



Peridot Solar
GREEN ENERGY SOLUTIONS

Progettazione definitiva finalizzata all'autorizzazione di una centrale di energia rinnovabile e delle relative opere di connessione denominata "Caltagirone 2", costituita da un impianto Agrivoltaico accoppiato ad un sistema di accumulo di energia, di potenza complessiva pari a 127,2164 MW [DC] (di cui 86,400 MW di Agrivoltaico) e potenza in immissione pari a 106,81 MW [AC] (di cui 72,00 MW impianto Agrivoltaico e 34,81 MW sistema di accumulo). La centrale sarà realizzata in c.da Bosco di Mezzo nel comune di Caltagirone (CT) – Sicilia.



OXY CAPITAL
ADVISORS

Proponente

PERIDOT SOLAR YELLOW S.r.l.
Via Alberico Albricci, 7 - 20122 Milano

Investitore agricolo superintensivo

OXY CAPITAL ADVISORS S.r.l.
Via A. Bertani, 6 - 20154 Milano



Capogruppo Mandataria

ITALCONSULT

ITALCONSULT S.p.A.
Via di Villa Ricotti 20
00161 Roma

Resp. integrazione tra le prestazioni specialistiche:
Ing. Giovanni Mondello

Project Manager:
Ing. Gabriele De Rulli

Aspetti Autorizzativi:
Ing. Alessandro Artuso



STUDIO ALTIERI S.p.A.
Via Colleoni 56-58
36016 Thiene, Italia

Aspetti Ambientali:
Ing. Laura Dalla Valle

Resp. parte impiantistica:
Ing. Umberto Lisa

Archeologo:
Dott.sa Elisabetta Tramontana

Committente: Peridot Solar Italy s.r.l.
Dott. Andrea Urzi

Agronomo:
Dott. Salvatore Puleri

Geologo:
Dott. Carlo Cibella

Acustica:
Ing. Alessandro Infantino

RELAZIONE GEOLOGICA E DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA

C 4 5 1
Codice commessa

CT 2
Sito

D
Fase

GE
Disciplina

0 0 0 2
Numero

r 0 1
Revisione

Revisione	Data	Motivo	Redatto	Controllato	Approvato
1	21/03/2024	RELAZIONE GEOLOGICA E DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA	C.C	A.A.	S.Z.



ITALCONSULT



SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	7
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	11
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	13
6	CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA E VALUTAZIONI SUL RISCHIO SISMICO.....	15
6.1	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO	23
7	CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA	25
8	CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEL SOTTOSUOLO.....	26
9	CONCLUSIONI	28

1 PREMESSA

La presente relazione espone i risultati di uno studio geologico e geomorfologico dietro incarico conferito dalla società Italconsult S.p.a. con sede in Via di Villa Ricotti 20 - Roma, eseguito nel territorio del comune di Caltagirone (prov. di Catania), relativo alla “Progettazione definitiva di un impianto agro-fotovoltaico, denominato “Caltagirone 2”, che si sviluppa all’interno del comune di Caltagirone (CT), su di una superficie lorda complessiva di circa 144 ha. L’impianto è accoppiato ad un sistema di accumulo di energia e ha una potenza nominale pari a 127,2164 MW [DC] (di cui 86,400 MW di impianto agrivoltaico) e potenza in immissione pari a 106,81 MW [AC] (di cui 72,00 MW di impianto agrivoltaico e 34,81 MW di sistema di accumulo).

Il progetto è impostato in assetto agrivoltaico e con una specifica ed impegnativa attenzione alla tutela della biodiversità, al fine di ridurre al massimo l’impatto sul sistema del suolo. Sono quindi previsti ingenti investimenti ed il coinvolgimento sia di aziende agricole locali che di un’importante azienda agricola nazionale.

L’iniziativa è proposta da PERIDOT SOLAR YELLOW S.r.l., società del gruppo Peridot Solar ed è copresentata dall’investitore agricolo, Oxy Capital, azionista di maggioranza della notissima società agroindustriale Olio Dante S.p.A. che interviene, con piena autonomia societaria e progettuale con propri capitali. Gli accordi formalizzati prevedono impegni di produzione, acquisizione dei prodotti per trent’anni, garanzie gestionali e manutentivi. Il presente progetto, nato per iniziativa della società di scopo PERIDOT SOLAR YELLOW S.r.l., è stato sviluppato con la collaborazione di Italconsult S.p.A., Studio Altieri S.p.A. e altre società specialistiche.

L’impianto sarà realizzato in diverse aree ricadenti nel Comune di Caltagirone (CT) e sarà connesso alla Stazione di Alta Tensione Terna di Chiaramonte Gulfi tramite percorso su strada fino all’area individuata in ampliamento alla Stazione Terna.

L’impianto fotovoltaico è costituito da diversi generatori composti da n° 115.200 moduli fotovoltaici da 750Wp e da n° 240 inverter da 350kW.

La potenza di picco è di 86.400 kWp per una produzione di 190.173.715,1 kWh annui distribuiti su una superficie di 358.272 m² (Superficie occupata dai pannelli).

E' previsto un sistema di accumulo di energia in configurazione “Post produzione AC bidirezionale”, con capacità di accumulo pari a 38.528 kWh, per una carica iniziale del 90 % ed efficienza del 80 %, con una Potenza nominale di 35 MW.

Scopo dello studio è stato quello di verificare l'assetto geomorfologico, geologico-strutturale ed idrogeologico dell'area in esame, accertando in particolare se nel sito in progetto esistono caratteristiche geomorfologiche e geologiche tali da garantire la stabilità delle opere previste in progetto, in relazione alle tensioni indotte sul terreno dalle opere che si andranno a realizzare.

Il lavoro è stato condotto essenzialmente mediante ricognizioni di superficie e dall'analisi diretta dei terreni presenti nelle vicinanze attraverso la visione di tagli artificiali e tramite la consultazione di indagini geologiche eseguite in area adiacente a quella dell'impianto.

Il presente studio è stato finalizzato sia all'individuazione delle pericolosità geologiche esistenti che alla determinazione delle pericolosità sismiche indotte da un eventuale evento sismico e, in definitiva, alla riduzione del rischio sismico.

Sulla scorta dei dati acquisiti, sono stati prodotti gli elaborati in scala 1:10.000 in ciascuno dei quali abbiamo rappresentato l'area dell'impianto fotovoltaico. Di seguito si elencano:

- Carta geologica
- Carta geomorfologica
- Carta idrogeologica
- Carta litotecnica
- Carta delle pericolosità geologiche
- Carta della pericolosità sismica locale

Nella carta geologica sono stati indicati i terreni affioranti nell'area in studio evidenziati tramite il rilievo di superficie, prestando particolare attenzione alle caratteristiche giaciture degli stessi. Abbiamo rappresentato la posizione delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite in prossimità

del sito di progetto nell'ambito di altro progetto. Per entrambe le aree abbiamo inserito le sezioni stratigrafiche.

Nella carta geomorfologica abbiamo rappresentato le aree interessate da movimenti gravitativi, se presenti, e le forme geomorfologiche.

Nella carta idrogeologica sono stati indicati i terreni affioranti nell'area in studio evidenziati tramite il rilievo di superficie indicando le caratteristiche di permeabilità dei corpi litologici presenti. Inoltre, sono stati posizionati pozzi presenti nell'area in esame.

