



PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNE DI SALEMI



REGIONE SICILIA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac)

DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"

PROGETTO DEFINITIVO

PROCEDURA DI AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE di cui all'art. 12 del D.Lgs 387/2003 - Linee Guida Decr. MISE 10/09/2010

PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PRESSO IL MiTE

ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 ricompreso nell'art. 31, comma 6 del D.Lgs. 77/21.

ELABORATO:	codice identificativo	rev
RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA	A.05	0

scala

COMMITTENTE

X-ELIO+

X-ELIO RANCHIBILE S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II 349 00186 ROMA Tel. +39 06.8412640 – Fax +39 06.8551726

Capitale interamente versato € 10.000,00

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 16803061007 REA RM-1676722

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.U.

xelioranchibilesrl@legalmail.it

firma/timbro committente

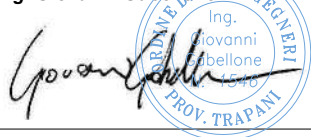
PROGETTAZIONE DELLE OPERE

Progettista

A176
LAB
Think different project

A176LAB srl
Via Dante Alighieri n.97
91011 Alcamo (TP)
P.IVA 02812750814

Ing. Giovanni Gabellone



Consulenti specialistici

Studio Geologico-Ambientale - Dott. Geol. Antonio Cacioppo

Studio Agronomico - Dott. Agr. Mazzara Vito

Progettista strutturale - Ing. Vincenzo Agosta



Nome file/documento:					COD.DOCUMENTO
					FOGLIO
0	28-04-2023	PRIMA EMISSIONE	Geol. Cacioppo A.	Ing. Gabellone G.	Ing. Gabellone G.
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO
					1 DI

OGGETTO: Relazione geologica di grado definitivo conforme al D.M. 17.01.2018 per l'individuazione della classe del suolo, a supporto del "PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP)", LOCALITÀ RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 33 MWac).

COMMITTENTE: X-ELIO RANCHIBILE S.R.L. - Corso Vittorio Emanuele II 349 - 00186 ROMA. Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06.8551726. Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n°16803061007 REA RM-1676722. Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.U. Mail: xelioranchibilesrl@legalmail.it.



SOMMARIO

1. PREMESSA	4
1.1 FASI DELLO STUDIO	5
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO	7
3. REGIME VINCOLISTICO	9
4. GEOLOGIA E STRATIGRAFIA	13
5. LITOLOGIA.....	14
6. IDROGEOLOGIA	15
7. INDAGINI ESEGUITE PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO	16
7.1 SONDAGGI SISMICI H.V.S.R.	16
7.2 SONDAGGI ELETTRO – TOMOGRAFICI 2D.....	18
7.3 SONDAGGI PENETROMETRICI SUPERPESANTI D.P.S.H.....	22
7.4 SAGGI GEOGNOSTICI.....	24
8. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE	25
9. PERICOLOSITA' SISMICA E GEOLOGICA.....	27
9.1 LIQUEFAZIONE	30
10. MICROZONAZIONE SISMICA LOCALE E STIMA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE	31
11. CONCLUSIONI.....	37



GEOINGEGNERIA S. E T. S.R.L.S.

Dott. Geol. Antonino Cacioppo
Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
Tel. 328.4911173 - geingegneriasrls@gmail.com

1. PREMESSA

La presente relazione geologica viene redatta in conformità a quanto disposto dal D.M. 17.01.2018 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 20.02.2018 n°42 “Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni” ed entrata in vigore dal 22.03.2018 con riferimento alla circolare applicativa del ministero dei LL.PP. n°7 del 21/01/2019.

Il sottoscritto Dott. Antonino Cacioppo, regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi di Sicilia, n°3192, con sede a Castellammare del Golfo (TP) in via Marconi 127 n.q. di direttore tecnico della società geingegneria s.e.t. s.r.l.s., su incarico ricevuto, ha eseguito, nel territorio di interesse ubicato in località Ranchibile, in territorio comunale di Salemi (TP), come concordato congiuntamente al progettista (**comma 6.2.2 delle NTC**), una campagna di rilevamento geologico e geomorfologico unitamente ad una campagna di prospezioni dirette e indirette.

Nello specifico è stata realizzata nei siti prescelti dalla Committenza una campagna di indagini sismiche composta da **n°08 sondaggi sismici passivi con metodologia H.V.S.R.**, svolta al fine di ottenere una caratterizzazione sismica del sito in oggetto, quanto più precisa possibile. Le acquisizioni sismiche sono state localizzate all'interno dei siti di interesse, in maniera da risultare omogeneamente distribuite in funzione dei perimetri delle aree da indagare e della superficie dei siti considerati. Per la localizzazione delle indagini sismiche si rimanda alla relativa planimetria.

È stata inoltre condotta una campagna di Tomografia Elettrica rappresentata da **n°08 sondaggi elettrici verticali ETR** per la determinazione di profili o volumi di resistività e/o caricabilità. Il set di dati così ottenuto consente la costruzione di una matrice di valori di resistività la cui inversione, mediante algoritmi matematici e permette la definizione del mezzo investigato in termini di “immagini” di elettro-resistive.

Nei siti in oggetto è stata inoltre realizzata una campagna di prospezioni geologiche dirette, realizzata attraverso indagini penetrometriche super pesanti o D.P.S.H., composta da **n°12 sondaggi penetrometrici di tipo D.P.S.H.**, necessaria per una precisa caratterizzazione geologica dei luoghi, nonché finalizzata ad ottenere una corretta modellazione geotecnica e litotecnica quale supporto di base per quanto espresso dal progetto in oggetto.

Infine, all'interno del sito di interesse sono stati eseguiti **n°10 saggi geognostici**; i pozzetti esplorativi hanno permesso di prendere visione dello strato superficiale caratterizzante il sito di impianto e di operare le opportune correlazioni stratigrafiche a partire dal piano di calpestio del piano di campagna, determinando dunque lo spessore della coltre di alterazione pedogenetica e il rapporto stratigrafico tra terreni di copertura e i depositi presenti in posto, presenti diffusamente in affioramento nell'intorno del sito come si evince dal report fotografico.



Il presente lavoro è stato sviluppato sulla base delle conoscenze e delle analisi delle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche, geologiche, geotecniche in situ e geofisiche dell'area suddetta, supportato sia dall'elaborazione di dati bibliografici, che da indagini e rilievi condotti sul territorio. Per far ciò è stato ritenuto opportuno verificare l'assetto strutturale di un intorno significativo dell'area di indagine, nonché una verifica idrogeologica estesa a monte ed a valle del sito. Ciò al fine di consentire una corretta pianificazione del territorio in oggetto ed una valida verifica di compatibilità delle scelte progettuali in relazione alle condizioni sismiche e geomorfologiche proprie del sito indagato, nonché alle caratteristiche morfo-evolutive che lo contraddistinguono.

Come previsto dal comma 6.2.2 delle NTC, la realizzazione del piano delle indagini geotecniche da eseguire è stata effettuata congiuntamente al progettista attraverso la stesura di un programma adeguato alla caratterizzazione geologica e per la modellazione geotecnica.

In base alle **N.T.C. 2018** si è classificato il sito, su base della divisione dei terreni in 5 classi di suolo compreso tra il piano d'imposta delle fondazioni e la formazione di base rigida, basandosi sulla stima della velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi metri di profondità (**$V_{s_{eq}}$ o $V_{s_{30}}$**).

Questa velocità è stata ricavata attraverso le indagini geofisiche eseguite all'interno del lotto, consistenti in una campagna di prospezioni sismiche, come precedentemente evidenziato, con **metodo H.V.S.R.**, al fine di fornire informazioni aggiuntive per la caratterizzazione del sito sulla base dell'analisi delle frequenze di risonanza spettrale del sito e quindi sulla stima del valore di $V_{s_{eq}}$ o $V_{s_{30}}$.

Inoltre, attraverso un dettagliato rilevamento geologico e geomorfologico, è stata presa visione delle condizioni geomorfologiche esistenti al fine di valutare le reali condizioni di fattibilità dell'opera in oggetto. Il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio è stato eseguito attraverso rilievo G.P.S. su carta aerofotogrammetrica in scala 1:2.000 attraverso indagini eseguite in campagna; successivamente si è proceduto ad un confronto tra le unità strutturali individuate e i modelli strutturali proposti in letteratura geologica.

È stata eseguita inoltre un'indagine, in conformità al Decreto Assessoriale del 04 luglio 2000 e ss.mm.ii., riguardante il "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico", che individua nel contesto dell'organizzazione della difesa del suolo del territorio regionale, aree a rischio idrogeologico "molto elevato" o "elevato", riferendosi in particolar modo ad aree potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione e/o a frane a rischio "molto elevato".

1.1 FASI DELLO STUDIO

- ricognizioni e sopralluoghi, indagini litologiche e geomorfologiche con misure freatiche e rilievi vari al fine di acquisire nuovi elementi sulle caratteristiche geologiche delle aree interessate;



GEOINGEGNERIA S. E. T. S.R.L.S.

Dott. Geol. Antonino Cacioppo
Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
Tel. 328.4911173 - georingegneriasrls@gmail.com

- analisi delle aree da un punto di vista morfostrutturale atto ad evidenziare la presenza di contatti tettonici quali sovrascorrimenti e faglie nonché le caratteristiche geometriche e cinematiche degli stessi;
- identificazione di situazioni locali che presentino livelli di pericolosità geologica, geomorfologica e sismica tali da influenzare, le scelte progettuali;
- caratterizzazione litotecnica del lotto in esame;
- produzione delle planimetrie e dei supporti cartografici utili ad espletare l'incarico, al fine di consentire un corretto uso del territorio;
- valutazione delle condizioni generali di stabilità del lotto di terreno interessato dal progetto;
- classificazione ai sensi della nuova normativa tecnica sulle costruzioni (NTC-17 gennaio 2018).



GEOINGEGNERIA S. E. T. S.R.L.S.

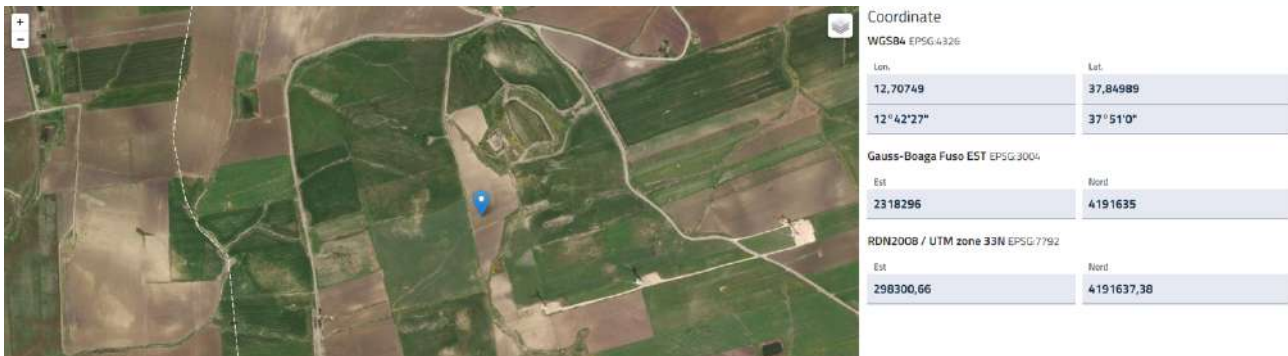
Dott. Geol. Antonino Cacioppo
Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
Tel. 328.4911173 - georingegneriasrls@gmail.com

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

Geograficamente il sito di impianto ricade all'interno del Foglio n°606 "ALCAMO" dell'I.G.M.I. in scala 1:50.000, all'interno del Foglio n°257, quadrante I°, orientamento S.O. "Vita", dell'I.G.M.I. in scala 1:25.000 e infine all'interno delle sezioni n°606090 "Borgo Fazio" e n°606130 "Castello di Mokarta" della Carta Tecnica Regionale della Regione Siciliana, entrambe in scala 1:10.000.

