



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DENOMINATO "LICODIA" DI POTENZA NOMINALE
PARI A 11,302 MW POSIZIONATO A TERRA,
SITO IN C.DA GROTTI ALTE
NEL COMUNE DI LICODIA EUBEA (CT)

OGGETTO

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICA

Codice elaborato	Data	Livello di progettazione	Emesso	Verificato	Approvato	REV.
05-LIEU-VIA.05	OTTOBRE 2023	DEFINITIVO	E-PRIMA S.r.l. Geol. C. Amato	E-PRIMA S.r.l. Geol. C. Amato	EMMEVI S.r.l. Ing. C. Vagliasindi	01

Società proponente

GRANOSOLARIS LCD SRL

Via Bocca di Leone, 78

00187 ROMA

P.Iva 16798051005

Progettazione



EMMEVI s.r.l.
Società di ingegneria
Via R. Casalaina n. 3
95126 Catania
tel. 095 381832
email info@emmevisrl.eu



E-PRIMA
E-PRIMA S.R.L.
Impianti elettrici e fotovoltaici
Via Manganelli 20/G
95030 Nicolosi (CT)
tel:095914116
email:info@e-prima.eu

Scala metrica



E-PRIMA

VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
IMPIANTO FOTOVOLTAICO – LICODIA

CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “LICODIA”, DI POTENZA NOMINALE E DI PICCO PARI A 11,302 MW POSIZIONATO A TERRA, SITO IN C. DA GROTTIE ALTE NEL COMUNE DI LICODIA EUBEA (CT)



DOTT. GEOL. AMATO CHIARA

Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia n. 3516 Sez. A



Granosolaris LCD s.r.l.

Società proponente



Indice generale

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	4
3.1. VINCOLISTICA DA DOCUMENTAZIONE PAI.....	6
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
4.1. SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA	9
5. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	12
6. QUADRO TETTONICO-STRUTTURALE	15
7. SISMICITÀ DELL'AREA	18
7.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA	20
8. CENNI SULLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI AFFIORANTI.....	23
9. CONCLUSIONI	24
Bibliografia e sitografia.....	27



1. PREMESSA

Il presente studio geologico è stato condotto su incarico ricevuto dalla società Granosolaris LCD s.r.l. al fine di valutare l'idoneità di un'area di terreno appartenente al Comune di Licodia Eubea (CT) per la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza complessiva pari a 11,302 MWp denominato "LICODIA" (Fig. 1).

Tale studio ha lo scopo di inquadrare le aree d'interesse sotto il profilo morfologico e strutturale, geo-litologico, idrogeologico e sismico, ottenendo indicazioni utili alla scelta delle più consone soluzioni progettuali da adottare per garantire la stabilità dell'opera.

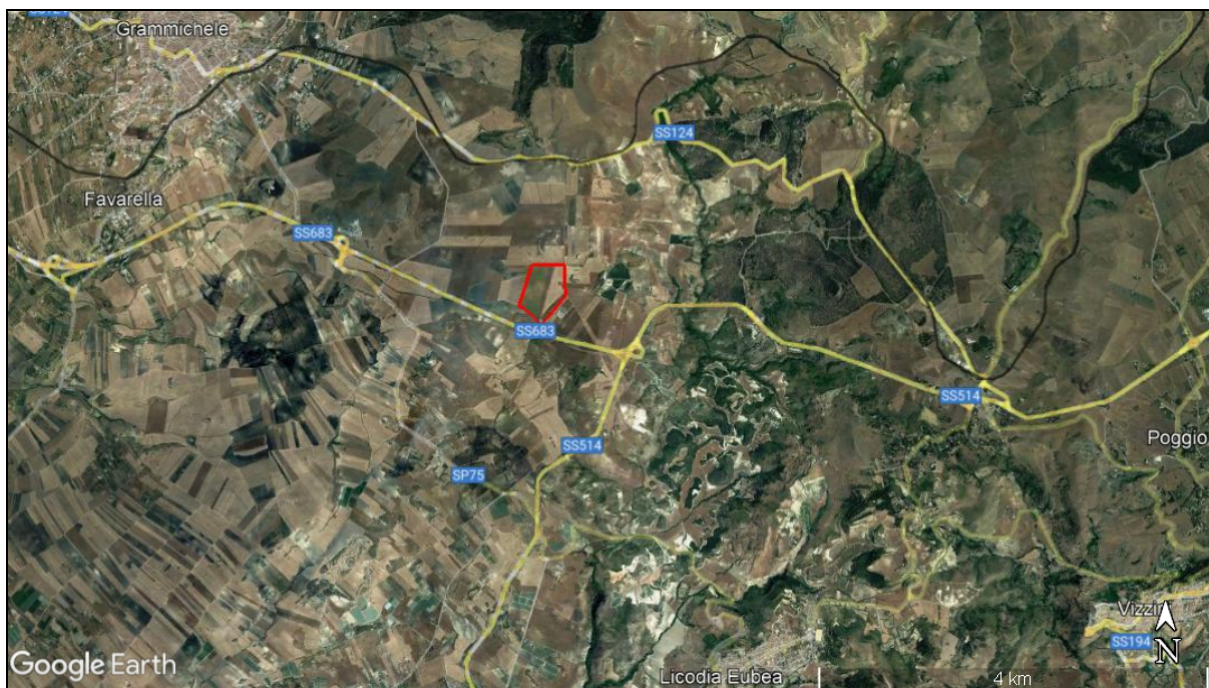


Fig. 1: Aree di progetto (in rosso) su base ortofoto.