Nella carta litotecnica sono stati suddivisi i corpi litologici in funzione delle proprietà fisico-meccaniche desunte dalle prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati in area attigua alla presente nell'ambito di altro progetto.

Nella carta delle pericolosità geologiche e sismiche si sono evidenziate le eventuali pericolosità geologiche con lo scopo di fornire uno strumento di supporto per operare opportune scelte progettuali. Inoltre, al fine di individuare le zone a comportamento omogeneo dal punto di vista della risposta sismica locale, è stata effettuata una caratterizzazione preliminare del sottosuolo prendendo in considerazione le categorie sismiche proposte nelle NTC 2018 (Tab. 3.2.II). Sulla base delle considerazioni effettuate sono state individuate le microzone omogenee.

Costituiscono parte integrante della presente relazione anche i seguenti elaborati:

- Corografia dell'area in studio, in scala 1:25.000
- Planimetria di progetto
- Ortofoto dell'area in studio
- Carta geologica tracciato cavidotto in scala 1: 50.000
- Sezione stratigrafica B-B' in scala 1:10.000/1:2.500

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto agrovoltaico di potenza di picco pari a 86.400 kWp, sarà ubicata nel Comune di Caltagirone (CT). Il soggetto proponente è la società Peridot Solar Amber S.r.l. E' prevista l'installazione a terra di moduli fotovoltaici in silicio cristallino del tipo bifacciale della potenza specifica di 750 Wp. La superficie riporta un'estensione totale pari a 358,272 ha attualmente a destinazione agricola.

Saranno realizzate quattro cabine di raccolta, da una delle quali partiranno dei cavidotti MT verso la Stazione Elettrica di Chiaramonte Gulfi.

In tabella si riportano i dati di localizzazione dell'impianto.

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Caltagirone 95041
Latitudine:	037° 14' 26" N
Longitudine:	014° 30' 47" E
Altitudine:	608 m
Fonte dati climatici:	ENEA
Albedo:	24 % Erba verde/secca

Dati geografici e climatici della località

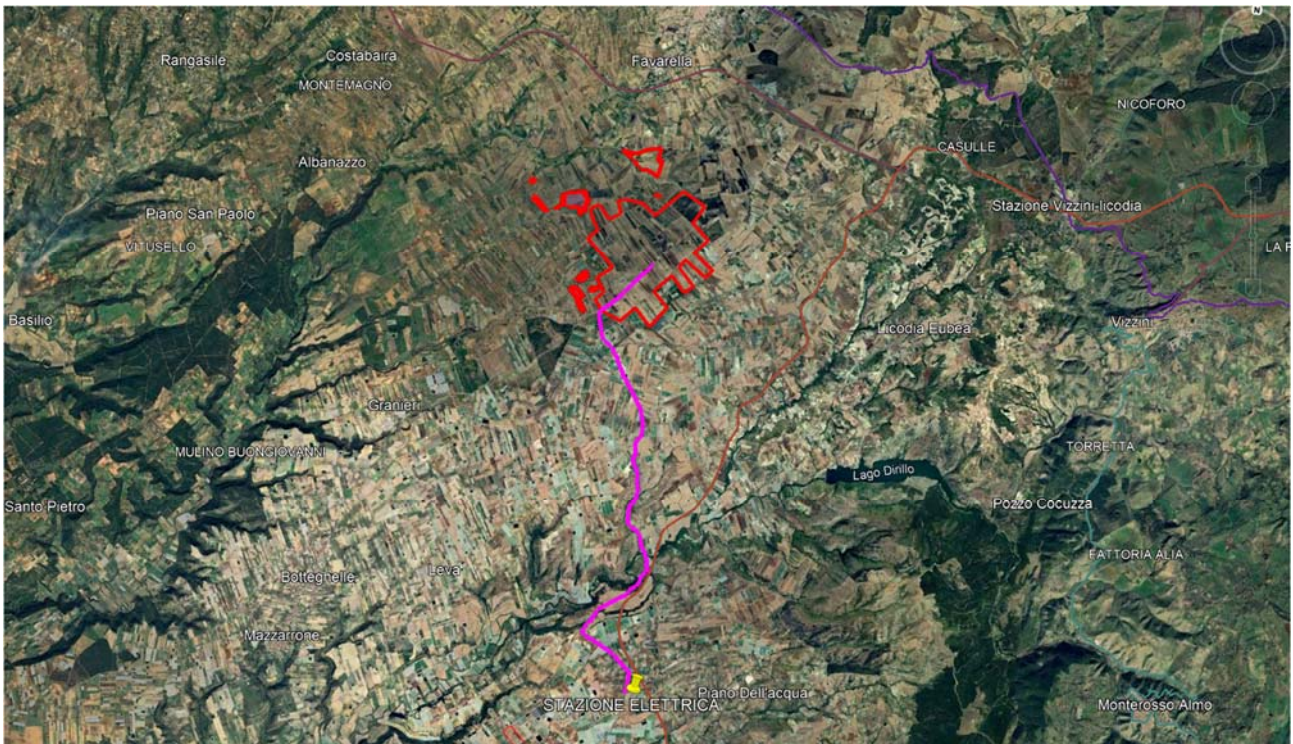


Foto satellitare: localizzazione del sito

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'indagine diretta di superficie, condotta tramite l'esecuzione di sopralluoghi a terra, estesa ad un'ampia fascia circostante il sito di progetto, in uno con il complesso dei dati raccolti, ha permesso di ricostruire la serie stratigrafica locale.

Il sito in esame ricade nel settore sud orientale siciliano, denominato in letteratura Altopiano Ibleo, a sud del centro abitato di Grammichele.

A scala regionale, della struttura geologica della Sicilia si distinguono tre principali elementi tettonico-strutturali: la catena settentrionale appennino-maghrebide, l'avanfossa di Gela-Catania e l'avampaese ibleo (*Lentini e Vezzani, 1978*). Secondo questo schema l'area in esame ricade sull'avampaese ibleo, costituito dalla piattaforma carbonatica che bordava il margine continentale passivo africano.

In particolare, gli affioramenti relativi all'Altipiano calcareo s.s. (substrato) constano di formazioni marine terziarie, appartenenti ad un unico ciclo sedimentario oligo-miocenico, afferenti alla successione calcareo-calcarenitico-marnosa della Formazione Ragusa (Membro Leonardo e Membro Irminio) ed alla successione marnosa della Formazione Tellaro.

Nella zona pedemontana dell'Altipiano calcareo e nella piana di Vittoria, la copertura del substrato è formata da un complesso di sedimenti plio-quadernari di ambienti di deposizione che vanno dal marino al continentale (Calcari marnosi Trubacei, Calcarenititi organogene, Calcari e marne - sabbie-silts-argille lacustri, conglomerati e ghiaie alluvionali e brecce detritiche, limi neri palustri).

In tale quadro il sito di progetto ricade proprio in questo settore di raccordo tra l'Altipiano ragusano e la piana di Vittoria, in un'area che si configura come una depressione strutturale estesa e delimitata dall'allineamento strutturale Chiaramonte Gulfi - Comiso ad Est e quello degli alti strutturali di Serra Berretta e Serra S. Bartolo ad Ovest.