Il sito di impianto, ubicato in Località Ranchibile in territorio comunale di Salemi (TP), risulta caratterizzato da un perimetro irregolare composto da diversi poligoni che interessa una vasta porzione di un'area prettamente collinare con tipico andamento plano-altimetrico che dalla linea di spartiacque, localizzata grossomodo in posizione centrale, degrada in tutte le direzioni con leggere inclinazioni. La quota massima, circa 320 m s.l.m., è raggiunta in prossimità dell'alto morfologico collinare, in cui si individua il Baglio Ranchibile.

Il sito di progetto è ubicato sul reticolato geografico con le seguenti coordinate riferite ad un punto considerato baricentrico per il sito in progetto:



Coordinate baricentriche riferite rispettivamente al sito di interesse

Le opere di connessione alla rete si estendono per circa 7,6 km in direzione Est intercettando, oltre a quanto precedentemente specificato, il Foglio n°605 "PACECO" dell'I.G.M.I. in scala 1:50.000, il Foglio n°257, quadrante IV°, orientamento S.E. "Borgo Fazio", dell'I.G.M.I. in scala 1:25.000 e infine le sezioni n°605160 "Borgo Chitarra" e n°605120 "Ponte della Cuddia" della Carta Tecnica Regionale della Regione Siciliana, entrambe in scala 1:10.000.

La situazione topografica del territorio comunale di Salemi è quella caratteristica di un paesaggio collinare modellato dall'azione congiunta di agenti esogeni e tettonica su un substrato a caratteristiche litologiche eterogenee. Alcune porzioni di territorio sono infatti caratterizzate da versanti calcareo arenacei con scarpate instabili, la cui erosione ha comportato l'accumulo di una coltre detritica sui litotipi argillosi, altimetricamente e stratigraficamente sottostanti, mentre nella zona a nord ovest del centro abitato, il substrato o il basamento roccioso su cui poggiano i terreni di riporto è caratterizzato da litotipi gessosi che possono comportare



fenomeni di sprofondamento la cui causa principale è il carsismo. Nello specifico del sito in esame, esso ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Birgi, localizzato nella estrema porzione occidentale della Sicilia e caratterizzato da una superficie complessiva di circa 336 km². Il territorio comunale di Salemi rientra parzialmente all'interno di tale bacino idrografico, circa il 23 % pari a 42,22 km² di territorio comunale, tra cui l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto. Il sito ricade in località Ranchibile, in un contesto collinare con morfologie dalle forme arrotondate. Il reticolo idrografico, come detto in precedenza, risulta notevolmente influenzato dalle litologie attraversate; nell'intorno dell'area considerata si denota la presenza di segmenti fluviali, organizzati in valloni e canali riconducibili al primo ordine gerarchico, ossia alla prima forma di organizzazione canalizzata dei corsi d'acqua, poco ramificati che captano le acque di deflusso.

Il sito di impianto risulta caratterizzato da morfologie collinari, localizzato tutto attorno all'alto morfologico in cui sorge il Baglio Ranchibile; le pendenze dei versanti su cui sorgerà l'impianto risultano mediamente di circa 10 gradi.



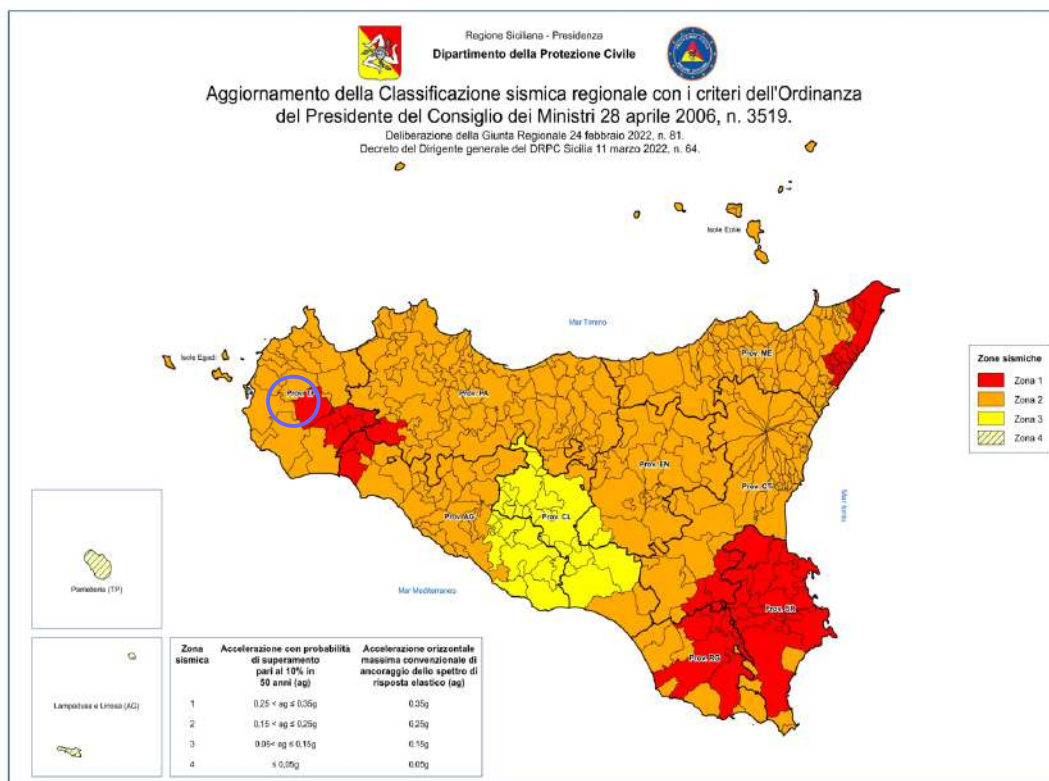
GEOINGEGNERIA S. E. T. S.R.L.S.

Dott. Geol. Antonino Cacioppo
 Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
 Tel. 328.4911173 - georingegneriasrls@gmail.com

3. REGIME VINCOLISTICO

L'area interessata da quanto previsto in oggetto, non risulta sottoposta a vincolo per scopi idrogeologici R.D. n°3267 del 30/12/1923, così come si evince dall'analisi delle carte del vincolo idrogeologico ad esclusione delle opere di connessione che intercettano in alcuni tratti la perimetrazione inerente tali aree vincolate. Inoltre l'area non ricade all'interno della fascia di rispetto di 150 m dai corsi d'acqua di cui alla L.R. 78/76 ad eccezione di una piccola porzione già esclusa dalla progettazione delle opere in oggetto.

L'area di progetto risulta essere sottoposta a vincolo sismico. Dal punto di vista della classificazione sismica regionale, il sito in oggetto risulta difatti localizzato interamente all'interno del territorio comunale di Salemi (TP), appartenente secondo quanto previsto per le zone sismiche della Regione Siciliana all'interno della **“Zona sismica 1”**, come mostrato in figura, mentre le opere di connessione attraversano parzialmente i territori di Trapani e Marsala classificati come **“Zona 2” dal punto di vista sismico**.



ZONA SISMICA

Valore di ag

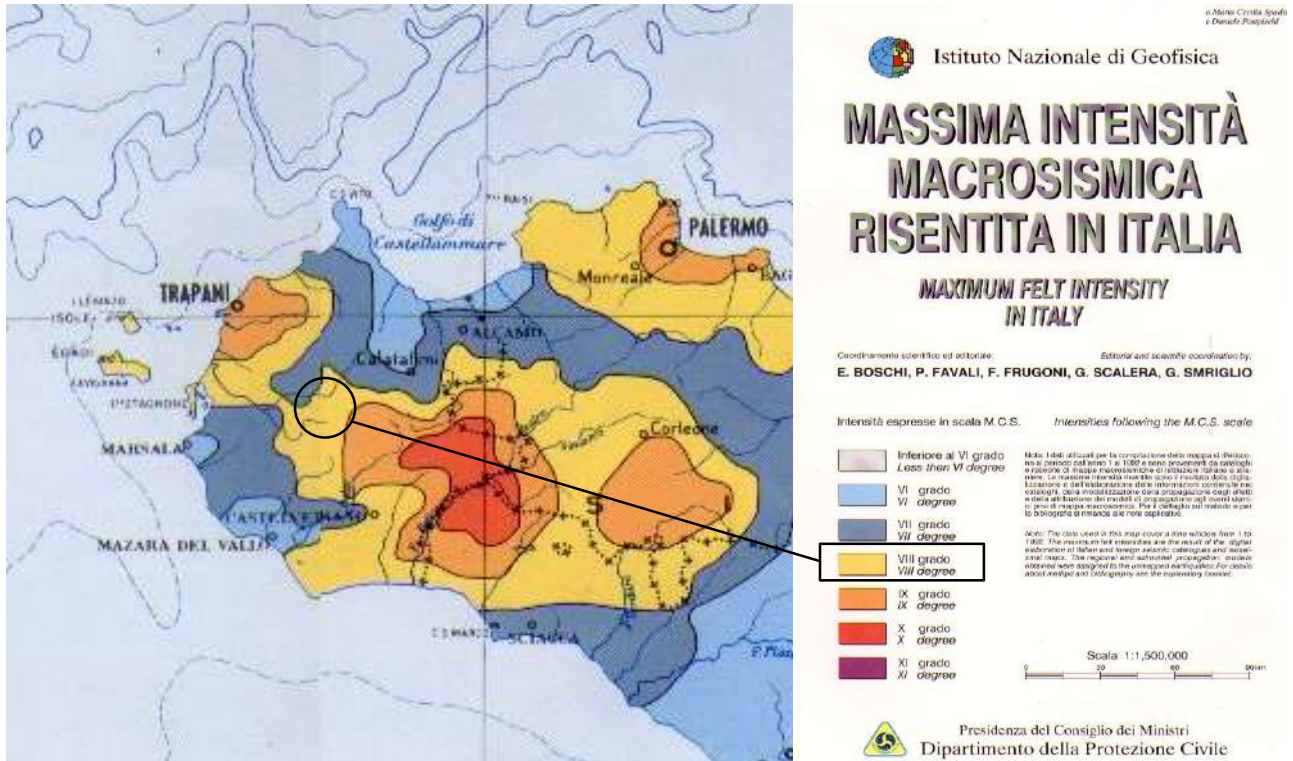
- ZONA SISMICA 1 - Grado di Sismicità S=12 (Comune sismico di II categoria) 0.35g**
- ZONA SISMICA 2 - Grado di Sismicità S=9 (Comune sismico di II categoria) 0.25g**

CARTA DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA - Individuazione delle zone sismiche ai sensi del D.L. 112/98, art. 93 – 1g ed art. 94 – 2a. Secondo la Normativa Sismica, Ordinanza 3274 del 20/03/03, successivo Decreto del 14/09/05 sulle N.T.C. e Deliberazione n. 81 del 24 febbraio 2022 “Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia - Applicazione dei criteri dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio



dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519” Valori di accelerazione orizzontale a_g (g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico

Come si evince dalla relazione sismica allegata e dall'analisi della precedente Carta della Classificazione Sismica, il sito in oggetto ricade all'interno del territorio comunale di Salemi, ovvero in una porzione di territorio classificato come **zona sismica di II categoria con grado di sismicità S = 12**.



Secondo l'I.N.G.V., il sito rientra tra le aree classificate come appartenenti al VIII grado della scala delle intensità (espresse in scala M.C.S.) secondo la Mappa della Massima Intensità Macrosismica Risentita in Italia, edita dal Dipartimento della Protezione Civile.

Sempre secondo l'I.N.G.V., vista la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, l'area in oggetto in termini di accelerazione massima del suolo risulta avere valori di $a_g = 0,075 - 0,100$ (riferita ai suoli rigidi di Cat. A). Per precisazioni si rimanda alla relazione sismica allegata.

Per quanto concerne gli studi esistenti sulla pericolosità geologica a scala regionale e locale, riferendoci allo studio della cartografia tematica, sul **“Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico” (P.A.I.)** si può asserire che la zona in esame ricade nell'area territoriale compresa all'interno del **“Bacino idrografico del Fiume Birgi”**.

