delle aree con Vincolo Idrogeologico (Fig. 7).**

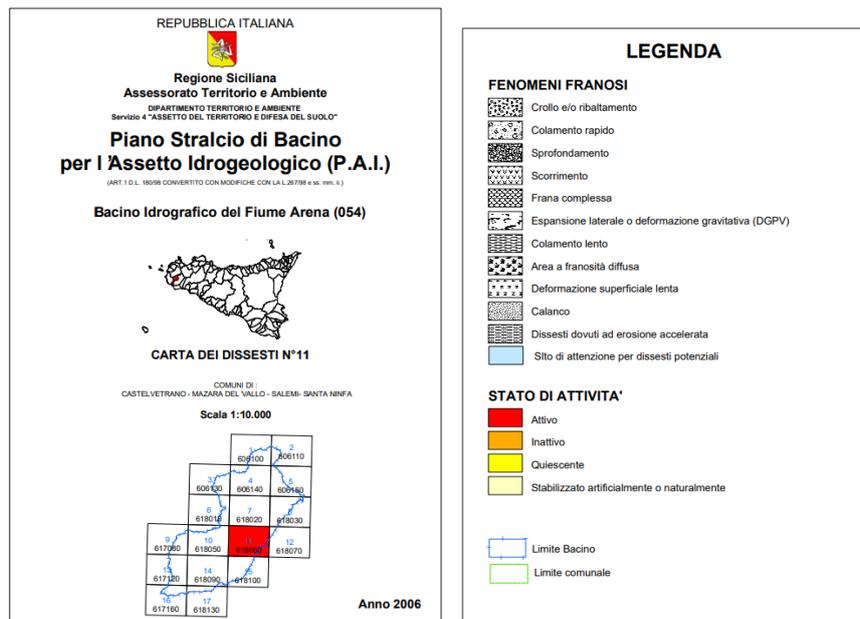
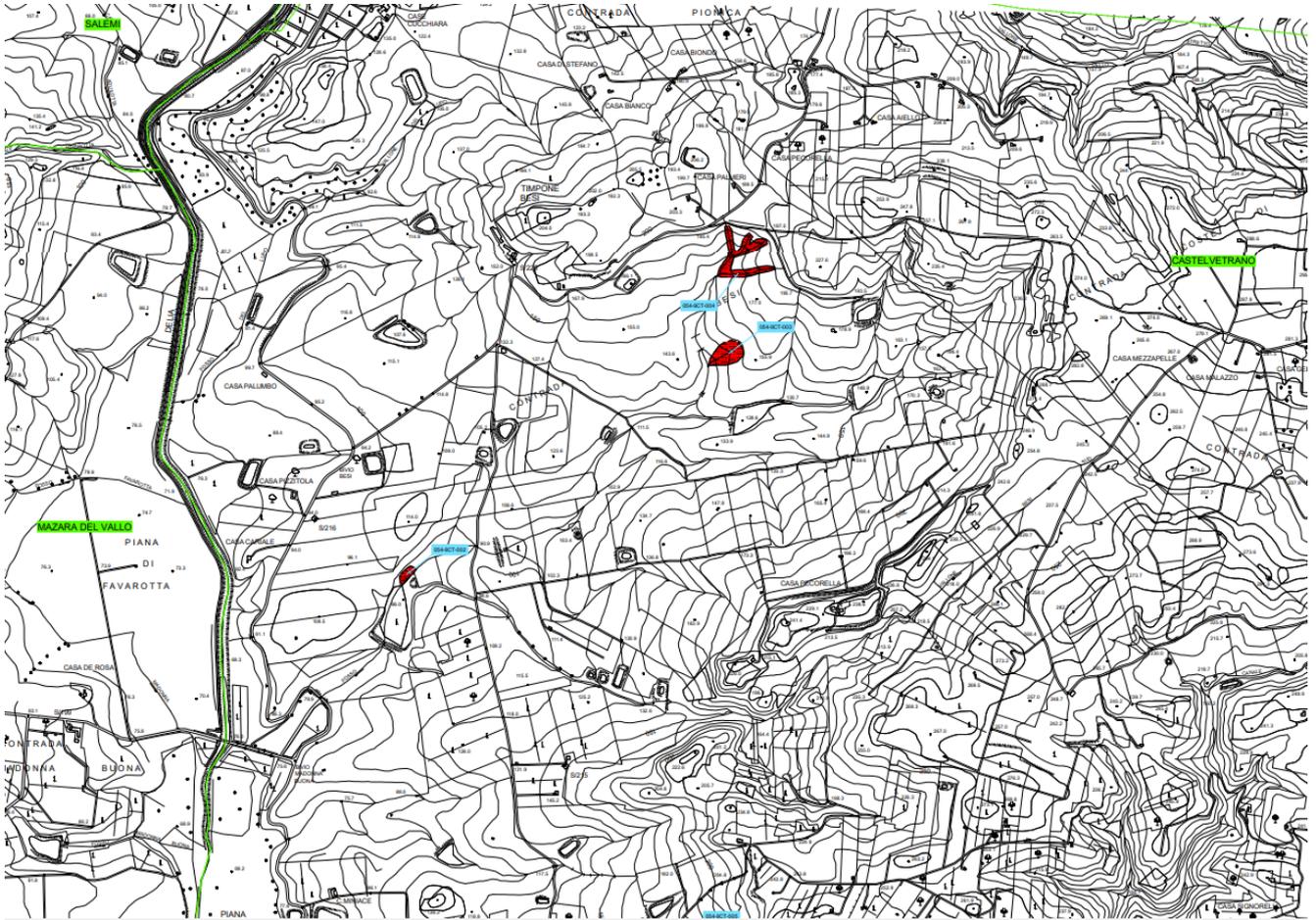