In particolare nell'area in esame affiorano i seguenti terreni:

- **Alluvioni recenti ed attuali**, ciottoli calcarei eterometrici e di materiale sabbioso-limoso. Affiorano lungo il Fiume Ippari e lungo le altre incisioni torrentizie costituendo l'alveo di piena e di magra.

- **Depositi palustri** (Pleistocene sup. – Olocene), sabbie e limi bruni, sono costituiti da sedimenti palustri siltoso – sabbiosi di colore bruno. Si ritrovano in locali depressioni, probabilmente di facies retrolitorale.

- **Sabbie rossastre** (Pleistocene inf.) e sabbie quarzose con intercalazioni di calcareniti organogene massive o stratificate con livelli di ghiaie e di argille. Si rinvengono in affioramento con spessori che superano i trenta metri in C.da Favara e C.da Piano dei Fiori, abbeveratoio Schifazzo. Su tale litotipo ricade la maggior parte dell’impianto fotovoltaico.

- **Depositi fluvio-lacustri** (Pliocene medio-sup.) biancastri canalizzati ed i depositi travertinosi con livelli torbosi consistono in limi biancastri, croste carbonatiche, depositi travertinosi con livelli torbosi, depositi sabbiosi giallo-avana con lamine calcaree. Affiorano in una piccola area in C.da Favara, ricoprendo varie unità litologiche sottostanti. Gli spessori variano da qualche metro a qualche decina di metri.

- **Vulcaniti basiche** (Pliocene medio-sup.), potente successione di ambiente sottomarino in alto dato da ialoclastiti e breccie vulcaniche, subaereo nella parte bassa costituito da colate laviche bollose e prodotti piroclastici. Affiorano ad est dell’area di progetto, interessandola marginalmente e poi sono presenti nel sottosuolo costituendo il substrato sul quale si è impostata la successione sedimentaria plio-pleistocenica.



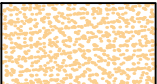
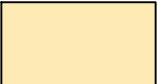

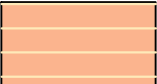



- **Marne grigio azzurre** (Pliocene medio-inf.) della Valle del Fiume Dirillo e di Licodia Eubea passanti verso l’alto a depositi sabbiosi e a calcareniti organogene a brachiopodi e molluschi. Lo spessore raggiunge i 250 metri. Affiorano a nord dell’area di progetto e non la interessano direttamente.

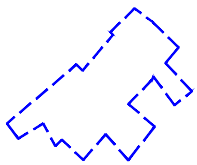
- **Marne e calcari marnosi** (Pliocene inf.) a foraminiferi di colore bianco e frattura concoide (Trubi), Lo spessore può raggiungere i 100 m. Affiorano al margine orientale dell’area di progetto e la interessano in piccola parte.

Si rimanda all’elaborato “carta geologica” allegato alla presente relazione ed alla sezione stratigrafica B-B’ inserita nella pagina successiva.

CARTA GEOLOGICA

LEGENDA

- a**  Alluvioni recenti
- p**  Depositi alluvionali terrazzati
- Qm**  Depositi limnici, silts e argille lacustri, sabbie e ghiaie.
Pleistocene medio superiore.
- Qcs**  Sabbie rossastre con lenti ghiaiose, calcareniti e conglomerati.
Pleistocene Inferiore
- Qsa**  Sabbie quarzose con livelli arenacei, *Pleistocene Inferiore-medio.*
- Qs**  Silt argillosi e arenarie fossilifere di colore giallastro.
Pleistocene inferiore.
- Qc**  Calcareni e sabbie giallastre, calciruditi con livelli di conglomerati.
Pleistocene inferiore.
- Pv**  Vulcaniti basiche, brecce vulcanoclastiche e lave a pillow.
Pliocene Medio - Superiore
- Mm**  Marne grigio-azzurre. F.ne Tellaro. *Miocene superiore*



Area impianto



Tracciato cavidotto.

Scala 1: 50.000

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area in studio si trova allocata all'interno di zone sub-pianeggianti che presentano una estensione di circa 2.34 Km². essa è posta ad una quota variabile tra i 410 e i 460 m s.l.m..

L'impianto fotovoltaico è circoscritto ad Est dal bacino del Fiume Margi, affluente di destra del Fiume Gornalunga che a sua volta fa parte del Bacino idrografico del Simeto, e sia a Nord che a Ovest dal Torrente Ficuzza. Le aree nel complesso presentano una debole pendenza che degrada da Ovest verso Est. Il Fiume Gornalunga dopo circa 80 Km, in prossimità di Reitano, confluisce nel Fiume Simeto.

Gli alvei sono caratterizzati da un regime tipicamente torrentizio con totale assenza di deflusso superficiale per gran parte dell'anno. I deflussi più importanti avvengono principalmente nella stagione invernale durante la quale, in occasione di intense e prolungate precipitazioni meteoriche, si possono verificare improvvisi riversamenti di eccezionali masse d'acque dall'elevato potere erosivo. La costituzione geologica dei bacini, è particolarmente importante in quanto la permeabilità dei terreni determina lo scorrimento superficiale e l'esistenza stessa dei corsi d'acqua, determinandone anche il regime. I rapporti tettonici e giaciture tra i terreni a diverse permeabilità condizionano l'ampiezza dei bacini idrogeologici e l'andamento della circolazione idrica sia sotterranea che superficiale.

Più in generale nell'area si possono distinguere diverse zone a diversa morfologia. Una zona montana, dominio delle formazioni calcaree oligo-mioceniche in facies iblea; una zona di transizione pedemontana, di aspetto collinare, dominio dei sedimenti continentali delle conoidi di deiezione pleistoceniche; infine, una zona più distale, sub-pianeggiante, di altipiano s.s., dominio o di sedimenti perlopiù continentali di facies limnica e di transizione.

La prima zona rappresenta il bordo occidentale dell'altipiano ibleo ed è caratterizzata da rilievi con ripide scarpate strutturali e da profonde incisioni a V aventi direzione grosso modo SE - NO.

La zona pedemontana borda al piede gli affioramenti calcarei del plateau ibleo. In quest'area si imposta il reticolato idrografico originatosi da paleo torrenti originati dalla tettonica.

In corrispondenza degli affioramenti quaternari del complesso di sedimenti in prevalenza continentali di facies limnica (travertinosi, calcarenitico-marnosi, argilloso-siltoso-sabbiosi) e marini di facies litorale, l'area assume andamento tabulare, sub-pianeggiante.

I fattori di genesi geomorfologica attuale dipendono principalmente dall'azione chimica e meccanica delle acque di dilavamento e dei corsi d'acqua, dall'azione termica e dall'azione della forza di gravità lungo l'orlo delle scarpate fluviali incassate.

Le condizioni di stabilità dell'area sono ottime in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, alla bassa pendenza, nonché alla mancanza assoluta di agenti geodinamici che possano in futuro turbare il presente equilibrio.

Non si ritiene di eseguire verifiche di stabilità in quanto, essendo l'area pianeggiante, non è possibile l'instaurarsi di alcun movimento franoso e, quindi, si registrerebbero valori del coefficiente di sicurezza decisamente superiori ai minimi previsti dalla legge.