Il sito in studio ricade dunque all'interno del più ampio **Bacino idrografico del Fiume Birgi (051) ed Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (050)**. Il



Bacino del Fiume Birgi si localizza nella estrema porzione occidentale della Sicilia ed occupa una superficie complessiva di circa 336 km². La forma dell'area in esame è sub-rettangolare, con una direzione di allungamento NE-SO e con una appendice nord-occidentale costituita dalla foce del fiume Chinisia-Birgi. Rispetto alla direzione di allungamento, l'area raggiunge la sua massima larghezza, pari a circa 27 km, nella porzione centrale; nella parte settentrionale, invece, la larghezza si riduce sensibilmente, fino a circa 9 km, nella porzione Nord-orientale.

Il Fiume Birgi nasce con il nome di Fiume Fittasi nel Territorio del comune di Buseto Palizzolo e si sviluppa, per circa 43 km, attraverso il territorio comunale di Trapani e marginalmente quello di Paceco.

Bacino idrografico del Fiume Birgi (051) ed Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (050)



Bacino idrografico principale	Fiume Birgi	Numero	051
Provincia	Palermo		
Versante	Meridionale		
Recapito del corso d'acqua	Mare Mediterraneo		
Lunghezza dell'asta principale	43 km		
Altitudine	massima	751 m s.l.m.	
	minima	0 m s.l.m.	
Superficie totale del bacino imbrifero	336 km ²		
Affluenti	T. della Cuddia		
Serbatoi ricadenti nel bacino	Lago Rubino		
Utilizzazione prevalente del suolo	Vigneto		
Territori comunali	Buseto Palizzolo, Calatafimi, Erice, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco, Salemi, Trapani		
Centri abitati (Frazioni)	Ballata, Dara, Fulgatore, Ummani		

Bacino idrografico del Fiume Birgi (051) ed Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (050) e relativa scheda tecnica di identificazione del Fiume Birgi (P.A.I. Regione Siciliana)

Dall'analisi delle relative cartografie tematiche, riferite alla Pericolosità e al Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione, si evince che **l'area di progetto non ricade all'interno di specifica mappatura relativa al Rischio e alla Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione**. Le indagini in situ e i sopralluoghi di dettaglio confermano l'assenza di condizioni di Pericolosità e Rischio idraulico. Specificatamente alla "Carta delle aree di esondazione per manovre di scarico e ipotetico collasso della diga Rubino" si evidenzia che l'area di progetto:

- non rientra tra le Aree di esondazione per manovra improvvisa degli organi di scarico di superficie e di fondo e tra le Aree di esondazione per ipotetico collasso della diga Rubino, così come si evince dalle Carte delle aree di esondazione per manovre di scarico e ipotetico collasso della diga Rubino n°16 e n°15 – riferite alle C.T.R. 606090 e 605120 per i Comuni di Salemi, Marsala, Paceco e Trapani, entrambe in scala 1:10.000.

Pertanto in ottemperanza al D.P. 16 luglio 2007, pubblicato in G.U.R.S. n.47 del 05.10.2007 "Approvazione del piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del "Bacino idrografico del



fiume Birgi e dell'area territoriale tra il bacino del fiume Birgi e quello del fiume Lenzi” sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, si sottolinea che il sito di impianto in questione e le relative opere di connessione non presentano alcuna problematica da esondazione, non ricadendo in aree soggette a Pericolosità P1, P2, P3, P4, né in aree a Rischio R1, R2, R3 e R4, né in siti di Attenzione, oltre a non essere interessata da eventuale esondazione per manovre di scarico e ipotetico collasso della diga Rubino.

Dal punto di vista dei dissesti che caratterizzano l'area e delle conseguenti condizioni di Pericolosità e di Rischio Geomorfologico che ne derivano, si evidenzia, secondo quanto riportato dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) per gli aspetti geomorfologici del “Bacino idrografico del Fiume Birgi (051) ed Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (050)”, che l'area oggetto di intervento:

- non rientra in area interessata da Dissesti, così come si evince dalle Carte dei Dissesti n°15, n°16, n°19 e n°20 i Comuni di Salemi, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco e Trapani, in scala 1:10.000;
- non rientra tra le aree a Pericolosità e Rischio Geomorfologico, così come si evince dalle Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n°15, n°16, n°19 e n°20 i Comuni di Salemi, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco e Trapani, in scala 1:10.000.

Pertanto in ottemperanza al D.P. 16 luglio 2007, pubblicato in G.U.R.S. n.47 del 05.10.2007 “Approvazione del piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del “Bacino idrografico del fiume Birgi e dell'area territoriale tra il bacino del fiume Birgi e quello del fiume Lenzi” sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, si evidenzia che il sito di impianto in questione e le relative opere di connessione non presentano problematiche sotto l'aspetto geomorfologico, non ricadendo in aree di dissesto o a Pericolosità P1, P2, P3, P4, né in aree a Rischio R1, R2, R3 e R4, come sottolineato in precedenza.

L'area in questione **non risulta essere sottoposta a Vincolo Paesaggistico** ai sensi della L. 1497/39. Inoltre il sito **non risulta ricadere all'interno della perimetrazione di siti protetti appartenenti alla rete Natura 2000.**



4. GEOLOGIA E STRATIGRAFIA

La caratterizzazione geologica della zona in esame è stata effettuata estendendo il rilevamento geologico ad una fascia più ampia dell'area interessata dal progetto in oggetto ed integrando le osservazioni ricavate dal rilievo di superficie con dati estrapolati dalla letteratura.

Pertanto è stato eseguito un rilievo preliminare atto a ricostruire le successioni litostratigrafiche principali (Formazioni) assegnate per dominio paleogeografico d'appartenenza, successivamente sono stati descritti i litotipi affioranti.

L'assetto geologico dell'area di pertinenza del sito in progetto, è stato studiato estendendo il rilevamento geologico alle zone limitrofe, ed integrando le osservazioni ricavate dal rilievo di superficie con gli studi geologici precedenti.

Prima di passare alla descrizione dettagliata sulle unità litologiche affioranti nell'area, forniamo una breve introduzione sull'inquadramento geologico regionale.

Dopo l'Orogenesi Oligocenica, il Mediterraneo fu interessato da sostanziali modifiche nel suo assetto fisiografico e si depositarono i terreni della serie "Gessoso Solfifera" nel Messiniano.

Gran parte della Sicilia Occidentale, nel Pliocene inferiore, tornò ad essere sommersa; dopo la deposizione dei Trubi, nella parte alta del Pliocene inferiore, si registrò una terza fase Orogenetica, responsabile della genesi di tutte le strutture plicative, anticlinali e sinclinali, con direzione assiale NE-SW.

Fino agli inizi del Pleistocene inferiore si registra una fase di tranquillità, mentre nell'intervallo Emiliano-Siciliano avveniva una nuova ingressione marina, testimoniata dalle successioni trasgressive, conglomeratiche, sabbioso-calcarenitiche, argilloso-sabbiose.

Verso la fine del Pleistocene inferiore iniziava un lento ritiro del mare e contestualmente una tettonica distensiva molto intensa si instaurava già alla base dell'Emiliano (G.Ruggeri, 1978).

Alla fine del Siciliano si ebbe una nuova crisi tettonica distensiva; infatti il sollevamento creato, congiuntamente ad altri fattori provocò una regressione marina (Regressione Romana, Boucart, 1938) e il conseguente spianamento delle fasce costiere.

Nel Pleistocene superiore avvenne una nuova ingressione marina, con un conseguente lento e graduale ritiro della linea di costa, accompagnato da oscillazioni glacio-eustatiche.

Le tracce di questo periodo sono oggi osservabili sottoforma di terrazzi marini degradanti verso mare.

La tettonica quaternaria termina con una fase di sollevamento post-tirreniana (B. Mauz e P. Renda, 1993).

Più nel dettaglio si è riscontrato l'affioramento dei terreni appartenenti alle seguenti formazioni geologiche dal basso verso l'alto:



GEOINGEGNERIA S. E. T. S.R.L.S.

Dott. Geol. Antonino Cacioppo
Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
Tel. 328.4911173 - georingegneriasrls@gmail.com

5. LITOLOGIA

La serie stratigrafica locale, come riportato in precedenza è stata ricostruita sulla base di un dettagliato rilevamento geologico di campagna e dei risultati dei sondaggi geognostici direttamente acquisiti in campo attraverso le indagini penetrometriche eseguite nell'area di pertinenza dal progetto.

Essendo le caratteristiche geologiche e geomorfologiche uniformi all'interno dell'area di interesse della Ditta a descrizione della serie stratigrafica locale, di seguito esposta, è indicativa dell'intera area.

Dall'alto verso il basso, si distinguono:



Depositi terrigeni a geometria cuneiforme, di ambiente continentale e marino (indifferenziati), costituiti da conglomerati poligenici e lenti sabbiose (12); passanti lateralmente e verso l'alto ad argille sabbiose miste a ghiaie (13); sabbie ed arenarie (14). A luoghi, nella parte alta, sono presenti dei corpi carbonatici massicci biocostruiti, con organismi in posizione di vita o parzialmente rimaneggiati (Boundstone) (15), (Salemi: Monte Rose; Calatafimi: Castello Eufemio).

La fauna è caratterizzata da lamellibranchi, gasteropodi e coralli nelle sabbie ed arenarie; *Globorotalia mediterranea*, *Spiroplectammina carinata*, *Criborobulina serpens*, *Uvigerina rutila*, *Burseolina calabra*, nelle argille.

Formazione di Cozzo Terravecchia.

TORTONIANO-MESSINIANO INFERIORE.



Depositi terrigeni, a geometria cuneiforme, costituiti da calcareniti glauconitiche più o meno cementate, con alla base un conglomerato o breccia poligenica e noduli fosfatici (10); passanti lateralmente e verso l'alto a marne, argille marmose e argille di colore grigio-verdastro (11).

La fauna, presente nelle calcareniti è di mare basso, ed è costituita da echinidi, denti di pesce, gasteropodi, lamellibranchi (*Amusiopecten burdigalensis*).

Nelle argille è presente una microfauna a prevalente plancton calcareo: *Globigerina bulloideis*, *G. falconensis*, *Globorotalia mayeri*, *G. continua*, *Neogloboquadrina acostaensis*, *Globoquadrina altispira*, *Globigerinoides obliquus*, *Orbulina suturalis*, *O. universa*.

BURDIGALIANO-TORTONIANO.



Depositi terrigeni pelitico-arenacei, a geometria cuneiforme. Sono caratterizzati da argilliti siltose (7) di colore dal grigio-piombo al giallo-ocra, passanti ad arenarie quarzose a grana medio-fine (8).

La messa in posto, attraverso flussi gravitativi, ha dato origine a successioni torbiditiche con strutture sedimentarie da slumps. Sono presenti, inoltre, addizioni di biocalcareni intraclastiche a nummuliti e lepidocicline (9).

Microfauna presente: *Catapsydrax dissimilis*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerinoides trilobus*, *G. primordius*, *Globorotalia kugleri*, *Globigerina venezuelana*, *G. ciperoensis*.

Formazione Collesano.

OLIGOCENE SUPERIORE-MIOCENE INFERIORE.



GEOINGEGNERIA S. E. T. S.R.L.S.

Dott. Geol. Antonino Cacioppo
Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
Tel. 328.4911173 - geingegneriasrls@gmail.com

6. IDROGEOLOGIA

L’assetto idrogeologico dell’area oggetto di studio è il risultato dell’interazione delle caratteristiche idrodinamiche delle litologie affioranti ed in sottosuolo e della situazione geologica e/o tettonica.

In base a tali considerazioni si può distinguere il complesso idrogeologico affiorante, caratterizzato da termini litologici simili aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente comune ed un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto (Civita, 1973). È pertanto stata individuata l’unità litostratigrafica presente in base alle caratteristiche idrogeologiche.