Fig. 5

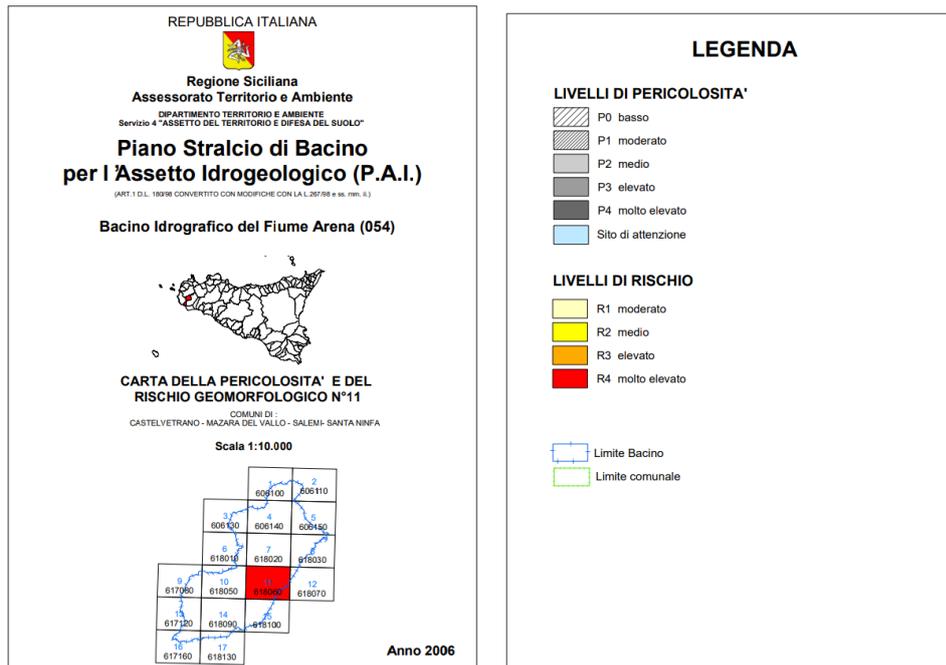
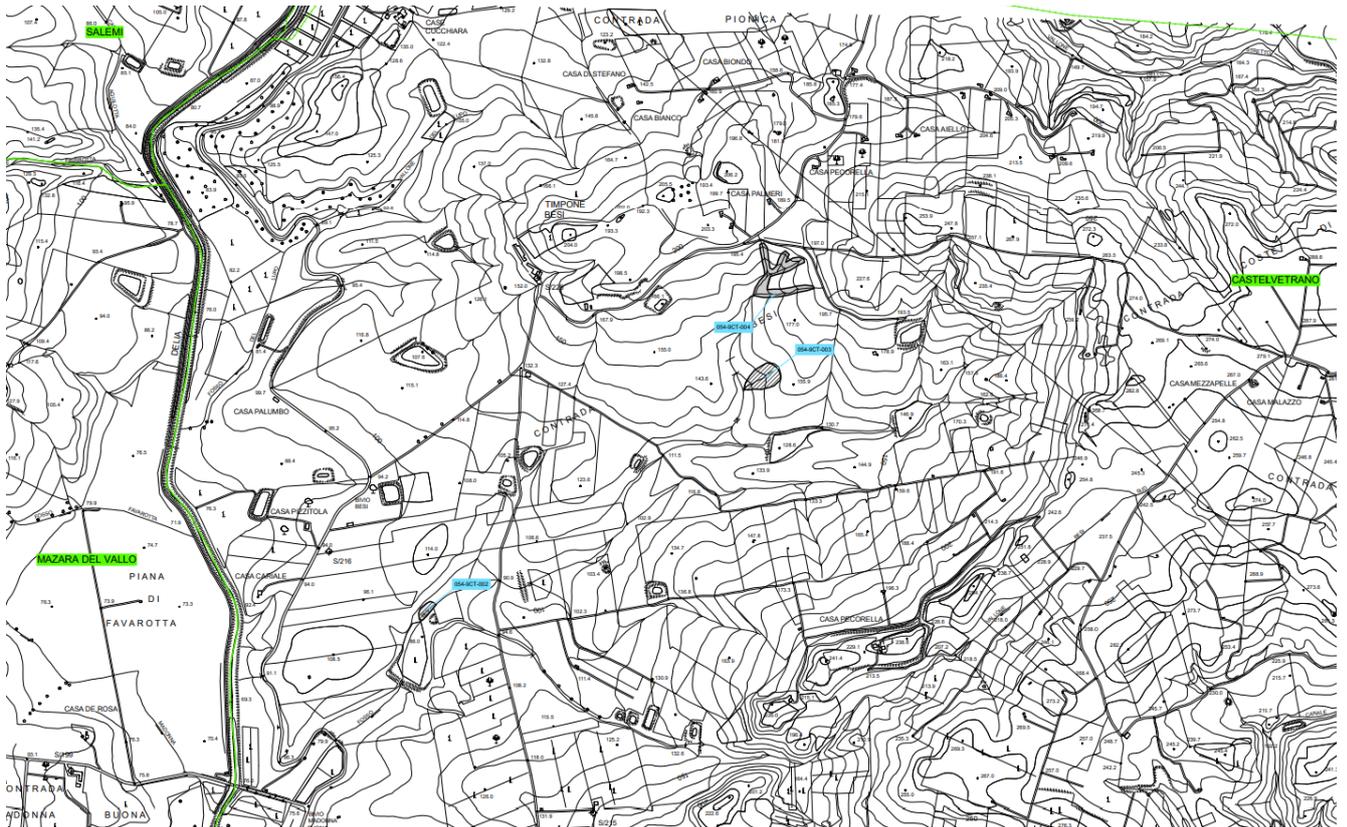