Sul sito non risultano gravare vincoli derivanti da pericolosità/rischio idraulico e geo-morfologico. Ciò è confermato dal Piano Straordinario di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – *Bacino idrografico del Fiume Acate Dirillo (078)* - che non inserisce tale area tra quelle a rischio. Poiché in un intorno significativo del sito in esame non sono presenti vincoli dipendenti dal P.A.I. non verranno allegati gli stralci delle suddette carte tematiche.

Non si riscontrano, alla luce di quanto riferito, fattori che possano compromettere la compatibilità geomorfologica delle opere previste dal progetto.

Si rimanda all'elaborato "carta geomorfologica" allegato alla presente relazione

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area interessata dal progetto risulta composta in affioramento prevalentemente da depositi del Pleistocene rappresentati da limi palustri, conglomerati, ghiaie e sabbie, terre rosse, caratterizzati tutti da una buona permeabilità primaria per porosità.

Abbiamo distinto i terreni presenti in categorie prevalenti caratterizzate ognuna da un diverso grado di permeabilità che di seguito esponiamo:

- rocce permeabili per porosità
- rocce permeabili per fessurazione e fratturazione,
- rocce a permeabilità mista.

Rientrano nella prima categoria, **rocce permeabili per porosità**, le breccie ad elementi carbonatici e ghiaie alternate a sabbie e limi fluvio-lacustri, conglomerati, ghiaie e sabbie carbonatiche contenenti livelli arenacei. Si tratta di depositi prevalentemente incoerenti che presentano una permeabilità medio-alta, compresa tra 10^{-3} e 10^{-4} cm/s. Generalmente i pori intergranulari dei depositi clastici aventi una scarsa matrice limosa tendono a saturarsi durante la circolazione delle acque di infiltrazione consentendo la formazione di acquiferi.

Rientrano nella seconda categoria, rocce permeabili per fessurazione e fratturazione, le vulcaniti basiche per fratturazione e fessurazione, permeabilità media compresa tra 10^{-3} e 10^{-5} cm/s, pertanto, le acque di precipitazione meteorica, si infiltrano rapidamente nel sottosuolo grazie alla presenza di discontinuità primarie e secondarie.

Rientrano nella terza categoria, rocce a permeabilità mista, le marne calcaree e calcari marnosi (Trubi) e le marne grigio-azzurre, caratterizzati da una permeabilità bassa che in funzione del grado di fessurazione e/o fratturazione può divenire media, compresa tra 10^{-4} e 10^{-7} cm/s.



ITALCONSULT



La circolazione idrica sotterranea nelle aree in studio è variabile. Dai dati disponibili le isofreatiche si attestano ad una profondità di circa 15 metri dal piano di campagna nelle vulcaniti, verso gli 80-90 m nei litotipi permeabili (sabbie e calcareniti), verso i 40-50 m nei litotipi argillosi dove sono presenti strati sabbiosi che fungono da roccia serbatoio, che nei pressi del Fiume Margi, al contatto tra le alluvioni e le argille formano una falda a pochi metri di profondità, con portate anche cospicue.

Si rimanda all'elaborato "carta idrogeologica" allegato alla presente relazione.

6 CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA E VALUTAZIONI SUL RISCHIO SISMICO

Per ridurre gli effetti del terremoto, l'azione dello Stato si è concentrata sulla classificazione del territorio, in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato, e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche.

La legislazione antisismica italiana, allineata alle più moderne normative a livello internazionale prescrive norme tecniche in base alle quali un edificio debba sopportare senza gravi danni i terremoti meno forti e senza crollare i terremoti più forti, salvaguardando prima di tutto le vite umane. Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità.

I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

L'analisi e l'elaborazione statistica dei dati sismici desunti dai terremoti di massima intensità, avvenuti in Italia negli ultimi mille anni, hanno avuto come risultato la pubblicazione, nel corso di

due decenni, da parte di ENEL, CNR, GNDT, INGV, di una serie di mappe di zonazione del rischio sismico nazionale, ai fini della protezione civile e dei criteri di progettazione tecnica in zona sismica, che vedono la Sicilia come una delle regioni d'Italia in cui si ha la maggiore probabilità di terremoti di elevata intensità macrosismica e magnitudo, specialmente per periodi di ritorno maggiori di 100 anni.

In Sicilia, in particolare, è il settore ibleo quello dove sono state stimate le massime intensità macrosismiche, per i terremoti del 1169, 1693, 1818, tra il IX e l'XI grado MCS. La causa della sismicità degli Iblei è da ricercare nell'assetto geologico-strutturale della Sicilia, in cui l'altipiano Ibleo si configura come l'area di Avampaese, dove la distribuzione degli epicentri dei terremoti ricade lungo i principali sistemi di faglie che lo interessano, quindi lungo la Scarpata Ibleo-Maltese nel margine ionico, la Linea di Scicli e le strutture tettoniche della Zona di Transizione e dell'Avanfossa Gela-Catania, nel margine settentrionale e nord occidentale ibleo.

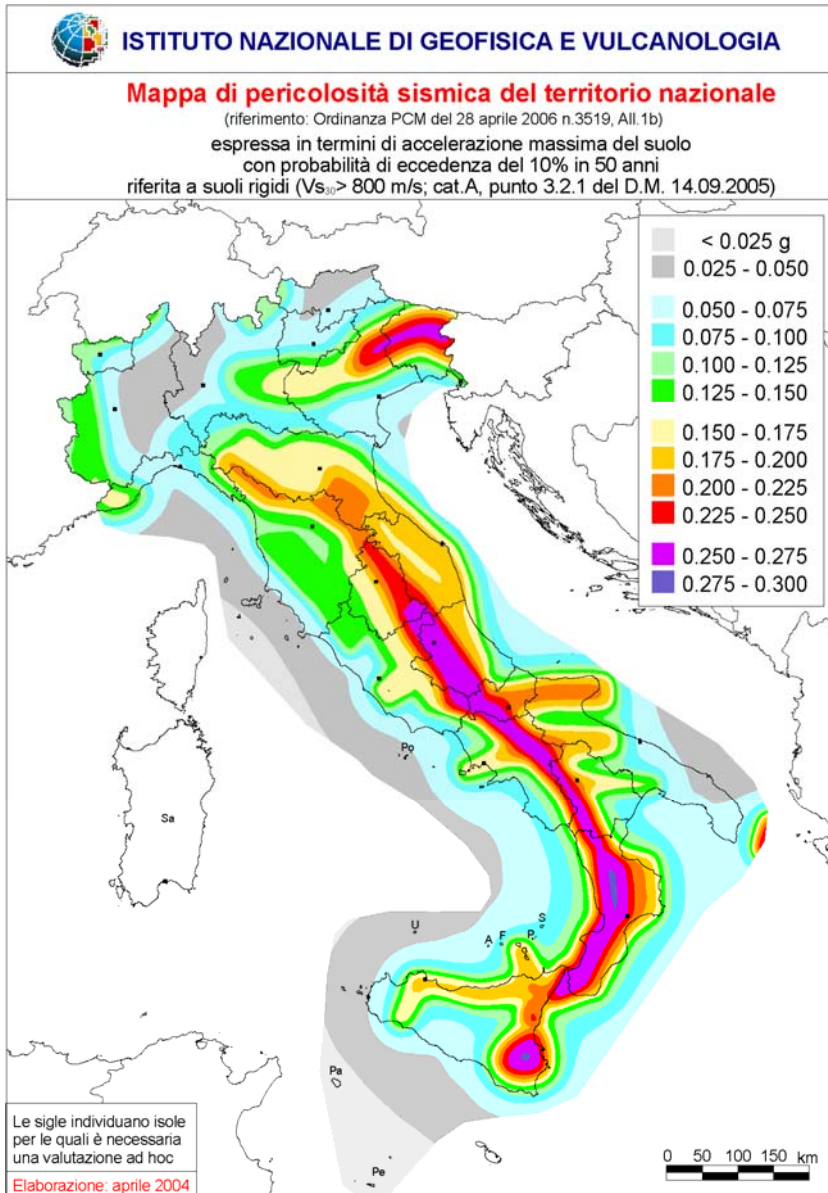
In particolare, la distribuzione degli epicentri dei terremoti a magnitudo $M_{max} = 5,2 - 6,4$ è più addensata verso il margine nord-occidentale del plateau ibleo ed è contrapposta a quella degli epicentri dei terremoti di massima intensità che ricadono nel settore ionico tra Catania ed Augusta, dove la magnitudo stimata è $M_{max} = 7,1$ (1169, 1693, 1818).