Complesso dei terreni tardorogeni

È composto da depositi terrigeni pelitico arenacei, in particolare da argille siltose passanti ad arenarie quarzose a grana medio-fine. Esso presenta una permeabilità da bassa (miscela di sabbie e limi) a molto bassa (argille limose), con coefficiente di permeabilità $10^{-5} < k < 10^{-6}$ cm/s (vedi tabella). In generale questa unità rappresenta una formazione idrogeologica con permeabilità bassa. Sono presenti dei livelli lentiformi di sabbie o livelli arenacei meno argillose, aventi una permeabilità leggermente più alta, le quali danno origine talora a formazioni idrogeologiche semipermeabili, che rappresentano il tetto di acquiferi a falda semi-imprigionata, come è stato rilevato anche da dati di pozzo. Inoltre si rappresenta che l’alto morfologico risulta prevalentemente composto da areniti che captano l’acqua dando origine a delle venute d’acqua superficiali del tipo per contatto.

k (cm/s)	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
k (m/s)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta	Bassa	BB	Impermeabile					
Tipi di terreno	Ghiaie pulite	Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie			Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi	Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi	Argille omogenee e compatte				
Determinazione diretta di K	Prove dirette in situ mediante pompaggio											
	Infiltrometri – Permeametri a carico costante											
Determinazione indiretta di K	Permeametri a carico variabile											
	Analisi granulometrica (applicabile a sabbie e ghiaie pulite)						Prove di consolidamento					



7. INDAGINI ESEGUITE PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO

Il modello geologico è stato definito sulla base delle indagini geognostiche dirette e indirette effettuate *in situ*, oltre che attraverso un dettagliato rilevamento geologico di campo e di superficie, tenendo conto degli spaccati naturali presenti in prossimità del sito.

7.1 SONDAGGI SISMICI H.V.S.R.

Per la conoscenza litostratigrafica del sottosuolo e per la classificazione sismica dei terreni in esame si è ricorso all'esecuzione di n°08 sondaggi sismici passivi H.V.S.R. ai fini di una precisa caratterizzazione sismica del sito in oggetto. Si riporta una sintesi dei risultati ottenuti mentre per i dettagli si rimanda alla relazione sismica allegata.

Dati della stratigrafia HVSR 1:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	2.01	15.6	0.35	176
2	2.01	30	22.2	0.3	406

Dati della stratigrafia HVSR 2:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.7	15.4	0.35	164
2	0.7	30	22	0.3	410

Dati della stratigrafia HVSR 3:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.02	15.6	0.35	158
2	1.02	30	21	0.3	438

Dati della stratigrafia HVSR 4:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.84	15.4	0.35	179
2	1.84	30	21	0.3	478



Dati della stratigrafia HVSR 5:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	5.75	18	0.35	165
2	5.75	30	20	0.3	428

Dati della stratigrafia HVSR 6:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	2.18	17	0.35	166
2	2.18	30	21.1	0.3	431

Dati della stratigrafia HVSR 7:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.67	15.2	0.35	162
2	0.67	30	21	0.3	456

Dati della stratigrafia HVSR 8:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.15	18	0.35	164
2	1.15	30	22	0.3	481



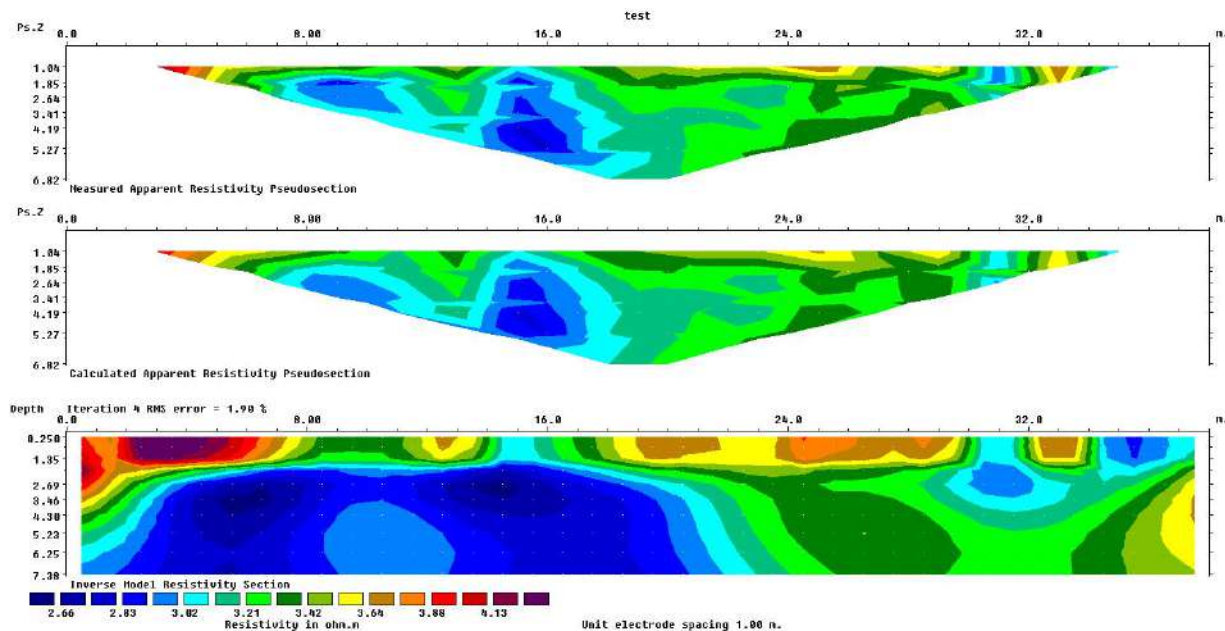
7.2 SONDAGGI ELETTRICO – TOMOGRAFICI 2D

La tecnica “Tomografica” è un processo di calcolo che consente la ricostruzione per immagini di un mezzo da investigare. Si tratta di un processo di stima dei parametri del modello che meglio approssimano i dati osservati. Il calcolo dovrà condurre ad un modello finale, accettabile dal punto di vista fisico-matematico, quando lo scarto tra i dati osservati e quelli calcolati tende al minimo.

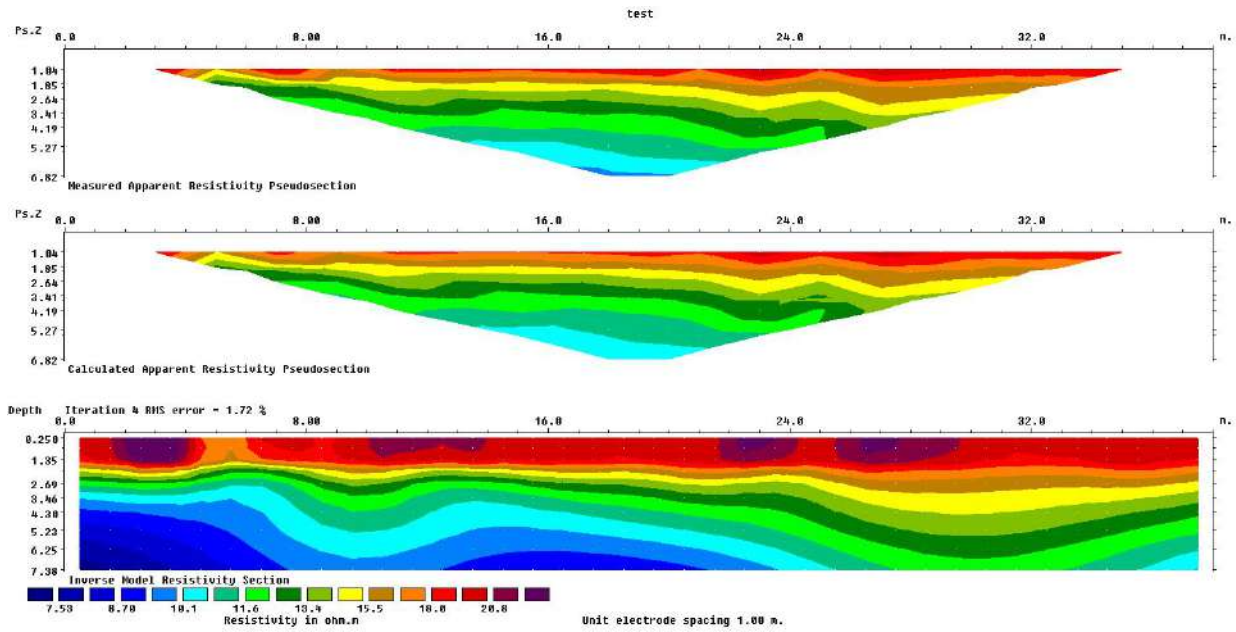
La “Tomografia Elettrica” consiste nella determinazione di profili o volumi di resistività e/o caricabilità attraverso la disposizione sul terreno di un numero elevato di elettrodi che progressivamente vengono spostati lungo una data direzione variandone la distanza inter-elettrodica al fine di aumentare la profondità d’investigazione. Il set di dati così ottenuto consente la costruzione di una matrice di valori di resistività la cui inversione, mediante algoritmi matematici, restituisce la definizione del mezzo investigato in “immagini” di elettro-resistive. Gli elettrodi vengono allineati e simmetricamente disposti rispetto ad un centro. Nel sito sono state svolte n°08 sondaggi elettrici verticali ETR.

L’interpretazione è stata effettuata secondo un modello bidimensionale, costituito da sequenze di elettro-strati, considerati geometricamente piani e paralleli e fisicamente omogenei e isotropi. A partire dalle colonne elettro-stratigrafiche è stata svolta un’interpretazione dei dati in chiave litostratigrafica. Per la sintesi dei risultati si rimanda alla relazione allegata, mentre per la localizzazione degli stendimenti elettrodici si rimanda alla planimetria delle indagini.

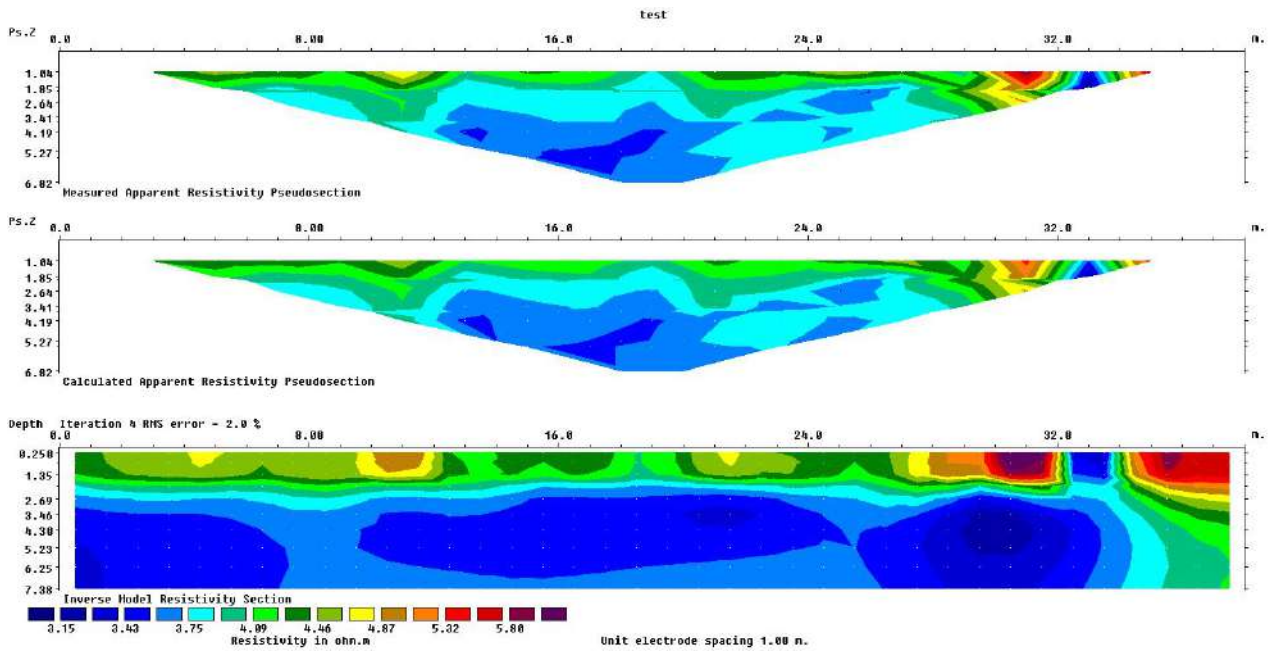
Profilo di resistività ETR 1:



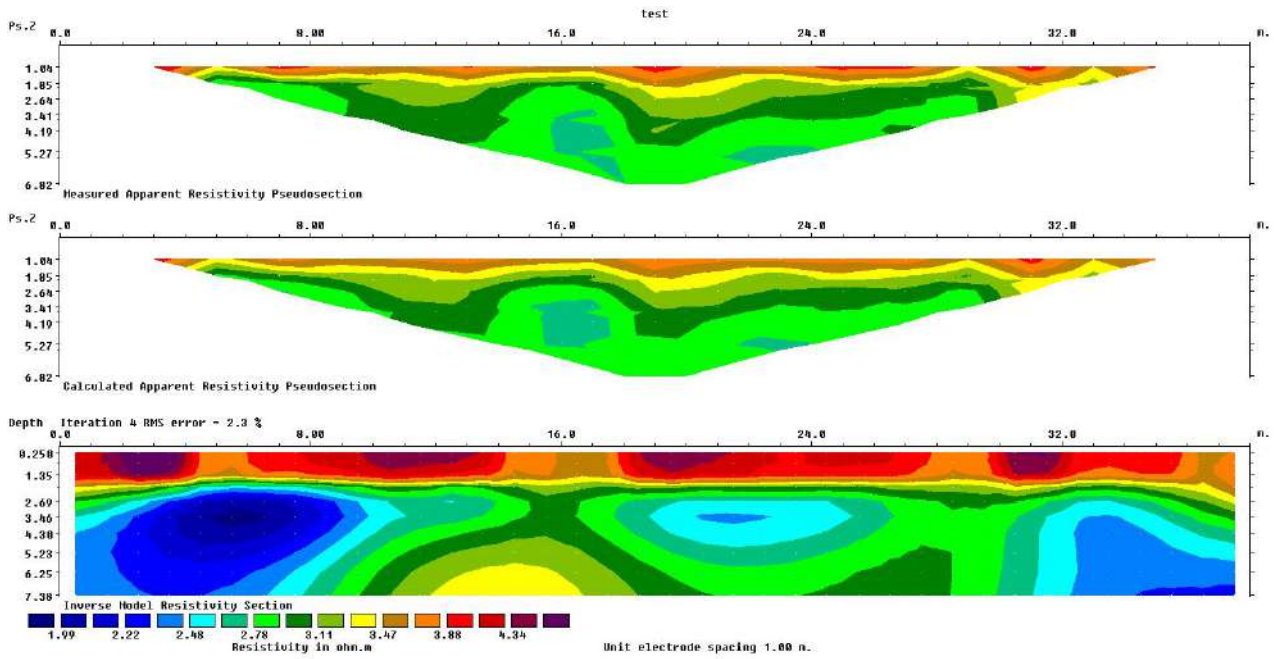
Profilo di resistività ETR 2:



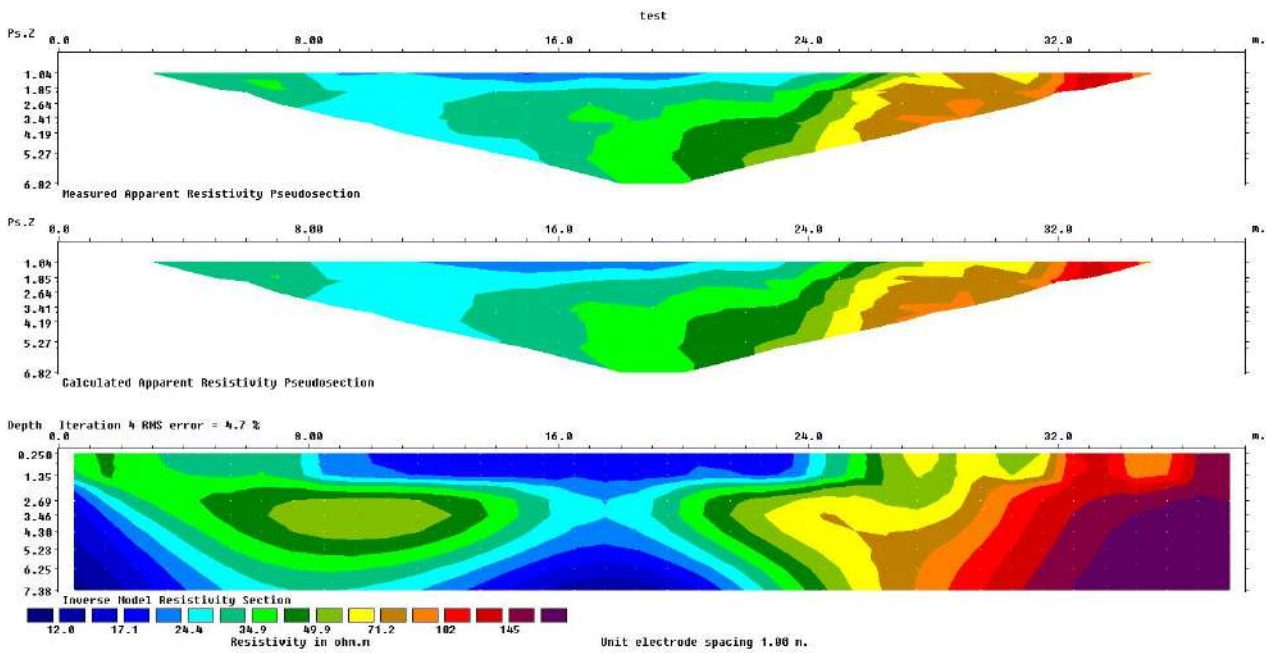
Profilo di resistività ETR 3:



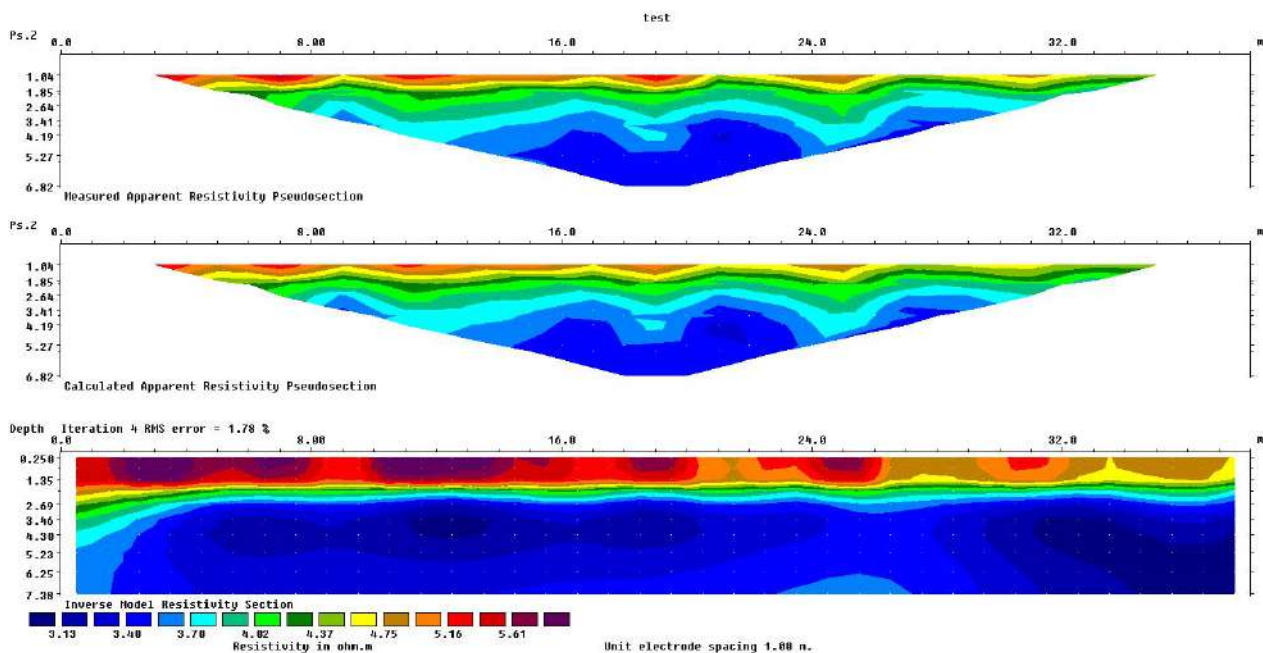
Profilo di resistività ETR 4:



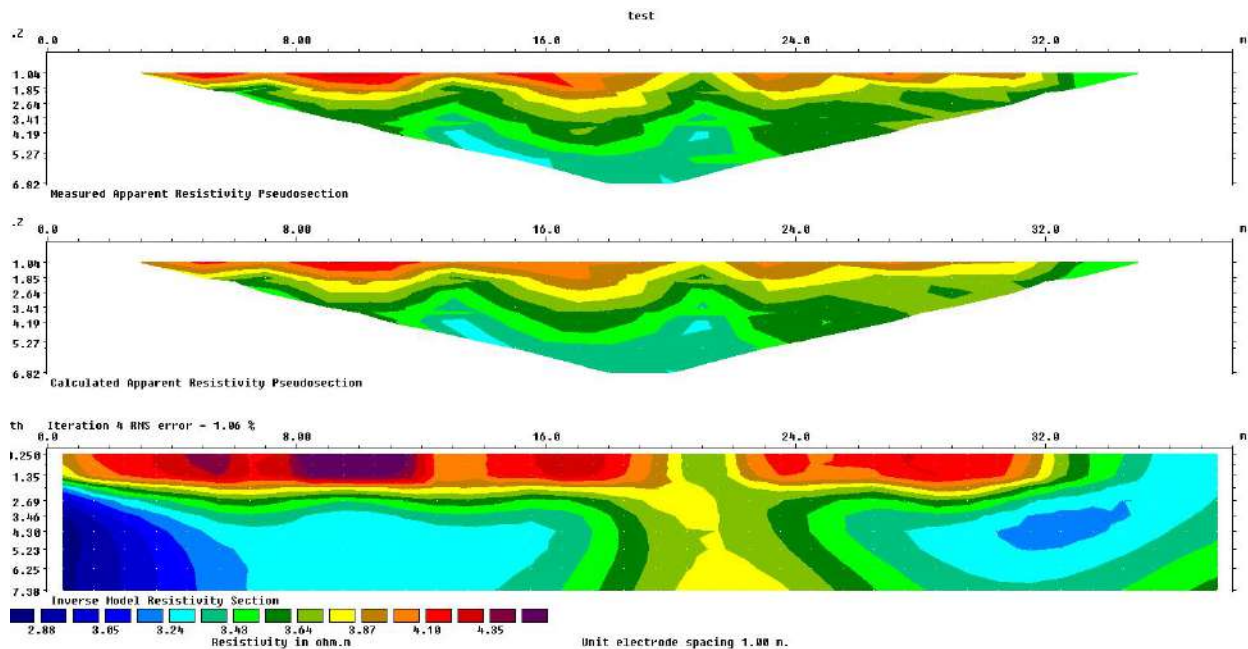
Profilo di resistività ETR 5:



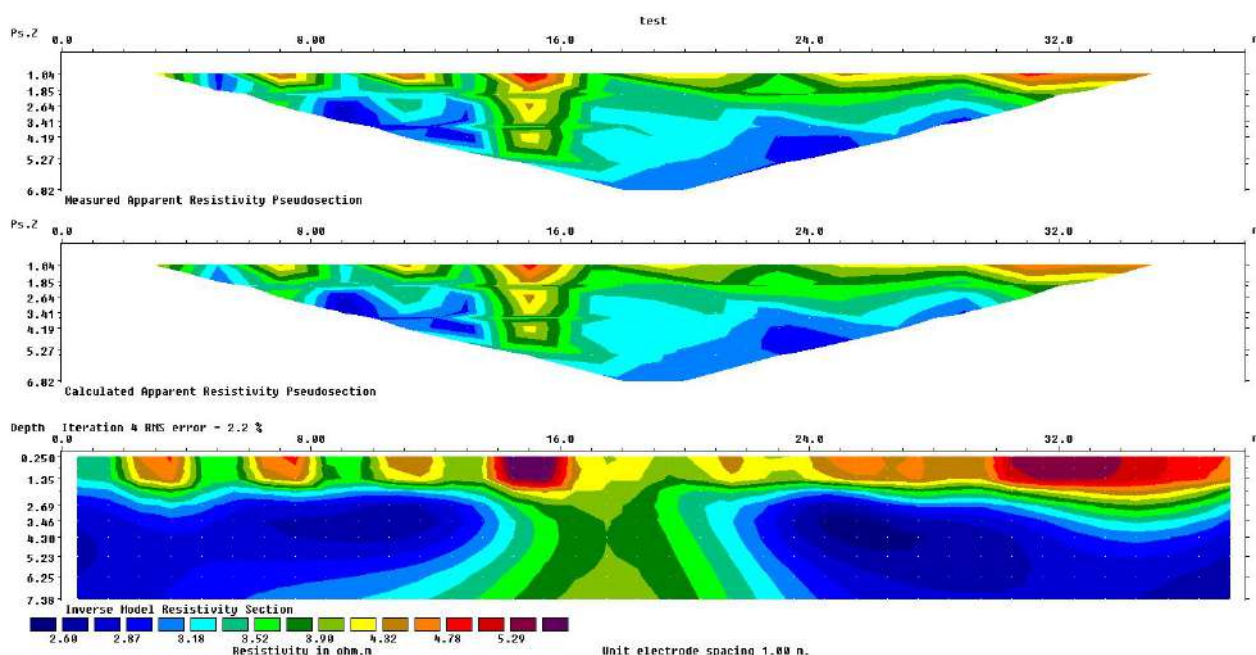
Profilo di resistività ETR 6:



Profilo di resistività ETR 7:



Profilo di resistività ETR 8:



7.3 SONDAGGI PENETROMETRICI SUPERPESANTI D.P.S.H.

Per una corretta correlazione tra stratigrafia sismica e litostratigrafia, oltre che per una stima diretta dei parametri geotecnici propri dei litotipi ricadenti nell'area di progetto, si è provveduto ad eseguire un'indagine penetrometrica composta da n°12 sondaggi penetrometrici superpesanti D.P.S.H., svolta ai fini di una precisa caratterizzazione geologica, oltre che per un'accurata modellazione geotecnica e litotecnica quale supporto di base a quanto espresso in oggetto. Si riporta una sintesi dei risultati ottenuti mentre per i dettagli si rimanda alla relazione sismica allegata.

Dati medi della stratigrafia DPSH 1

- 0,00 – 5,80 m: **SUBSTRATO DI ALTERAZIONE PEDOGENETICA PASSANTE AD ARGILLA LIMOSA**, privo di consistenza, con NSPT di 1,66;
- 5,81 – 6,60 m: **ARGILLA SABBIOSA**, consistente, con NSPT di 8,68.

Dati medi della stratigrafia DPSH 2

- 0,00 – 0,80 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa**, privo di consistenza, con NSPT di 1,94;
- 0,81 – 1 m: **Argilla limosa**, moderatamente consistente, con NSPT di 4,38;
- 1,01-3,6 m: **Argilla sabbiosa**, moderatamente consistente, con NSPT di 6,37.



Dati medi della stratigrafia DPSH 3

- 0,00 – 2,80 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa**, privo di consistenza, con NSPT di 1,74;
- 2,81 – 3 m: **Argilla limosa**, moderatamente consistente, con NSPT di 5,93;
- 3,01-4,4 m: **Argilla sabbiosa**, moderatamente consistente, con NSPT di 7,66.

Dati medi della stratigrafia DPSH 4

- 0,00 – 3 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa** privo di consistenza, con NSPT di 2;
- 3,01 – 3,4 m: **Marne**, estremamente consistente, con NSPT di 32,78.

Dati medi della stratigrafia DPSH 5

- 0,00 – 3,80 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa**, poco consistente, con NSPT di 2,49;
- 3,81-5,60 m: **Argilla limosa**, moderatamente consistente, con NSPT di 6,83;
- 5,61-6,40 m: **Argilla sabbiosa**, consistente con NSPT di 10,9.

Dati medi della stratigrafia DPSH 6

- 0,00 – 3,80 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa**, poco consistente, con NSPT di 3,59;
- 3,81 – 4,00 m: **Marne**, estremamente consistente, con NSPT di 52,15.

Dati medi della stratigrafia DPSH 7

- 0,00 – 1,80 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa**, privo di consistenza, con NSPT di 1,46;
- 1,81 – 4,20 m: **Argilla-sabbiosa**, consistente, con NSPT di 9,07.

Dati medi della stratigrafia DPSH 8

- 0,00 – 1,00 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa**, poco consistente, con NSPT di 2,19;
- 1,01 – 2,80 m: **Areniti e sublitoareniti** molto consistente, con NSPT di 16,19.

Dati medi della stratigrafia DPSH 9

- 0,00 – 1,20 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa**, privo di consistenza, con NSPT di 1,46;
- 1,21 – 2,20 m: **Argilla limosa** moderatamente consistente, con NSPT di 6,62;



- 2,21-2,60 m: **Areniti e sublittoareniti** molto consistente, con NSPT di 23,71.

Dati medi della stratigrafia DPSH 10

- 0,00 – 2 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa**, privo di consistenza, con NSPT di 1,46;
- 2,01 – 2,60 m: **Argilla limosa** moderatamente consistente, con NSPT di 7,41;
- 2,61 - 3,60 m: **Argilla sabbiosa** consistente, con NSPT di 11,43.

Dati medi della stratigrafia DPSH 11

- 0,00 – 3,80 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa**, privo di consistenza, con NSPT di 1,81;
- 3,81 – 4,60 m: **Argilla limosa** consistente, con NSPT di 8,24;
- 4,61 - 5,40 m: **Argilla sabbiosa** consistente, con NSPT di 11,98.

Dati medi della stratigrafia DPSH 12

- 0,00 – 1,60 m: **Substrato di alterazione pedogenetica passante ad argilla limosa**, privo di consistenza, con NSPT di 1,46;
- 1,61 – 3,40 m: **Argilla limosa** moderatamente consistente, con NSPT di 7,71;
- 3,41-5,00 m: **Argilla sabbiosa** consistente, con NSPT di 9,74.

7.4 SAGGI GEOGNOSTICI

All'interno dell'area in oggetto sono stati eseguiti n°10 saggi geognostici; essi sono stati realizzati nella zona ritenuta più significativa per la caratterizzazione dell'intera area, a partire dal piano di campagna. I saggi geognostici hanno permesso di prendere visione dello strato superficiale caratterizzante il sito di impianto e di operare le opportune correlazioni stratigrafiche a partire dal piano di calpestio del piano di campagna, determinando dunque lo spessore della coltre di alterazione pedogenetica e il rapporto stratigrafico tra terreni di copertura e i depositi presenti in posto, presente diffusamente in affioramento nell'intorno del sito come si evince dal report fotografico. Per la localizzazione dei pozzetti esplorativi si rimanda alla planimetria delle indagini.

Dai campioni prelevati mediante infissione di fustella metallica all'interno dei saggi geognostici, è stata eseguita caratterizzazione geotecnica come da dettami della committenza. Si allegano alla presente i verbali delle analisi geotecniche di laboratorio.



8. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE

Così come previsto dal **D.M. 17.01.2018**, è stato possibile ricostruire l'esatta successione litostratigrafica locale, nonché ottenere una conoscenza diretta dei terreni e dunque risalire quindi alle caratteristiche fisiche e meccaniche, attraverso le prospezioni geofisiche indirette e le prove dirette effettuate in situ, oltre alla correlazione delle risultanze con le conoscenze litostratigrafiche di cui si è in possesso e le fonti bibliografiche presenti in letteratura geologica con i valori provenienti dalle analisi di laboratorio seguite sui campioni prelevati. I seguenti parametri geotecnici sono stati ricavati confrontando i dati bibliografici con quelli estrapolati dalle prove geognostiche effettuate *in situ* sia dirette sia indirette, nonché dalle evidenze riscontrate nei saggi geognostici e dagli spaccati naturali del terreno riscontrati in fase di rilievo e rilevamento geologico. Essi sono pertanto indicativi e devono essere valutati in fase esecutiva.

Si è ritenuto, in base alle risultanze delle prove, a suddividere l'area oggetto del presente studio in 4 aree omogenee. Si allega la planimetria delle aree omogenee.

Dati medi della stratigrafia AREA OMOGENEA 1 (DPSH 1-2-3 PG 1-2-5)

Descrizione	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Coesione drenata (1/5 Cu) (Kg/cm ²)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Permeabilità (m/sec)
Substrato di alterazione pedogenetica	0,00 – 1,60	1,55	1,85	0,08	0,016	20,51	-
Argilla con limo e sabbia	1,61 – 3,40	1,78	1,90	0,20	0,04	18,00	-
Argilla sabbiosa	> 3,40	1,88	2,01	0,20	0,04	22,15	-

Dati medi della stratigrafia AREA OMOGENEA 2 (DPSH 8-9 PG 3-4)

Descrizione	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Coesione drenata (1/5 Cu) (Kg/cm ²)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Permeabilità (m/sec)
Substrato di alterazione pedogenetica	0,00 – 1,65	1,56	1,85	0,08	0,02	20,57	-
Argilla con sabbia limosa	1,65 – 2,20	2,22	2,46	0,22	0,04	17,10	2.3262E-10
Areniti e sublitoareniti	> 2,20	2,10	2,24	-	-	25,70	-



GEOINGEGNERIA S. E. T. S.R.L.S.

Dott. Geol. Antonino Cacioppo
 Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
 Tel. 328.4911173 - geingegneriasrls@gmail.com

Dati medi della stratigrafia AREA OMOGENEA 3 (DPSH 4-5-6-7 PG 6-7-8)

Descrizione	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Coesione drenata (1/5 Cu) (Kg/cm ²)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Permeabilità (m/sec)
Substrato di alterazione pedogenetica	0,00 – 1,70	1,64	1,86	0,13	0,03	20,95	-
Argilla e limo con sabbia	1,71 – 3,60	1,87	2,07	0,20	0,04	22,70	-
Argilla limosa	3,60 – 5,30	1,97	2,16	0,40	0,08	22,85	-
Marna	> 5,30	2,36	2,48	1,52	0,30	32,14	-

Dati medi della stratigrafia AREA OMOGENEA 4 (DPSH 10-11-12 PG 9-10)

Descrizione	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Coesione drenata (1/5 Cu) (Kg/cm ²)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Permeabilità (m/sec)
Substrato di alterazione pedogenetica	0,00 – 1,70	1,53	1,85	0,06	0,01	20,45	-
Argilla limosa con sabbia	1,71 – 2,47	1,78	1,98	0,13	0,026	22,50	2.1840 E-10
Argilla limosa	2,47 – 3,53	1,89	1,97	0,31	0,06	22,22	-
Argilla sabbiosa	> 3,53	1,99	2,19	0,44	0,09	23,16	-

Per ulteriori parametri geotecnici e geofisici si rimanda alle relazioni specialistiche allegate. Le conoscenze geologiche e stratigrafiche locali confermano questa classificazione.



GEOINGEGNERIA S. E. T. S.R.L.S.

Dott. Geol. Antonino Cacioppo
Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
Tel. 328.4911173 - georingegneriasrls@gmail.com

9. PERICOLOSITA' SISMICA E GEOLOGICA

Il territorio del comune di Salemi (TP), in prossimità dei siti in oggetto, come detto in precedenza, rientra tra le zone sismiche della Regione Siciliana e, più precisamente, in zona sismica di I^a categoria. Per quanto riguarda le caratteristiche della superficie topografica, seppur caratterizzata da una pendenza media di circa 10°, il sito in oggetto, ricadente in contrada Salemi, presenta localmente pendenze superiori ai 15; pertanto non risultano interessate da opere, si è ritenuto corretto per la definizione della categoria topografica del sito interessato dal progetto, utilizzare la **categoria topografica T1** riferibile come evidenziato in tabella a pendii con inclinazione media minore o uguale a 15°.

Categorie topografiche	Caratteristiche della superficie topografica Tabella 3.2.IV delle N.T.C., D.M. del 17 gennaio 2018
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base, inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base, inclinazione media $i > 30^\circ$

Il valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica **St** che va assegnato al sito, varia in funzione delle morfologie presenti ed alla presenza o meno di creste nelle aree in prossimità dei luoghi da valutare. Queste evidenze rendono possibile una valutazione sulla focalizzazione delle onde sismiche.