Fig. 6



Fig. 7

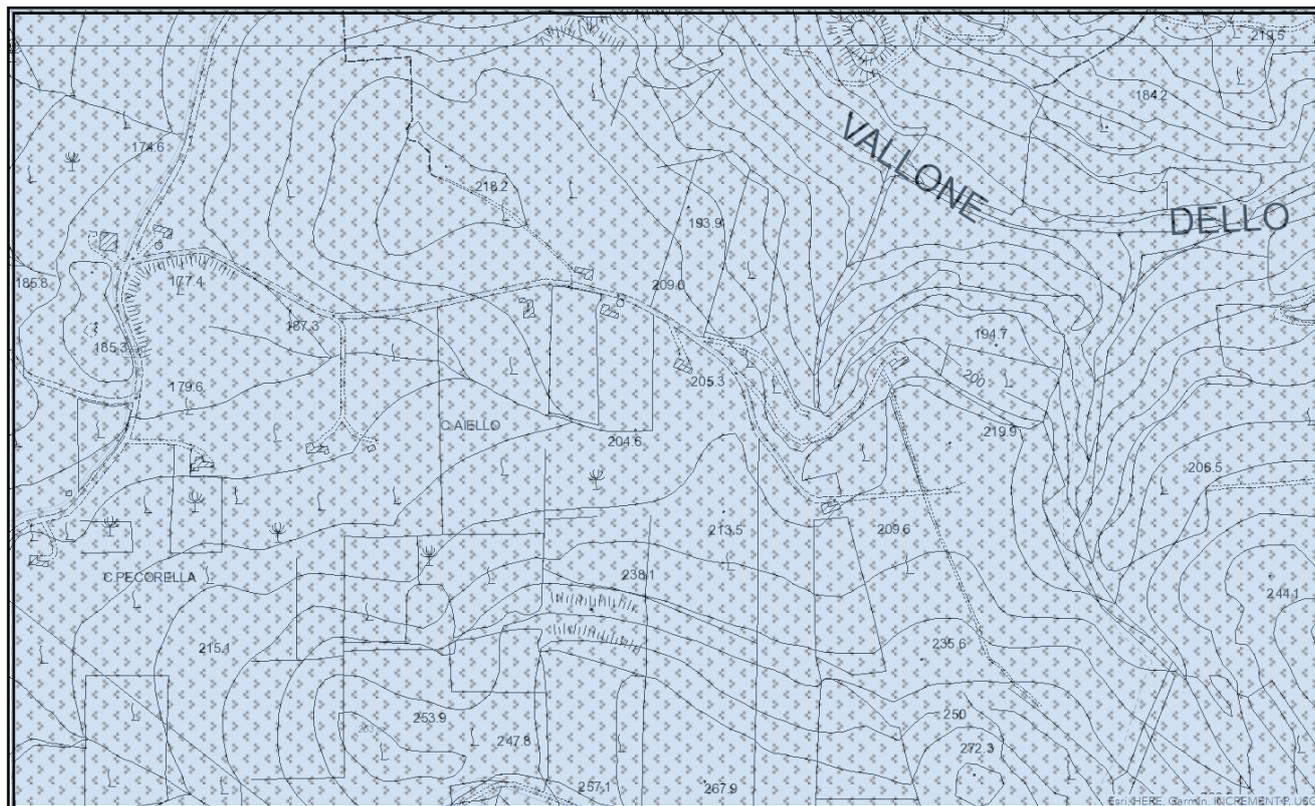
### **GEOLOGIA ed IDROGEOLOGIA**

Al fine di ricostruire la locale serie stratigrafica è stato eseguito un rilevamento geologico di superficie sui terreni interessati dai tratti del cavidotto fino alle sottostazioni Elettriche ed opportunamente esteso alle aree limitrofe.

Dal rilevamento di superficie, nelle linee generali, affiorano i seguenti terreni, rappresentati nella carta geologica (fig. 10 e 11):

- *Argille grigio-verdastre, Argille marnose biancastre e argille sabbiose del Miocene superiore.*
- *Depositi litorali conglomeratici e calcareo detritico-organogeni con intercalazioni lenticolari sabbioso-argillose (Pleistocene).*
- *Gessi selenitici in grossi banchi e gessareniti biancastre, a luoghi alternati con argille gessose (Messiniano sup.) – Formazione Gessosa Solfifera. Depositi formati a seguito della crisi tettonica che ha provocato l'interruzione delle vie di comunicazione tra Atlantico e Mediterraneo, nel Messiniano sup. si instaurano le condizioni per la deposizione di sedimenti evaporitici, costituiti nell'area da gessi macrocristallini, intercalati a gessareniti e argille gessose.*

La permeabilità di questi terreni varia da medio-alta a bassa per porosità.

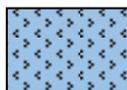


## CARTA

### GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

Scala 1:10.000

#### LEGENDA



*Gessi selenitici in grossi banchi e gessareniti biancastre, a luoghi alternati con argille gessose (Messiniano sup.)*