In virtù della normativa vigente (Definizione dei terreni secondo l'Ordinanza 3519/06 – Categoria sismica), il territorio nazionale è suddiviso, sotto il profilo sismico, in quattro diverse categorie alle quali è associata un'accelerazione orizzontale massima:

Zona Sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	$ag > 0,25 \text{ g}$
2	$0,15 < ag \leq 0,25 \text{ g}$
3	$0,05 < ag \leq 0,15 \text{ g}$
4	$ag \leq 0,05 \text{ g}$

Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido

Secondo il predetto O.P.C.M., il territorio della provincia di Ragusa viene classificato come “Zona 1”, Zona con pericolosità sismica alta. Indica la zona più pericolosa dove possono verificarsi fortissimi terremoti, a cui corrisponde un valore dell’accelerazione orizzontale di picco “ag” compreso tra 0,25 e 0,35 g, mentre quello della provincia di Catania viene classificato come Zona 2 con pericolosità sismica media con valori di “ag” compreso tra 0,15 e 0,25 g.



Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 17/01/2018) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche. Dal Gennaio 2018, con l’entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento “propria” individuata sulla base delle coordinate geografiche dell’area di progetto e in

funzione della vita nominale dell’opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

Il territorio comunale di Ragusa è incluso nell'elenco delle località sismiche di 1 categoria, a cui si attribuisce un valore di accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag) compreso tra 0,25 e 0,35 (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006), mentre quello della provincia di Catania viene classificato come Zona 2 con pericolosità sismica media con valori di "ag" compreso tra 0,15 e 0,25 g.

La sismicità dell'area in esame, ricadente in parte all'interno del territorio comunale di Ragusa e in parte in quello di Catania va interpretata nell'ambito della sismicità della Sicilia orientale.

Sulla base delle informazioni sugli eventi sismici fornite dall'INGV, si evince che i terremoti più significativi per il territorio della Sicilia avvengono:

- nel settore sud-orientale;
- lungo la catena dei Nebrodi-Madonie-Monti di Palermo;
- nella zona del Belice;
- nelle aree a vulcanismo attivo dell'Etna e delle Isole Eolie.

In generale si può affermare che in Sicilia i terremoti sembrano distribuiti lungo faglie regionali, che hanno giocato un ruolo importante nell'evoluzione geodinamica recente dell'area. Va sottolineato il ruolo fondamentale che sembrano avere le zone di taglio crostale (Zona di trascorrenza del Canale di Sicilia, Sistema Sud-Tirrenico, Linea Tindari-Giardini auct., Scarpata Ibleo-Maltese), laddove intersecano il fronte dei thrust, essendo qui localizzati i terremoti più violenti della Sicilia

L'evento che ha avuto maggiori conseguenze nel territorio è il sisma che si verificò l'11 gennaio 1693 alle ore 13:30 con epicentro localizzato (sulla base dei risultati del modello SIGE) nel comune di Sortino in provincia di Siracusa. Questo terremoto rappresenta, assieme al terremoto di Messina del Dicembre 1908, l'evento catastrofico di maggiori dimensioni che abbia colpito il territorio italiano in tempi storici. Il sisma ha causato complessivamente circa 60.000 vittime; Il numero più elevato di vittime è stato registrato nella città di Catania, dove sono morti circa i 2/3 della popolazione. L'area colpita fu molto vasta, coinvolgendo un territorio di oltre 14.000 kmq, anche se

complessivamente danni di rilievo sono stati riscontrati dalla Calabria meridionale a Palermo e all'arcipelago maltese.

Nella Sicilia orientale le città storicamente più colpite risultano essere, Siracusa, Augusta e Noto.

Dei tre siti Augusta è quella che ha subito maggiormente gli effetti dei terremoti nel passato. La sua distruzione è dovuta alle due scosse del 9 e 11 gennaio 1693. La scossa del 9 causò 200 morti e sembra che metà della città sia stata distrutta o comunque abbia subito danni gravi e numerosi crolli. Per la seconda scossa morirono da 1840 a 2300 persone su 6300 abitanti.

La città di Augusta fu inoltre parzialmente distrutta nel 1848: due terzi delle case crollarono e molte chiese e conventi subirono danni rilevanti.

Noto Antica venne gravemente danneggiata nel 1542 e completamente distrutta dalle scosse del 9 e 11 gennaio 1693. Il vecchio sito fu abbandonato definitivamente nel 1702 ed il nuovo insediamento, che costituisce l'attuale centro abitato, fu ricostruito più a valle. L'analisi della storia sismica di Noto evidenzia che la città attuale risente anche dei terremoti localizzati nella parte più meridionale, come quello del 7 gennaio 1727. Noto fu danneggiata anche dai terremoti del 1848 e del 1990.

La città di Siracusa sembra che non sia mai stata distrutta totalmente. Per il terremoto del 1169 le descrizioni sono scarse e generiche e non permettono una stima dell'intensità (9-11 EMS). La maggior parte dei dati sui danni provocati dai terremoti del 1693 riguardano il centro storico della città, l'isola di Ortigia. Secondo quanto emerge dalle descrizioni riportate dalle fonti storiche, il danneggiamento subito dalla città di Siracusa fu in generale minore rispetto a quello di Augusta e Noto. Fra gli eventi che danneggiarono più o meno gravemente Siracusa vi sono quelli del 1542, del 1848 e del 1990.