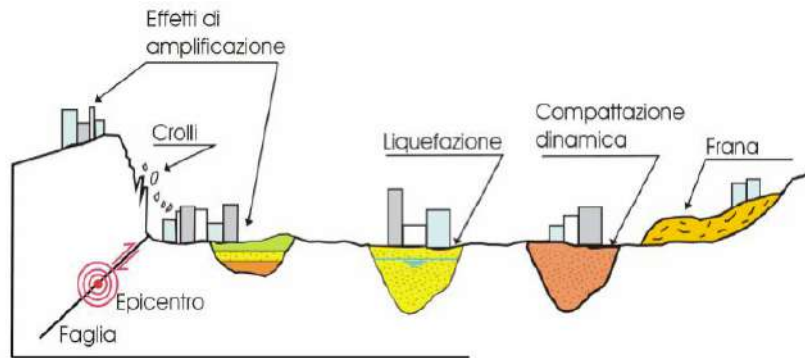
Per quanto riguarda gli "effetti di sito" dovuti alle situazioni geologiche e morfologiche relativi alle condizioni locali l'area non rientra in nessuna degli scenari di modificazione del segnale sismico in arrivo al sito su roccia.

Categorie topografiche	Ubicazione dell'opera o dell'intervento Tabella 3.2.VI delle N.T.C., D.M. del 17 gennaio 2018	St
T1	-	1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore a 30°	1,4

Pertanto il valore massimo da assegnare al **Coefficiente di amplificazione topografica St** è pari a **1,0**. Il sito inoltre non rientra in nessuno degli scenari di pericolosità sismica locale sotto indicati:

- Scorrimenti di faglia;
- Instabilità di pendii;
- Liquefazione di sabbie sature;
- Amplificazione sismica;
- Addensamento di terreni a grana grossa;
- Subsidenza dei terreni molli a grana fine.





Da T. Crespellani –Università degli Studi di Firenze

Per quanto concerne gli studi esistenti sulla pericolosità geologica a scala regionale e locale, riferendoci allo studio della cartografia tematica, sul **“Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico” (P.A.I.)** si può asserire che la zona in esame ricade nell’area territoriale compresa all’interno del **“Bacino idrografico del Fiume Birgi”**.

Dall’analisi delle relative cartografie tematiche, riferite alla Pericolosità e al Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione, si evince che **l’area di progetto non ricade all’interno di specifica mappatura relativa al Rischio e alla Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione**. Le indagini in situ e i sopralluoghi di dettaglio confermano l’assenza di condizioni di Pericolosità e Rischio idraulico. Specificatamente alla “Carta delle aree di esondazione per manovre di scarico e ipotetico collasso della diga Rubino” si evidenzia che l’area di progetto:

- Non rientra tra le Aree di esondazione per manovra improvvisa degli organi di scarico di superficie e di fondo e tra le Aree di esondazione per ipotetico collasso della diga Rubino, così come si evince dalle Carte delle aree di esondazione per manovre di scarico e ipotetico collasso della diga Rubino n°16 e n°15 – riferite alle C.T.R. 606090 e 605120 per i Comuni di Salemi, Marsala, Paceco e Trapani, entrambe in scala 1:10.000.

Pertanto in ottemperanza al D.P. 16 luglio 2007, pubblicato in G.U.R.S. n.47 del 05.10.2007 “Approvazione del piano stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico del “Bacino idrografico del fiume Birgi e dell’area territoriale tra il bacino del fiume Birgi e quello del fiume Lenzi” sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, si sottolinea che il sito di impianto in questione e le relative opere di connessione non presentano alcuna problematica da esondazione, non ricadendo in aree soggette a Pericolosità P1, P2, P3, P4, né in aree a Rischio R1, R2, R3 e R4, né in siti di Attenzione, oltre a non essere interessata da eventuale esondazione per manovre di scarico e ipotetico collasso della diga Rubino.



Dal punto di vista dei dissesti che caratterizzano l'area e delle conseguenti condizioni di Pericolosità e di Rischio Geomorfologico che ne derivano, si evidenzia, secondo quanto riportato dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) per gli aspetti geomorfologici del “Bacino idrografico del Fiume Birgi (051) ed Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (050)”, che l'area oggetto di intervento:

- Non rientra in area interessata da Dissesti, così come si evince dalle Carte dei Dissesti n°15, n°16, n°19 e n°20 i Comuni di Salemi, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco e Trapani, in scala 1:10.000;
- Non rientra tra le aree a Pericolosità e Rischio Geomorfologico, così come si evince dalle Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n°15, n°16, n°19 e n°20 i Comuni di Salemi, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco e Trapani, in scala 1:10.000.

Pertanto in ottemperanza al D.P. 16 luglio 2007, pubblicato in G.U.R.S. n.47 del 05.10.2007 “Approvazione del piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del “Bacino idrografico del fiume Birgi e dell'area territoriale tra il bacino del fiume Birgi e quello del fiume Lenzi” sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, si evidenzia che il sito di impianto in questione e le relative opere di connessione non presentano problematiche sotto l'aspetto geomorfologico, non ricadendo in aree di dissesto o a Pericolosità P1, P2, P3, P4, né in aree a Rischio R1, R2, R3 e R4, come sottolineato in precedenza.



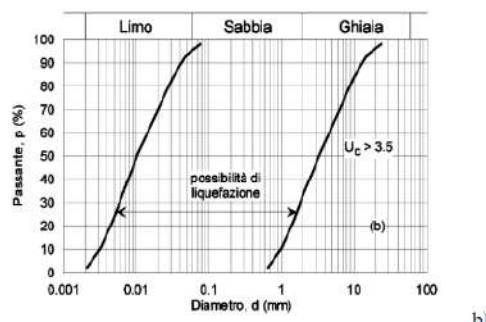
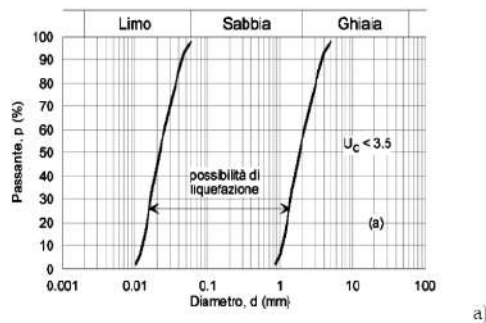
GEOINGEGNERIA S. E. T. S.R.L.S.

Dott. Geol. Antonino Cacioppo
Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
Tel. 328.4911173 - georingegneriasrls@gmail.com

9.1 LIQUEFAZIONE

La verifica a liquefacibilità può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura (parte a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in figura (parte b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



I campioni analizzati hanno mostrato che l'andamento del fuso granulometrico risulta in prevalenza esterno alle curve di normativa e pertanto **si può pertanto escludere l'esistenza di litotipi soggetti a liquefazione, secondo quanto previsto dal punto 7.11.3.4.2 delle NTC ed è quindi possibile omettere la verifica alla liquefacibilità.**

CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422) campione PG1



Profondità campione: 1,60 m

Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
<i>Argilla con limo, sabbiosa</i>	-	18	32	50	0.003	-	

CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422) campione PG2



Profondità campione: 1,60 m

Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
<i>Argilla limosa sabbiosa</i>	-	20	20	60	0.002	-	



CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422) campione PG3



Profondità campione: 1,60 m

Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{50}	ϕ_{10}	U
<i>Argilla sabbiosa limosa</i>	2	20	20	58	0.003	-	

CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422) campione PG4

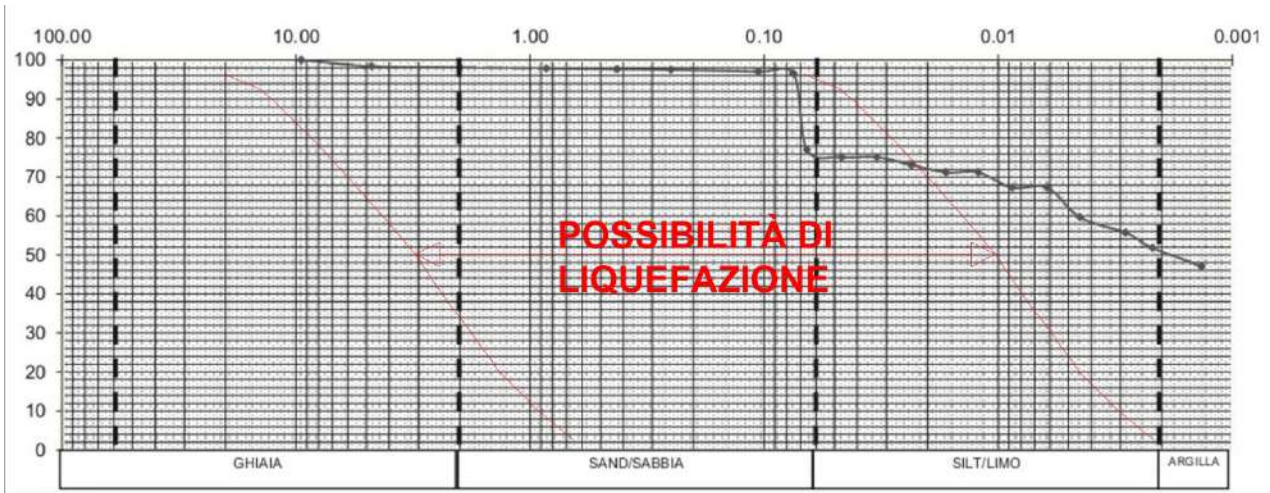


Profondità campione: 1,60 m

Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{50}	ϕ_{10}	U
<i>Argilla con sabbia limosa</i>	2	28	22	48	0.006	-	



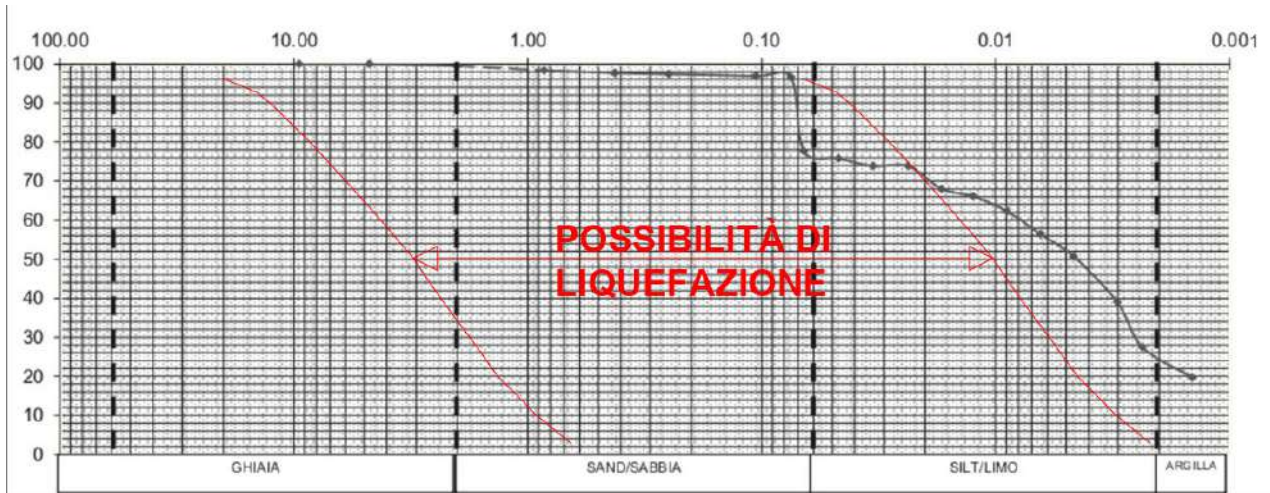
CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422) campione PG5



Profondità campione: 1,60 m

Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
<i>Argilla limosa, sabbiosa</i>	2	22	24	52	0.005	-	

CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422) campione PG6



Profondità campione: 1,80 m

Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
<i>Limo con argilla, sabbioso</i>	-	24	50	26	0.001	-	



CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422) campione PG7



Profondità campione: 1,80 m

Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
<i>Argilla limosa, sabbiosa</i>	2	20	22	56	0.003	-	

CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422) campione PG8



Profondità campione: 1,70 m

Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
<i>Argilla con limo, sabbiosa</i>	-	16	28	56	0.003	-	



CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422) campione PG9



Profondità campione: 1,80 m

Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
<i>Argilla con limo, sabbiosa</i>	-	22	30	48	0.004	-	

CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422) campione PG10



Profondità campione: 1,80 m

Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
<i>Argilla con limo, sabbiosa</i>	-	22	30	48	0.004	-	



10. MICROZONAZIONE SISMICA LOCALE E STIMA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE

Esistono in letteratura diversi metodi per la stima dell'amplificazione sismica in superficie a carattere locale, alcune si basano sull'uso di modelli numerici complessi, che portano allo sviluppo di programmi di calcolo utilizzati per valutare gli effetti di sito sia in condizioni monodimensionali (SHAKE) sia bidimensionali (FLUSH e QUAD 4).