*Area progettuale*

Fig. 10

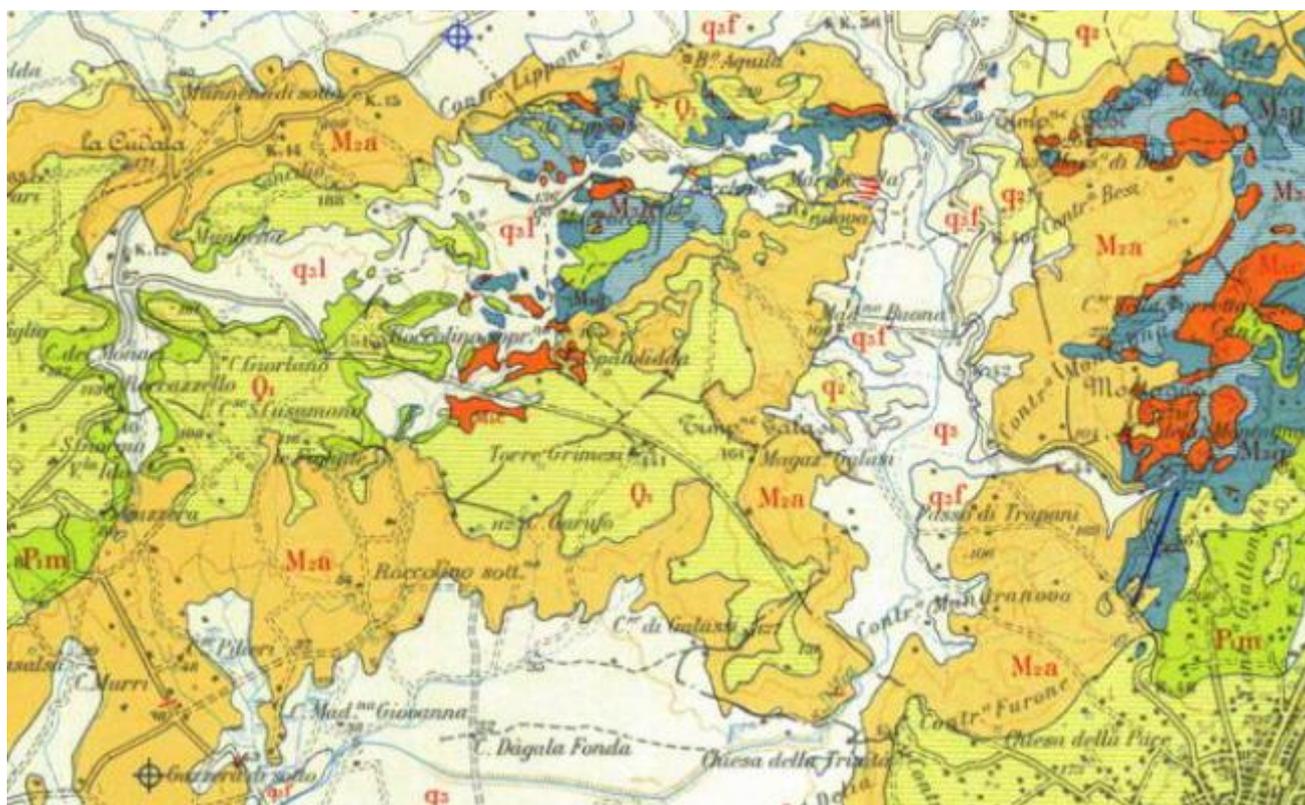
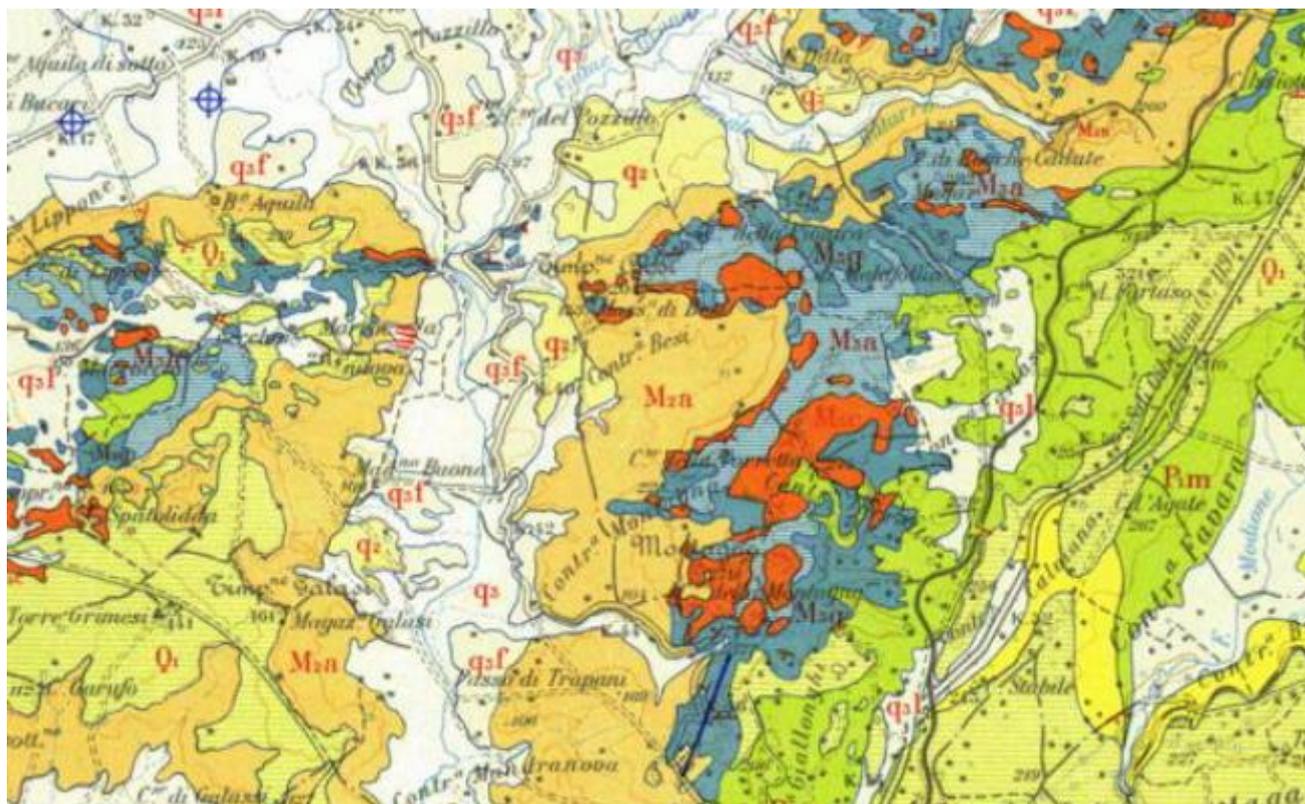


Fig. 11



SERVIZIO GEOLOGICO

ORGANO CARTOGRAFICO DELLO STATO  
(Legge 9 - 2 - 1960, n. 68)

# CARTA GEOLOGICA D' ITALIA

Dal rilevamento geologico 1:25.000

## CASTELVETRANO FOGLIO 257

(II Ediz. 1956) della Carta 1:100.000 dell' I.G.M.

### LEGENDA

**Medio**

Depositi litorali conglomeratici e calcarei detritico-organogeni cementati, spesso a stratificazione incrociata; intercalazioni lenticolari sabbioso-argillose con microfauna di clima temperato-freddo; argille sabbiose con rare intercalazioni lenticolari calcareo-conglomeratiche con *Cyprina islandica* (Qz).  
Depositi fluviali ciottolosi alti, terrazzati a 80 ÷ 120 mt. sull' alveo attuale (qz).  
Depositi travertinosi con letti conglomeratici fossiliferi di Alcamo (q:t).

**M<sub>2g</sub>**

Gessi a grandi cristalli, saccaroidi, straterellati (« balatini ») (M<sub>2g</sub>) talora solfiferi, spesso alternanti con argille gessose ricche di frustoli carboniosi (M<sub>2a</sub>); rare lenti basali di conglomerati; argille sabbiose e molasse gessose di Baglio Chitarra (M<sub>2s</sub>).

**M<sub>2c</sub>**

Calcari fetidi talora solfiferi, di tipo travertinoide, vacuolari o compatti o brecciati, a stratificazione più o meno evidente (M<sub>2c</sub>) passanti a volte (Vita) a calcari arenacei-organogeni, conglomerati con intercalazioni arenaceo-gessose e lenti sabbioso-argillose ricche di *Congerie* (M<sub>2c</sub>).

**M<sub>2s</sub>**

Argille grigio-verdastre con *Cardium Lamarkii* Reev; argille grige con *Turritella archimedis* e *Arca turonica*, argille marnose biancastre ricche di Globigerinidi e microfauna caratteristica, con spalmature limonitiche, noduli ferro-manganesiferi e cristalli isolati di gesso (M<sub>2a</sub>); argille sabbiose e molasse ocree talora grossolane (M<sub>2s</sub>) passanti a conglomerati poligenici (M<sub>2p</sub>).