La città di Catania ha vissuto nella sua storia tanti terremoti distruttivi, per lo più di natura vulcanica a causa della vicinanza con l'Etna. Il primo terremoto di cui si ha notizia certa e che ebbe conseguenze disastrose per la città fu quello del 4 febbraio 1169. Il sisma di magnitudo 6.6 venne anche denominato "terremoto di Sant'Agata". In quell'occasione morirono circa 15mila persone. Numerosi eventi sismici di grande intensità poi si verificarono nel 1600: il 3 ottobre 1624 un terremoto di 5.6 magnitudo sconvolse il paese di Mineo, e il 21 febbraio 1633 un sisma di 4.8 magnitudo generò effetti distruttivi a Nicolosi, paese alle pendici dell'Etna. Ma soltanto il sisma del 10 marzo 1669 passerà alla storia. Il terremoto del 1669, verificatosi sempre a Nicolosi e con stessa

intensità di quello del 1634, è susseguito all'eruzione dell'Etna e per tale ragione è ad essa associato. La combinazione di eruzione e terremoto generò danni gravissimi per il territorio catanese, tanto da cambiarne la fisionomia. L'eruzione che andò avanti per mesi devastò e seppellì decine di centri abitati giungendo fino al mare in corrispondenza dei quartieri occidentali di Catania. Ancora un terremoto distruttivo venne registrato l'11 gennaio 1693 il celebre "terremoto della Val di Noto", con epicentro a Sortino e di magnitudo 7.4, che ebbe effetti devastanti per l'intera isola. Fu uno dei sismi più forti e violenti dell'intera penisola italiana. Coinvolte maggiormente furono Siracusa e Catania, ma l'intera costa ionica venne interamente interessata dal conseguente maremoto. A Catania, già seriamente danneggiata dalla distruttiva eruzione dell'Etna del 1669, molti palazzi e abitazioni, nonché chiese e monumenti, subirono lesioni diffuse. bisogna ricordare anche diversi **terremoti violenti registrati nel corso del '800**. Tra questi, il primo di magnitudo 6.0 ebbe luogo ad Aci Sant'Antonio nel 1818. Trent'anni dopo, un altro terremoto registrato nel Golfo di Catania nel 1848, provocò diversi danni alla città. Ancora, 3 eventi sismici di grande intensità compresi tra i 5.1 e i 5.4 magnitudo avranno luogo a Santa Venerina nel 1879, 1889, 1894.

Nel periodo più recente tra il '900 e il nuovo millennio, non si sono verificati a Catania e provincia terremoti di una simile intensità o distruttività. Tuttavia, sono in molti a ricordare alcuni eventi sismici, che seppur poco o quasi per nulla distruttivi per la città, hanno generato il panico tra i catanesi. Tra questi certamente il **terremoto di Carlentini, detto anche di "Santa Lucia"**, verificatosi il 13 dicembre **1990**. Il sisma di 5.7 magnitudo, con epicentro ad Augusta, venne avvertito anche a Catania.

A questi terremoti si aggiunge nella storia della città di Catania, quello verificatosi alle 2.34 di notte del 6 ottobre 2018, nei pressi di Santa Maria di Licodia e con danni a Biancavilla. Seppur non paragonabile in termini di distruttività a quelli avvenuti nelle epoche passate, è chiaro che tale sisma per la sua intensità, di 4.6 magnitudo, rientra tra i maggiori degli ultimi decenni.

E' opportuno soffermarsi su alcuni aspetti di carattere generale utili all'inquadramento del "problema sismico".

La propagazione delle onde sismiche verso la superficie è influenzata dalla deformabilità dei terreni attraversati. Per tale ragione gli accelerogrammi registrati sui terreni di superficie possono differire notevolmente da quelli registrati al tetto della formazione di base, convenzionalmente

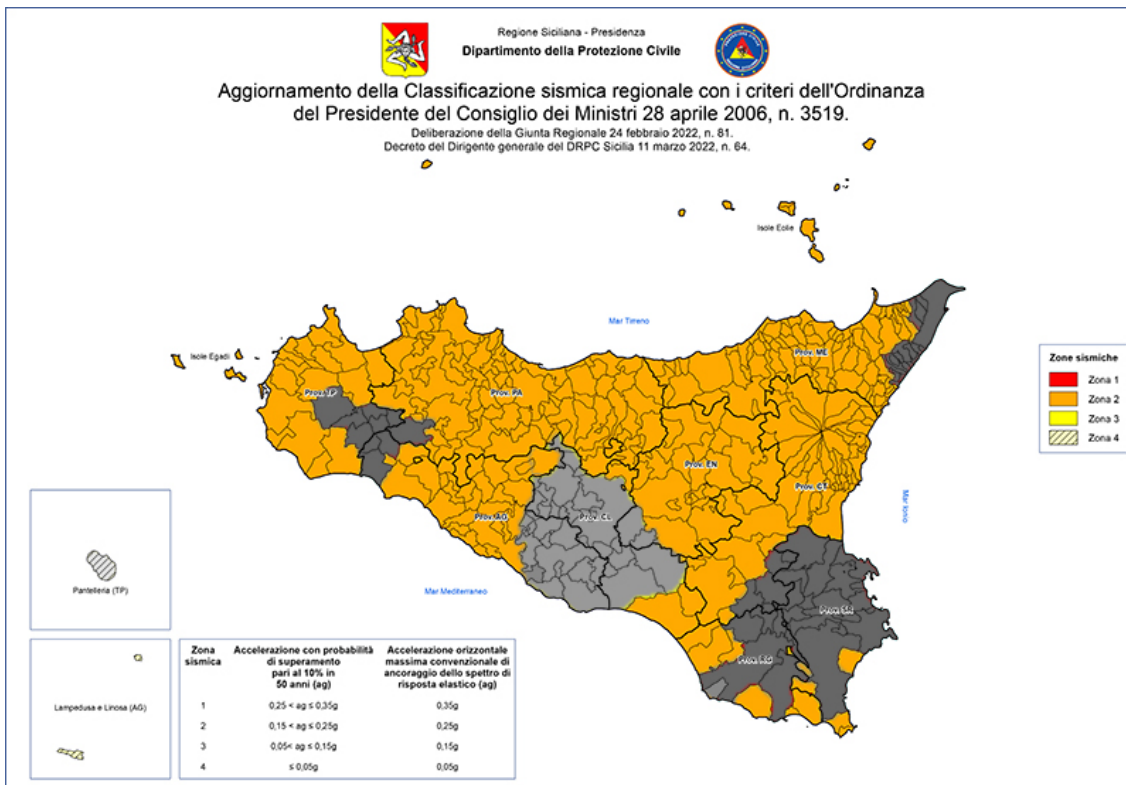
definita come substrato, nel quale le onde di taglio, che rappresentano la principale causa di trasmissione degli effetti delle azioni sismiche verso la superficie, si propagano con velocità maggiori o uguali a 800 m/sec.

Si può osservare in generale che nel caso in cui la “formazione di base” sia ricoperta da materiali poco deformabili e approssimativamente omogenei (es. calcari e calcareniti) gli accelerogrammi che si registrano al tetto della formazione di base non differiscono notevolmente da quelli registrati in superficie: inoltre in tale caso lo spessore dei terreni superficiali non influenza significativamente la risposta dinamica locale.

Nel caso in cui la formazione di base è ricoperta da materiali deformabili, gli accelerogrammi registrati sulla formazione in superficie possono differire notevolmente, in particolare le caratteristiche delle onde sismiche vengono modificate in misura maggiore all’aumentare della deformabilità dei terreni.