Per una stima più semplificata esistono alcune metodologie basate sulle caratteristiche litostratigrafiche e sulla velocità di propagazione delle onde S nei livelli "superficiali" dei terreni (30 m sono ritenuti essere significativi). Il metodo di Midorikawa (1987) è consigliato nella letteratura per microzonazione sismica di 2° livello; il fattore di amplificazione di picco è calcolato nel seguente modo:

$$Fa = 68 \cdot V_s^{-0.6} \rightarrow \text{per } V_s < 1100 \text{ m/s}$$

$$Fa = 1 \rightarrow \text{per } V_s \geq 1100 \text{ m/s}$$

$$a_{\max}(g) = a_{\text{bedrock}} \cdot Fa$$

Dove:

V_s è la velocità media calcolata nei livelli superficiali fino ad una profondità massima di 30 m o di quella equivalente.

a_{\max} rappresenta l'accelerazione massima di picco sul suolo.

Nel nostro caso, considerando il valore di V_{s30} ottenuto (è stato deciso di utilizzare il valore più basso tra il range di valori ottenuti *in situ*, in quanto ritenuto maggiormente cautelativo) ed il valore del fattore di amplificazione, applicando lo stesso ai valori di accelerazione massima attesa al sito, con tempo di ritorno massimo si ottengono i seguenti risultati:

$$V_{s30} = 327,43 \text{ m/s}$$

$$Fa = 2,1175$$

SLD: $a_{\text{bedrock}} = 0,2842 \text{ g/10}$ (fonte <http://www.ingegneriasoft.com>) per un $Tr = 50$ anni.

$$\text{LSD: } a_{\max}(g) = a_{\text{bedrock}} \times Fa = 0,5901 \text{ m/s}^2$$

SLV: $a_{\text{bedrock}} = 0,7122 \text{ g/10}$ (fonte <http://www.ingegneriasoft.com>) per un $Tr = 476$ anni.

$$\text{LSV: } a_{\max}(g) = a_{\text{bedrock}} \times Fa = 1,4788 \text{ m/s}^2$$

Nella scelta dell' a_{bedrock} , si è preso in considerazione il valore relativo al nodo ricadente nel quadrante in oggetto, che presenta i valori più alti di a_{bedrock} , relativi prima ad un Tr di 50 anni con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800 \text{ m/s}$; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14/09/2005), e poi anche ad un Tr di 476 anni, valore quest'ultimo più cautelativo, che è suggerito per edifici di rilevanza maggiore.



GEOINGEGNERIA S. E T. S.R.L.S.

Dott. Geol. Antonino Cacioppo
Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
Tel. 328.4911173 - georingegneriasrls@gmail.com

11. CONCLUSIONI

Il presente studio ha permesso di definire i lineamenti geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici dell'area in esame. Da quanto esposto si evince quanto segue:

- Dal punto di vista morfologico, l'area in esame è caratterizzata da un andamento morfologico tipicamente collinare con un alto topografico grossomodo centrale e versanti leggermente degradanti con una superficie topografica la cui pendenza media risulta essere di circa 10°. In funzione di quanto detto, la **categoria topografica** a cui appartiene il sito è la **T1**, mentre il valore massimo del **coefficiente di amplificazione topografico St** da assegnare è di **1,0**.
- I campioni analizzati hanno mostrato che l'andamento del fuso granulometrico risulta in prevalenza esterno alle curve di normativa e **pertanto si può pertanto escludere l'esistenza di litotipi soggetti a liquefazione, secondo quanto previsto dal punto 7.11.3.4.2 delle NTC ed è quindi possibile omettere la verifica alla liquefacibilità.**
- I risultati delle elaborazioni eseguite sulle evidenze delle prove sismiche risultano abbastanza concordanti e riferibili a valori localizzati al passaggio tra le categorie di sottosuolo B e C quali terreni di fondazione ai sensi delle N.T.C. 2018 come riportato nella successiva tabella. Per i dettagli si rimanda alla relazione sismica allegata.

<p>Categoria 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.</p> <p>Categoria C Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s e 360 m/s.</p>
--

In relazione ai valori ottenuti, si è deciso di utilizzare la velocità di propagazione delle onde sismiche S entro 30 metri dal piano di fondazioni minore tra quelli rilevati, che risulta essere pari a: **$V_{s30} = 327,43 \text{ m/s}$** .

Per quanto concerne gli studi esistenti sulla pericolosità geologica a scala regionale e locale, riferendoci allo studio della cartografia tematica, sul "**Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico**" (P.A.I.) si può asserire che la zona in esame ricade nell'area territoriale compresa all'interno del "**Bacino idrografico del Fiume Birgi**".

Dall'analisi delle relative cartografie tematiche, riferite alla Pericolosità e al Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione, si evince che **l'area di progetto non ricade all'interno di specifica mappatura relativa al Rischio e alla Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione**. Le indagini in situ e i sopralluoghi di dettaglio confermano l'assenza di condizioni di Pericolosità e Rischio idraulico. Specificatamente alla "Carta delle aree di esondazione per manovre di scarico e ipotetico collasso della diga Rubino" si evidenzia che l'area di progetto:



- non rientra tra le Aree di esondazione per manovra improvvisa degli organi di scarico di superficie e di fondo e tra le Aree di esondazione per ipotetico collasso della diga Rubino, così come si evince dalle Carte delle aree di esondazione per manovre di scarico e ipotetico collasso della diga Rubino n°16 e n°15 – riferite alle C.T.R. 606090 e 605120 per i Comuni di Salemi, Marsala, Paceco e Trapani, entrambe in scala 1:10.000.

Pertanto in ottemperanza al D.P. 16 luglio 2007, pubblicato in G.U.R.S. n.47 del 05.10.2007 “Approvazione del piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del “Bacino idrografico del fiume Birgi e dell'area territoriale tra il bacino del fiume Birgi e quello del fiume Lenzi” sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, si sottolinea che il sito di impianto in questione e le relative opere di connessione non presentano alcuna problematica da esondazione, non ricadendo in aree soggette a Pericolosità P1, P2, P3, P4, né in aree a Rischio R1, R2, R3 e R4, né in siti di Attenzione, oltre a non essere interessata da eventuale esondazione per manovre di scarico e ipotetico collasso della diga Rubino.

Dal punto di vista dei dissesti che caratterizzano l'area e delle conseguenti condizioni di Pericolosità e di Rischio Geomorfologico che ne derivano, si evidenzia, secondo quanto riportato dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) per gli aspetti geomorfologici del “Bacino idrografico del Fiume Birgi (051) ed Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi (050)”, che l'area oggetto di intervento:

- non rientra in area interessata da Dissesti, così come si evince dalle Carte dei Dissesti n°15, n°16, n°19 e n°20 i Comuni di Salemi, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco e Trapani, in scala 1:10.000;
- non rientra tra le aree a Pericolosità e Rischio Geomorfologico, così come si evince dalle Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n°15, n°16, n°19 e n°20 i Comuni di Salemi, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco e Trapani, in scala 1:10.000.

Pertanto in ottemperanza al D.P. 16 luglio 2007, pubblicato in G.U.R.S. n.47 del 05.10.2007 “Approvazione del piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del “Bacino idrografico del fiume Birgi e dell'area territoriale tra il bacino del fiume Birgi e quello del fiume Lenzi” sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, si evidenzia che il sito di impianto in questione e le relative opere di connessione non presentano problematiche sotto l'aspetto geomorfologico, non ricadendo in aree di dissesto o a Pericolosità P1, P2, P3, P4, né in aree a Rischio R1, R2, R3 e R4, come sottolineato in precedenza.



Per quanto concerne la caratterizzazione litotecnica dei litotipi interessati presenti nell'area in oggetto, a seguire si riportano dati ottenuti dalle indagini geognostiche dirette e indirette effettuate *in situ*.

Si è ritenuto, in base alle risultanze delle prove, a suddividere l'area oggetto del presente studio in 4 aree omogenee. Si allega la planimetria delle aree omogenee.

Dati medi della stratigrafia AREA OMOGENEA 1 (DPSH 1-2-3 PG 1-2-5)

Descrizione	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Coesione drenata (1/5 Cu) (Kg/cm ²)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Permeabilità (m/sec)
Substrato di alterazione pedogenetica	0,00 – 1,60	1,55	1,85	0,08	0,016	20,51	-
Argilla con limo e sabbia	1,61 – 3,40	1,78	1,90	0,20	0,04	18,00	-
Argilla sabbiosa	> 3,40	1,88	2,01	0,20	0,04	22,15	-

Dati medi della stratigrafia AREA OMOGENEA 2 (DPSH 8-9 PG 3-4)

Descrizione	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Coesione drenata (1/5 Cu) (Kg/cm ²)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Permeabilità (m/sec)
Substrato di alterazione pedogenetica	0,00 – 1,65	1,56	1,85	0,08	0,02	20,57	-
Argilla con sabbia limosa	1,65 – 2,20	2,22	2,46	0,22	0,04	17,10	2.3262E-10
Areniti e sublitoareniti	> 2,20	2,10	2,24	-	-	25,70	-

Dati medi della stratigrafia AREA OMOGENEA 3 (DPSH 4-5-6-7 PG 6-7-8)

Descrizione	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Coesione drenata (1/5 Cu) (Kg/cm ²)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Permeabilità (m/sec)
Substrato di alterazione pedogenetica	0,00 – 1,70	1,64	1,86	0,13	0,03	20,95	-
Argilla e limo con sabbia	1,71 – 3,60	1,87	2,07	0,20	0,04	22,70	-
Argilla limosa	3,60 – 5,30	1,97	2,16	0,40	0,08	22,85	-
Marna	> 5,30	2,36	2,48	1,52	0,30	32,14	-



Dati medi della stratigrafia AREA OMOGENEA 4 (DPSH 10-11-12 PG 9-10)

Descrizione	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Coesione drenata (1/5 Cu) (Kg/cm ²)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Permeabilità (m/sec)
Substrato di alterazione pedogenetica	0,00 – 1,70	1,53	1,85	0,06	0,01	20,45	-
Argilla limosa con sabbia	1,71 – 2,47	1,78	1,98	0,13	0,026	22,50	2.1840 E-10
Argilla limosa	2,47 – 3,53	1,89	1,97	0,31	0,06	22,22	-
Argilla sabbiosa	> 3,53	1,99	2,19	0,44	0,09	23,16	

Detto ciò si fa monito al tecnico di disporre eventuali fronti di scavi, sbancamenti, trincee e scavi eseguiti nel terreno, con angolo che non superi l'angolo di natural declivio del terreno sopra indicato, se non con opportune armature dei fronti di scavo stessi.

In conformità con quanto sopra affermato infine, si ritiene possibile la realizzazione delle opere in oggetto a condizione che vengano eseguite le opportune verifiche esecutive, Pull-Out test, prove in situ ed analisi di laboratorio al fine di caratterizzare secondo una maglia più fitta il territorio oggetto dello studio in maniera puntuale per individuare eventuali variazioni e/o passaggi laterali delle litologie presenti come da applicazione del D.M. del 17.01.2018.

Ad ogni modo si auspica, in fase esecutiva, di instaurare una stretta e continua collaborazione tra D.L. e consulente Geologo.

Castellammare del Golfo, lì Maggio 2023

GEOINGEGNERIA S. E T. S.R.L.S.
IL GEOLOGO



GEOINGEGNERIA S. E T. S.R.L.S.
Dott. Geol. Antonino Cacioppo
Via G. Marconi n.127, Castellammare del Golfo (TP)
Tel. 328.4911173 - georingegneriasrls@gmail.com