## **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

Al fine di caratterizzare i terreni dal punto di vista geotecnico, in questa fase, considerato che siamo sulla stessa facies petrografica di lavori eseguiti dallo scrivente nelle vicinanze, si è optato di utilizzare i dati geomeccanici dei terreni che maggiormente sono interessati dal cavidotto, pertanto per le argille - gessosi, si consiglia i seguenti Parametri:

$$\gamma = 19,2-20,5 \text{ KN/mc } c' = 13,7-28,4 \text{ KN/mq } \varphi' = 20^\circ-24^\circ \text{ cu} = 100-200 \text{ KN/mq}$$

Tali parametri, sono sottoposti al calcolista, per la verifica delle dimensioni delle opere inerente il cavidotto.

Dal punto di vista geofisico, alla luce di sondaggi sismici eseguiti dallo scrivente nelle zone limitrofe, si può considerare una Categoria di suolo "B".

B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
---	---

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ " (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

Tabella – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendio 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 $i > 30^\circ$



## **SINTESI CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEGLI IMPIANTI E DEL CAVIDOTTO**

Dall'analisi dei dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e geostrutturali descritti nelle varie parti di questo lavoro e sulla base dei dati sismici e geomeccanici riportati nei paragrafi della presente relazione, ***si possono sintetizzare le conclusioni di tutti gli impianti e delle aree del cavidotto.***

L'impianto, denominato Aurora, è costituito da diversi siti ubicati come da Fig. A, e denominati singolarmente:

- ***FV01-GARUFO;***
- ***FV02-DAGALA FONDA;***
- ***FV03-GRIMESI 2;***
- ***FV04-GRIMESI 1;***

### **FV01-GARUFO**

Nell'impianto FV01-Garufò, al di sotto di uno strato di terreno alterato e di suolo agrario di spessore variabile da 0,00 - 0,50 metri circa, in alcune aree, si trova il litotipo fondazionale costituito da *calcareniti sabbiose* con buone caratteristiche meccaniche e in alcune aree (vedi carta geologica) *depositi terrigeni fluvio-deltizi costituiti da argille sabbiose, sabbie e conglomerati - Fm. Cozzo Terravecchia (Tortoniano sup.-Messiniano inf.)*, tali terreni sono in grado di sopportare con ampio margine di sicurezza il carico dell'opera in oggetto, dove la  $V_{s,eq}$  è di 654.71 m/s.

✓ La costruzione delle opere in progetto risultano compatibili con le caratteristiche morfologiche del sito di sedime, il quale non è interessato attualmente, da fenomeni di dissesto profondi e/o superficiali, né di tipo erosivo evolutivo;

- ✓ *Per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del F. Arena (054). Tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica né da rischio idraulico, come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate.*

✓ Pertanto, si ritiene che il sito è idoneo alla realizzazione dell'opera, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe.



✓ Dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC). Tale Natura 2000 è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una «rete») di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione stessa ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della direttiva «Habitat».

**Dalla prova sismica nel sito in esame è stato possibile, ottemperando al D.M. 17/01/2018, di classificare il sito appartenente alla Categoria di Suolo "B" con un  $V_{s,eq}$  di 654.71 m/s.**

<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
----------	---

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo **T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ "** (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

### Coordinate geografiche del sito di progetto:

Decimali: Lat. 37.710164°; Long. 12.705076°

Gradi, Minuti, Secondi: Lat. 37°42'36.49"N; Long. 12°42'18.16"E

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N:

Coord. Est: 297712,06; Coord. Nord 4176151,82

Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di  $0,15 < a_g \leq 0,25$  g. Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica  $a_g$  pari a 0,077 g, una  $F_0$  2,509, un  $T^*c$  0,311.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici, in questa fase, si consigliano i seguenti parametri estrapolati da una prova eseguita nei terreni adiacenti, **fermo restando di che in sede esecutiva va realizzata una campagna di indagini geognostiche in situ e delle prove di laboratorio.** Oltre una campagna di indagine sismiche, del tipo Masw e/o HVSR, in modo da coprire l'area dell'impianto.

### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Gibbs & Holtz 1957	43,89
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Gibbs & Holtz 1957	75,66

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Sowers (1961)	31,3



Strato 2	42,62	0,80	42,62	Sowers (1961)	39,93
----------	-------	------	-------	---------------	-------

#### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Bowles (1982) Sabbia Media	13,14
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Bowles (1982) Sabbia Media	28,25

#### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5,07
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11,28

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Meyerhof ed altri	17,55
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Meyerhof ed altri	18,67

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,93
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Terzaghi-Peck 1948-1967	20,52

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	11,8	0,60	11,8	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	42,62	0,80	42,62	(A.G.I.)	0,27

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Ohsaki (Sabbie pulite)	64,86
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Ohsaki (Sabbie pulite)	216,91

#### Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Ohta & Goto	83,108



				(1978) Limi	
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Ohta & Goto (1978) Limi	122,222

#### Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm <sup>3</sup> )
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Navfac 1971-1982	2,48
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Navfac 1971-1982	7,21

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	11,8	0,60	11,8	Robertson 1983	2,31
Strato 2	42,62	0,80	42,62	Robertson 1983	8,36

### **FV03- GRIMESI 2**

Nell'impianto FV02- Grimesi2, al di sotto di uno strato di terreno alterato e di riporto di spessore variabile da 0,00 - 1,00 metri circa, si trova il litotipo fondazionale costituito dal Sintema di Marsala: Conglomerati, calcareniti bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolari di conglomerati, a luoghi presenza di lenti sabbioso argilloso contenenti fossili del Pleistocene inferiore (Emiliano-Siciliano), con buone caratteristiche meccaniche, tali da sopportare con ampio margine di sicurezza il carico delle opera in oggetto, dove le Vs,eq hanno valori di:

**HVSR1  $V_{seq}=V_{s30} = 351.94$  m/s; HVSR2  $V_{seq}=V_s = 348.27$  m/s.**

***I sondaggi sismici con metodo HVSR non hanno individuato un substrato sismico a profondità < 30.0m,  $V_{seq}=V_{s30}$***

✓ La costruzione delle opere in progetto risultano compatibile con le caratteristiche morfologiche del sito di sedime, il quale non è interessato attualmente, da fenomeni di dissesto profondi e/o superficiali, né di tipo erosivo evolutivo;

*Per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del F. Arena (054). Tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica nè da rischio idraulico, mentre in parte è interessata da rischio da esondazione per ipotetico collasso della Diga Trinità, come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate.*

✓ Si ritiene che il sito è idoneo alla realizzazione delle opere, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali



dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe.