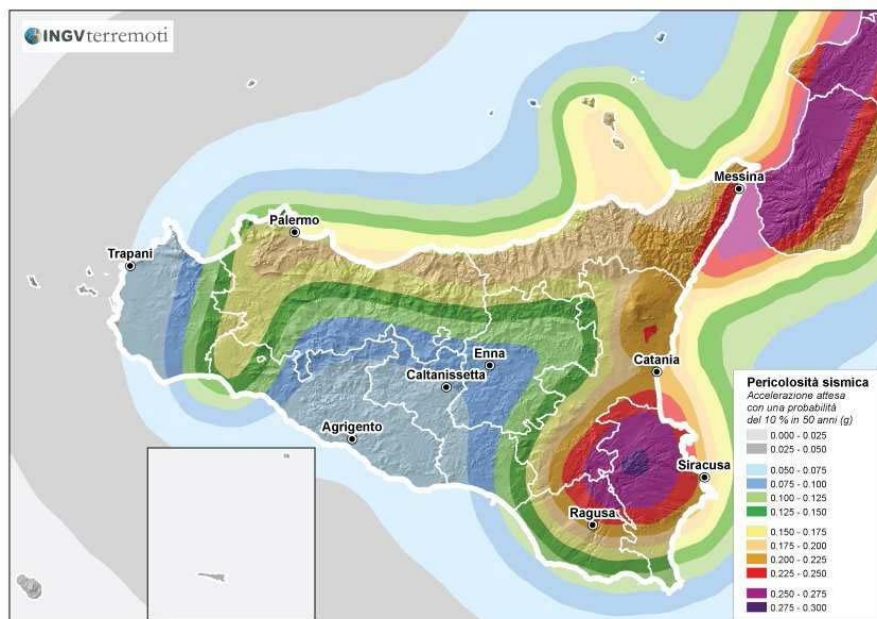
La trasmissione di energia dal bed rock verso la superficie subisce trasformazioni tanto più accentuate quanto più deformabili sono i terreni attraversati; all’aumentare della deformabilità alle alte frequenze di propagazione corrispondono livelli di energia più bassi e viceversa a frequenze più basse corrispondono livelli di energia più alti.

Il valore del periodo corrispondente alla massima accelerazione cresce quanto la rigidezza dei terreni diminuisce; nel caso di rocce sciolte tale valore aumenta anche all’aumentare della potenza dello strato di terreno.



In particolare l'esame della risposta sismica locale consente di affermare che nell'area interessata dal progetto, di cui al presente studio, non sono da

segnalare pericolosità sismiche in generale ed, in particolare, fenomeni d'instabilità dovuti a liquefazione che potrebbero verificarsi in occasione di eventi sismici.



Mappa della pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_S > 800$ m/s), Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All.1b; estratta da: <http://zonesismiche.mi.ingv.it>

6.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

La normativa sismica (N.T.C. 2018 di cui al D.M. 17/01/18 e ss.mm.ii.) raggruppa i diversi terreni nei cinque tipi riportati nella seguente tabella 3.2.II.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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 spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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>
C	<i>Depositì 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.</i>
D	<i>Depositì 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.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

Dal punto di vista sismico nel sito di progetto abbiamo individuato due categorie di sottosuolo all'interno delle quali ricadono i seguenti litotipo:

Categoria B: Rientrano in questa categoria le sabbie rossastre, le calcareniti e conglomerati, le vulcaniti basiche, le marne grigio-azzurre, le marne calcaree (trubi). Si tratta di *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.*

Categoria E: Rientrano in questa categoria le alluvioni recenti ed attuali, i depositi alluvionali terrazzati, i depositi limnici. Silts e argille lacustri. Si tratta di *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per la categoria C (caratterizzata da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s), con profondità del substrato non superiore a 30 m.*



ITALCONSULT



Per completare, la configurazione topografica dell'area di progetto si può assumere pari alla **T1** che corrisponde a “superfici sub-pianeggianti con inclinazione media minore di 15 gradi.”

Si rimanda all'elaborato “carta delle pericolosità sismiche” allegato alla presente relazione.

7 CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Sulla base delle caratteristiche geologico tecniche dei terreni e della configurazione geomorfologica ed idrogeologica del territorio in studio è stata valutata la pericolosità geologica.

I siti in esame ricadono su aree sub-pianeggianti ove affiorano depositi conglomeratico-sabbiosi con ghiaie e locali interstratificazioni di arenarie, dotati di buone caratteristiche litotecniche, pertanto stabile, priva di agenti morfogenetici attivi che possono turbare l'attuale habitus geomorfologico.

All'interno dell'intero sito studiato sono state individuate aree interessate da elevata pendenza, da orli di terrazzo e scarpate che comunque ricadono al di fuori dei siti sui quali verranno posizionati i pannelli.

Alla luce di quanto riferito il progetto verrà realizzato all'interno di un sito esente da pericolosità geologiche.

Si segnala soltanto la presenza in entrambe le due aree di due impluvi di modesta entità caratterizzati da bassa erosione sia laterale (della sponda) che di fondo. La pericolosità geologica risulta nulla, in fase di progettazione occorrerà considerare una fascia di rispetto.

Dal punto di vista della suscettività d'uso si può confermare l'attitudine dell'area all'antropizzazione prevista dall'insediamento di progetto.

Si rimanda all'elaborato "carta delle pericolosità geologiche" allegato alla presente relazione.

8 CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Il sito risulta composto litologicamente da depositi eterogenei prevalentemente incoerenti, costituiti breccie ad elementi carbonatici e ghiaie alternate a sabbie, frammisti a limi fluvio-lacustri di colore bruno

Le caratteristiche geomeccaniche dei litotipi affioranti sono state desunte da analisi di laboratorio eseguite in occasione di precedenti lavori, nonché da dati reperibili nella letteratura specialistica riferiti a litotipi del tutto assimilabili per composizione granulometrica e giacitura con quelli presenti nell'area in studio.

Di seguito si descrivono i termini litologici presenti nel sito in esame e le loro caratteristiche fisico-meccaniche.

Nell'area nord, secondo quanto emerso dai rilievi diretti e dalle indagini acquisite, escludendo la coltre di terreno vegetale – strato di alterazione, che ha uno spessore di circa 0,5 metri, si rinvencono:

- a) depositi alluvionali costituiti da sabbie e ghiaie, aventi i seguenti parametri:

$$\gamma = 17.5-18.5 \text{ KN/m}^3 \quad c' = 0-5 \text{ KN/m}^2 \quad \phi' = 20^\circ - 24^\circ$$

- b) sabbie quarzose, sabbie rossastre aventi i seguenti parametri:

$$\gamma = 18.5-19.5 \text{ KN/m}^3 \quad c' = 10-38 \text{ KN/m}^2 \quad \phi' = 31^\circ - 37^\circ$$

- c) Depositi limnici, silts e argille lacustri

$$d) \gamma = 17.5-18.0 \text{ KN/m}^3 \quad c' = 5-10 \text{ KN/m}^2 \quad \phi' = 20^\circ - 24^\circ$$

- e) vulcaniti basiche, aventi i seguenti parametri:

$$\gamma = 19.0-22.0 \text{ KN/m}^3 \quad c' = 0-25.0 \text{ KN/m}^2 \quad \phi' = 32^\circ - 36^\circ$$

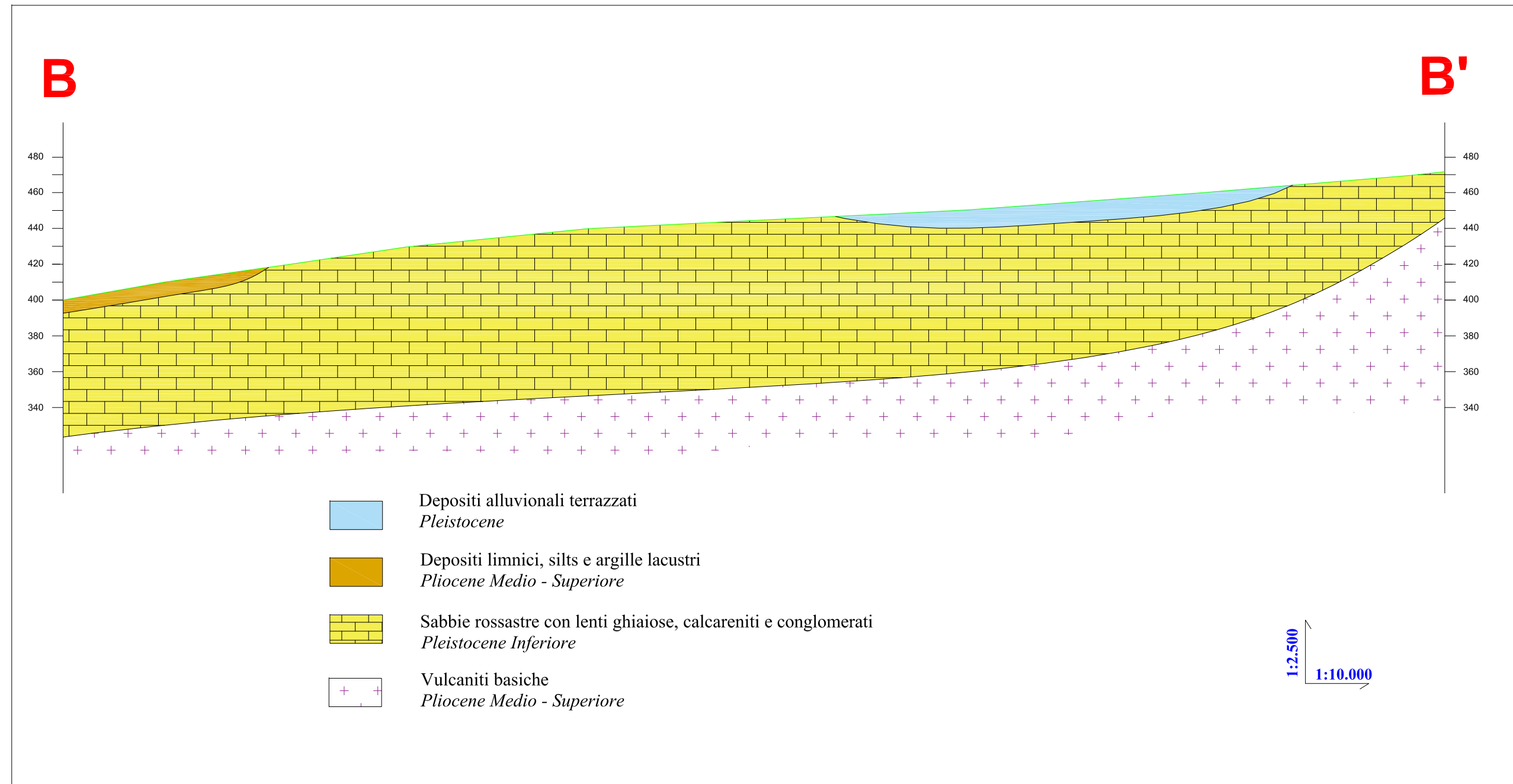
- f) marne grigio azzurre, aventi i seguenti parametri:

$$\gamma = 18.5-20.0 \text{ KN/m}^3 \quad c' = 10.0-25.0 \text{ KN/m}^2 \quad \phi' = 24^\circ - 26^\circ$$

- g) calcari marnosi (Trubi), aventi i seguenti parametri:

$$\gamma = 19.0-20.5 \text{ KN/m}^3 \quad c' = 10-30 \text{ KN/m}^2 \quad \phi' = 26^\circ - 35^\circ$$

SEZIONE STRATIGRAFICA B-B'



9 CONCLUSIONI

In seguito allo studio eseguito che ha permesso di definire il contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico e sismico nel quale si sviluppa l'opera in progetto, si può dedurre che:

- Dal punto di vista geologico il sito risulta composto in affioramento da depositi pleistocenici e pliocenici costituiti da sabbie limose giallastre al di sotto delle quali si riscontra il substrato composto da vulcaniti basiche del pliocene medio-superiore. Nella porzione orientale dell'area di impianto sono presenti le vulcaniti basiche che verranno interessate dal progetto soltanto per pochi ettari. Una parte dell'impianto ricadrà su depositi alluvionali terrazzati che presentano uno spessore minimo (compreso tra 2 e 10 metri).
- Le aree risultano stabili, pianeggianti, prive di agenti morfogenetici attivi che possano turbare l'attuale equilibrio geomorfologico locale, pertanto non sono state effettuate verifiche di stabilità del pendio.
- Esaminando le carte edite dall'A.R.T.A. nell'ambito del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), relative al bacino del Fiume Margi, affluente di destra del Fiume Gornalunga che a sua volta fa parte del Bacino idrografico del Simeto, risulta che tali aree sono esenti da vincoli. Poiché in un intorno significativo del sito in esame non sono presenti vincoli dipendenti dal P.A.I. non vengono allegati gli stralci delle suddette carte tematiche. Si precisa che per un breve tratto del cavidotto, nei pressi della confluenza del Torrente Salito nel Fiume Acate, esiste un vincolo idraulico con rischio R3.
- Nella carta idrogeologica abbiamo indicato la permeabilità dei terreni e fornito una ricostruzione della profondità della falda idrica. Come si evince dalla distribuzione delle isofreatiche la falda si trova ad una profondità maggiore di 15 metri dal piano di campagna pertanto non interferirà con le opere in progetto.
- Le aree in studio sono esenti da pericolosità geologiche.
- Per quanto riguarda la valutazione delle pericolosità sismiche non si riscontra nessun particolare elemento di rischio che possa comportare un'amplificazione delle onde sismiche locali né, tanto meno, che possa creare nel sottosuolo fenomeni di liquefazione. Facendo riferimento alle N.T.C. di cui al D.M. del 17/01/2018 e ss.mm.ii., ricadono nella categoria sismica **B** le sabbie rossastre, le calcareniti e conglomerati, le vulcaniti basiche, le marne grigio-azzurre, le marne

calcareae (trubi), e pertanto rientrano tra i *“Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{seq} compresi tra 360 m/s e 800 m/s”*. Rientrano nella categoria **E** le alluvioni recenti ed attuali, i depositi alluvionali terrazzati, i depositi limnici. Silts e argille lacustri. Si tratta di Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per la categoria C (caratterizzata da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s), con profondità del substrato non superiore a 30 m.

- La categoria topografica è la T1.
- Dallo studio condotto nell'area interessata dal progetto è emerso che essa dal punto di vista geomorfologico è compatibile.

Palermo, Febbraio 2024

Il Geologo

Dott. Carlo Cibella