✓ Dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC). Tale Natura 2000 è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una «rete») di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione stessa ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della direttiva «Habitat».

Da quanto sin qui esposto si evince che non vi sono caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche o litotecniche tali da risultare ostative alla realizzazione dell'opera, se non l'attenersi a soluzioni progettuali idonee.

***I sondaggi sismici con metodo HVSR non hanno individuato un substrato sismico a profondità < 30.0m,  $V_{seq}=V_{s30}$ , nel sito in esame è stato possibile, ottemperando al D.M. 17/01/2018, di classificare il sito appartenente alla Categoria di Suolo "C", con HVSR1  $V_{seq}=V_{s30} = 351.94$  m/s, HVSR2  $V_{seq}=V_{s30} = 348.27$  m/s.***

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
---	--

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo ***T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ "*** (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

Coordinate geografiche del sito di progetto:

Decimali: Lat.: 37.704475 °; Long.: 12.724006°

Gradi, Minuti, Secondi: Lat.: 37°42'16.11"N; Long.: 12°43'26.42"E

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N:

E: 299361.117; N: 4175464.672

Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di  $a_g$  compresi  $0,15 \leq a_g < 0,25g$ . Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica  $a_g$  pari a 0,788 g, una  $F_0$  2,502, un  $T^*c$  0,310.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici, si consigliano quelli riassunti nelle tabelle delle prove Penetrometriche:

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	Terzaghi-Peck	0,32
Strato 2	9,76	1,50	Terzaghi-Peck	0,98

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	Meyerhof ed altri	1,65
Strato 2	9,76	1,50	Meyerhof ed altri	1,96

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Shioi-Fukuni (1982)	20,34
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Shioi-Fukuni (1982)	27,10

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Bowles (1982)	27,63
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Bowles (1982)	---

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Begemann (1974)	34,06
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Begemann (1974)	181,82

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,21	0,90	3,21	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	9,76	1,50	9,76	Classificazione A.G.I. 1977	MEDIAMENTE ADDENSATO

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,21	0,90	3,21	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	9,76	1,50	9,76	(A.G.I.)	0,33

- **Livello 1** (dal p.c. a - m 0,90) - **Terreni di copertura di natura limo-sabbioso poco consistenti:**

$$\gamma = 1,65 \text{ t/mc}; C' = 0,05 \text{ Kg/cm}^2; \varphi' = 20,34^\circ; C_u = 0,32 \text{ Kg/cm}^2;$$

- **Livello 2** (da - m 0,90 a - m 1,50 circa dal p.c.) - **Sabbie:**

$$\gamma = 1,96 \text{ t/mc}; \varphi' = 27,10^\circ - 28,43^\circ; C_u = 0,98 \text{ Kg/cm}^2;$$

Tali parametri, sono sottoposti al calcolista, per il dimensionamento delle fondazioni.



### **FV04-GRIMESI 1**

Nell'impianto FV04-Grimesi1, al di sotto di uno strato di terreno alterato e di riporto di spessore variabile da 0,00 - 1,00 metri circa, si trova il litotipo fondazionale costituito dal Sintema di Marsala: Conglomerati, calcareniti bioclastiche a stratificazione incrociata con livelli lenticolari di conglomerati, a luoghi presenza di lenti sabbioso argilloso contenenti fossili del Pleistocene inferiore (Emiliano-Siciliano), con buone caratteristiche meccaniche, tali da sopportare con ampio margine di sicurezza il carico delle opera in oggetto, dove le due  $V_{s,eq}$  hanno valori di:

**HVSR1  $V_{seq}=V_{s30}= 188.76$  m/s**

**HVSR2  $V_{seq}=V_{s30}= 306.98$  m/s**

**Pertanto rientrano nella Categoria di suolo: "C"**

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
---	--

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo **T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ "** (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

Coordinate geografiche del sito di progetto:

*Decimali: Lat.: 37.702028°; Long.: 12.681100°*

*Gradi, Minuti, Secondi: Lat.: 37°42'7.30" N; Long.: 12°40'51.96"E*

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N; *E: 295571.559; N: 4175285.923*

*Per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del F. Arena (054). Tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica nè da rischio idraulico, mentre in parte è interessata da rischio da esondazione per ipotetico collasso della Diga Trinità, come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate.*

- ✓ Si ritiene che il sito è idoneo alla realizzazione delle opere, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe.

***Nell'area dell'impianto, durante i sondaggi con escavatore meccanico, è stata rinvenuta acqua a bassa profondità, probabilmente, visto che i sondaggi sono stati eseguiti periodo***



**invernale e molto piovoso, si tratterà di saturazione superficiale di terreni, pertanto, in sede esecutiva vanno rifatti i sondaggi per opportune verifiche. In caso di conferma, si ritiene opportuno, drenare le acque con delle canalette e/o pannelli drenati. Vista la bassa profondità di rinvenimento acqua, risulta di facile convogliamento e allontanamento dai luoghi interessati dall'impianto.**

✓ Dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC). Tale Natura 2000 è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una «rete») di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione stessa ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della direttiva «Habitat».

Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di ag compresi  $0,15 \leq ag < 0,25g$ . Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica ag pari a 0,789 g, una Fo 2,506, un T\*c 0,310.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici, si consigliano quelli riassunti nelle tabelle delle prove Penetrometriche:

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

##### Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	Terzaghi-Peck	0,11
Strato 2	6,24	1,00	Terzaghi-Peck	0,45
Strato 3	13,95	1,30	Terzaghi-Peck	1,23

##### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 2	6,24	1,00	Meyerhof ed altri	1,82
Strato 3	13,95	1,30	Meyerhof ed altri	2,05

##### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Shioi-Fukuni (1982)	19,35
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Shioi-Fukuni (1982)	24,67
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Shioi-Fukuni (1982)	28,43

##### Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Bowles (1982)	22,56



Strato 2	6,24	1,00	6,24	Bowles (1982)	36,72
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Bowles (1982)	239,40

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Begemann (1974)	30,59
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Begemann (1974)	40,28
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Begemann (1974)	219,94

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1,52	0,50	1,52	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	6,24	1,00	6,24	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	13,95	1,30	13,95	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,52	0,50	1,52	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	6,24	1,00	6,24	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	13,95	1,30	13,95	(A.G.I.)	0,33

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	Terzaghi-Peck	0,17
Strato 2	4,38	0,80	Terzaghi-Peck	0,44
Strato 3	10,76	1,50	Terzaghi-Peck	1,18

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	Meyerhof ed altri	1,54
Strato 2	4,38	0,80	Meyerhof ed altri	1,79
Strato 3	10,76	1,50	Meyerhof ed altri	2,01

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Shioi-Fukuni (1982)	19,56
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Shioi-Fukuni (1982)	23,51
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Shioi-Fukuni (1982)	27,70

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Bowles (1982)	23,13
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Bowles (1982)	31,14
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Bowles (1982)	201,12



### Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Begemann (1974)	30,98
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Begemann (1974)	36,46
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Begemann (1974)	190,92

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1,71	0,40	1,71	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	4,38	0,80	4,38	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	10,76	1,50	10,76	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,71	0,40	1,71	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	4,38	0,80	4,38	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	10,76	1,50	10,76	(A.G.I.)	0,33

Tali parametri, sono sottoposti al calcolista, per il dimensionamento delle fondazioni.

### **FV02-DAGALA FONDA**

Nell'impianto FV02-Dagala Fonda, al di sotto di uno strato di terreno alterato e di suolo agrario di spessore variabile da 0,00 - 0,90 metri circa, si trova il litotipo fondazionale costituito da depositi alluvionali con discrete caratteristiche meccaniche, tali da sopportare con ampio margine di sicurezza il carico dell'opera in oggetto, dove la  $V_{s,eq}$  è di 285.71 m/s

*Per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", il sito in questione ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Arena (054), tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica nè da rischio idraulico, **mentre è interessato da rischio da esondazione per ipotetico collasso della Diga Trinità, come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate. Per il calcolo del rischio idraulico del sito, si rimanda alla relazione idraulica, redatta dall'ing. Idraulico.***

✓ Pertanto, si ritiene che il sito è idoneo alla realizzazione delle opere, osservando alcune specifiche tecniche ed idrogeologiche come, una fondazione adeguata ed opportune opere di canalizzazione e drenaggi per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali dall'area di stretto interesse in modo da non farle interferire con il terreno di fondazione e le aree limitrofe.



✓ Dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che il sito non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC). Tale Natura 2000 è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una «rete») di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione stessa ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della direttiva «Habitat».

✓ Dalla prova sismica nel sito in esame è stato possibile, ottemperando al D.M. 17/01/2018, di classificare il sito appartenente alla Categoria di Suolo "C",  $V_{s,eq}$  è di 285.71 m/s

<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
----------	--

In base alle condizioni geomorfologiche e topografiche del sito di progetto è stata verificata l'appartenenza al tipo **T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ "** (vedi tabella NTC 2018 - Tab. 3.2.III - Categorie topografiche).

#### Coordinate geografiche del sito di progetto

Coordinate geografiche del sito di progetto:

Decimali: Lat. 37.688164°; Long. 12.713042°

Gradi, Minuti, Secondi: Lat. 37°41'17.31"N; Long. 12°42'46.75"E

Sistema di Coordinate: UTM WG S84 FUSO 33N:

Coordinate Est: 298361,28; Coordinate Nord: 4173699,76

Secondo la zonizzazione sismica del territorio nazionale, il comune di Mazara del Vallo ricade in zona sismica 2<sup>a</sup>, con valori di  $0,15 < a_g \leq 0,25$  g. Considerando un tempo di ritorno pari a 475 anni, si individua un'accelerazione sismica  $a_g$  pari a 0,079 g, una  $F_0$  2,497, un  $T^*c$  0,31 (fig. 13), per la determinazione dei parametri sismici è stato utilizzato il software di elaborazione, adeguato al NTC 2018, della S.T.S. Software Tecnico Scientifico.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici, in questa fase, si consigliano i seguenti parametri geotecnici estrapolate da prove in situ e in laboratorio, eseguite su terreni a poca distanza ed appartenenti alla stessa facies petrografica. Ovviamente, tali parametri, sono puramente indicativi e vanno accertanti e ampliate in sede esecutiva, con una campagna geognostica in situ e in laboratorio, oltre alle indagini sismiche del tipo MASW e/o HVSR.

Litotipo	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo di Attrito (°)	Classificazione AGI	Peso unità di volume $\gamma = (t/m^3)$
Suolo Agrario	0,15-0,20	20°	Da poco a	1,60 -1,70



			moderatamente consistente	
Depositi Alluvionali e fluviali	0,1- 0,3	25°	Da poco a moderatamente consistente	1,70-1,80

### **CAVIDOTTO CHE DALL'IMPIANTO VA ALLA SOTTOSTAZIONE A SANTA NINFA.**

L'area interessata dall'impianto e dal cavidotto, dal punto di vista topografico, è compresa nelle tavolette in scala 1:25.000 "SALEMI", F° 257 II N.O. e "CASTELVETRANO" F° 257 II S.O. della Carta d'Italia edita dall'IGM, mentre nelle C.T.R. (Carta Tecnica Regionale) n° 618050 - 618060 in scala 1:10.000, nel Territorio del Comune di Santa Ninfa, Castelvetro e Mazara del Vallo in Provincia di Trapani. Il cavidotto che dall'impianto va alla sottostazione a Santa Ninfa, percorre le Strade Provinciali SP8, SP71, SP65. L'area risulta con quote medie variabili da 85 a 185 m s.l.m. Geomorfologicamente l'area è caratterizzata da un paesaggio di tipo collinare dove alcune porzioni sono caratterizzate da versanti prevalentemente argilloso-gessosi appartenente ai depositi evaporitici. Nel paesaggio si riscontrano morfologie di tipo collinare, con rilievi modesti e pendenze molto blande.

Le litologie sono ricoperte da una coltre di alterazione di natura limo sabbiosa e di suolo agrario dello spessore variabile da pochi centimetri a 1,00 m circa.

Le pendenze sono molto modeste sia in corrispondenza degli affioramenti litoidi, sia in corrispondenza degli affioramenti argillosi, caratterizzati da versanti con forme blande e mammellonari.

Per quanto concerne il Decreto ARTA 298/41 del 4/07/2000 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", l'area in questione ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Arena (054), tale area non è interessata da dissesto idrogeologico, rischio e pericolosità geomorfologica nè da rischio idraulico, *come si evince dalle carte in scala 1:10000 del P.A.I. allegate.*

Geologicamente, dalla consultazione della Carta Geologica foglio 257 "CASTELVETRANO", le aree interessate dall'impianto e dal cavidotto, sono costituiti dai terreni della Formazione Terravecchia, dai Depositi alluvionali e dalle *Argille grigio-verdastre, Argille marnose biancastre e argille sabbiose del Miocene superiore. Dai Depositi litorali conglomeratici e calcareo detritico-organogeni con intercalazioni lenticolari sabbioso-argillose (Pleistocene). Infine, dai terreni costituiti dai Gessi selenitici in grossi banchi e gessareniti biancastre, a luoghi alternati con argille gessose (Messiniano sup.) – Formazione Gessosa Solfifera. Depositi formati a seguito della crisi*



*tettonica che ha provocato l'interruzione delle vie di comunicazione tra Atlantico e Mediterraneo, nel Messiniano sup. si instaurano le condizioni per la deposizione di sedimenti evaporitici, costituiti nell'area da gessi macrocristallini, intercalati a gessareniti e argille gessose.*

Dalla consultazione del Piano di Gestione dei siti Natura 2000, si evince che l'area interessata dal cavidotto non ricade in Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti d'Importanza Comunitaria (SIC), mentre si trova al limite delle aree con Vincolo Idrogeologico.

Le aree attraversate dal cavidotto risultano idonee a recepire quanto in progetto.

*Infine, si raccomanda, nell'esecuzione dei lavori in oggetto necessari per le intenzioni progettuali, di adottare misure di sicurezza tali da garantire l'incolumità degli operatori;*

*- In sede esecutiva si ritiene opportuno di eseguire delle prove geotecniche in situ e in laboratorio ed inoltre di eseguire delle prove sulle terre da scavo per la determinazione dei parametri chimico-fisiche. Da dati acquisiti e dal sopralluogo non sono emersi elementi che fanno presupporre situazione di inquinanti sui terreni. Si ritiene anche, che i terreni provenienti dagli scavi, si possono riutilizzare all'interno dello stesso impianto. Tutto ciò da confermare con i risultati delle analisi dei terreni.*

*- Necessaria la presenza dello scrivente in sede esecutiva, al fine di verificare la stratigrafia dei terreni di tutto lo spazio areale interessato per la realizzazione dell'opera.*

*Le considerazioni esposte nel contesto della presente relazione consentono di definire all'atto dell'indagine la idoneità dell'area di progetto ai fini della realizzazione di quanto in progetto, nel pieno rispetto degli equilibri esistenti.*

Montevago, 20 maggio 2022

*Dr. Geologo Leonardo Mauceri*



## Bibliografia

- Carta geologica d'Italia II ed. scala 1:100.000 - Foglio 257 "Castelvetrano" (1956) – Foglio 265 "Mazara del Vallo" (1955) a cura di E. Beneo.
  - Carta geologica del Foglio 617 "Marsala" scala 1:50.000 U. D'Angelo e S. Vernuccio (1992) – Un. PA, Dip. Geologia e Geodesia.
  - Carta geologica dell'area tra Marsala e Paceco (Sicilia Occidentale) scala 1:50.000 (1996) U. D'Angelo e S. Vernuccio (1992) – Un. PA, Dip. Geologia e Geodesia.
  - Amadori et al. (1992) – Geological outlines of the Selinunte archaeological park – Boll. Geof. Teor. Appl., vol. XXXIV, 134-135, pp. 87-99.
  - Aruta et al. (1972) – Il Siciliano alla foce del Belice (Sicilia meridionale) – Riv. Min. Sic., 136-138, pp.234-239.
  - Bonanno A., Ciabatti P., Liguori V., Provenzano M.C. & Sortino G. (2000) - Studio idrogeologico ed idrogeochimico dell'acquifero multifalda della Piana di Castelvetrano e Campobello di Mazara (Sicilia occidentale). Quaderni di Geologia Applicata, 7, 4, 45-59.
  - Bonomo et al. (1996) – I terrazzi del Pleistocene medio e superiore della fascia costiera tra Trapani e Marsala – Il Naturalista Siciliano, vol. XX, 1-2, pp. 3-20.
  - Collalti M. et Al. (2002) – Atlante dei Centri Abitati Instabili della Regione Sicilia – Vol. I - Provincia di Trapani- C.N.R. G.N.D.C.I. pubbl n.2509.
  - D'Angelo U. e Vernuccio S. (1994) - Note illustrative della Carta Geologica Marsala (F°617 scala 1:50.000) – Boll. Soc. Geol. It., 113, 55-67.
  - D'Angelo et Al. (2001) – Il quaternario della fascia costiera compresa tra Capo Granitola e Porto Palo (Sicilia Sud orientale) – Il Naturalista Siciliano, vol. XXV, 3-4, pp. 333-344.
  - Di Stefano P. e Vitale F.P. (1993) – Carta geologica dei Monti Sicano occidentali, scala 1:50.000 - Un. PA, Dip. Geologia e Geodesia.
  - Di Stefano P. et al. (2002) – New stratigraphic data from the Jurassic of Contrada Monzealese (Saccense domain, SW Sicily) – Boll. Soc. Geol. It., 121, 121-137.
  - Esteban M. et al. (1982) – La scogliera messiniana di Mazara del Vallo. In: Guida alla geologia della Sicilia Occidentale a cura di Catalano R. & D'Argenio B. – Soc. Geol. It., Guide Geologiche Regionali.
  - Ruggieri G., Unti M. (1974) – Pliocene e Pleistocene nell'entroterra di Marsala – Estratto dal Bollettino Società Geologica Italiana, Roma, 93, 723-733, 3 ff.
  - Ruggieri et al. (1977) – La calcarenite di Marsala (Pleistocene inf.) ed i terreni contermini - Boll. Soc. Geol. It., 94, 1623-1627.
  - Ruggieri G. e Sprovieri R. (1977) – Selinuntiano, nuovo superpiano per il Pleistocene inf. – Boll. Soc. Geol. It., 96, 797-802.
-