2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di progetto si colloca nel settore sud-orientale della Sicilia, all'interno del territorio comunale di Licodia Eubea (CT), in località C.da Grotte Alte. In linea d'aria dista circa 3km SE dalle prime case del Comune di Grammichele, più di 3,5 km NW dal centro abitato di Licodia Eubea, circa 30 m Nord dalla Strada Statale-683, circa 870 m Ovest dalla Strada Statale-514 e più di 1 km Sud dalla Strada Statale-124.

L'area progettuale si estende per 20,58 ha e si sviluppa tra una quota minima di 488 m s.l.m. ed una quota massima di 524 m s.l.m..

Nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare il sito di progetto rientra nella Tavoletta IV-SE denominata "Grammichele", in scala 1:25.000, del Foglio 273 (Fig. 2); nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 il sito si ritrova nel settore nord-occidentale del Foglio 645010 "Licodia Eubea".

Secondo il Nuovo Catasto Terreni (N.C.T.) del comune di Licodia Eubea (CT) l'area di terreno progettuale è censita nel Foglio 3 part.ile 78-162-163 e nel Foglio 4 part.ile 423-424-425-426.

Coordinate geografiche (WGS84), riferite ad un punto centrale dell'area in studio:

LAT. 37°11'26" N – LONG. 14°40'47" E

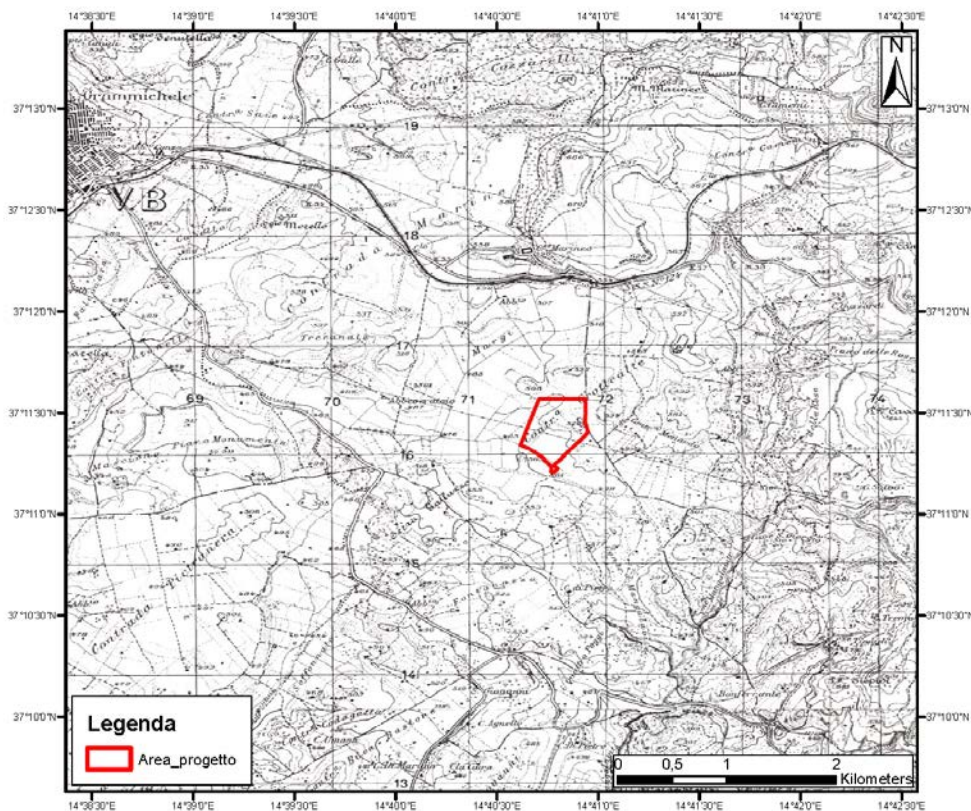


Fig. 2: Ubicazione delle aree di progetto nello stralcio delle Tavolette IGM, in scala 1:25.000.



3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio del Comune di Licodia Eubea, entro il quale rientra l'area di interesse progettuale, si colloca nel settore sud-orientale della Sicilia, al margine del settore nord-occidentale dell'altopiano Ibleo, in un contesto morfologico prevalentemente collinare alternato a zone sub-pianeggianti e solcato da diverse incisioni di corsi d'acqua in corrispondenza delle quali si ritrovano maggiori inclinazioni e brusche rotture di pendenza. L'assetto geomorfologico è qui legato principalmente alla litologia dei terreni affioranti e alla loro capacità di resistere all'attività erosiva degli agenti atmosferici e delle acque superficiali libere ed incanalate; ove prevalgono i litotipi più resistenti all'erosione (gessi, calcari e vulcaniti), infatti, si ha una morfologia aspra e accidentata, ove affiorano i litotipi più facilmente erodibili (argille, marne) si instaura una morfologia più blanda, mentre laddove presenti depositi alluvionali si raggiunge una morfologia più regolare e addirittura sub-pianeggiante. Tra i vari fattori che incidono sull'aspetto del paesaggio va considerata, inoltre, anche l'attività antropica e in principal modo la sistemazione e i terrazzamenti agricoli.

Restringendo l'analisi al terreno progettuale, esso si inserisce in un'area dai lineamenti collinari e solcata dalle valli di vari corsi d'acqua, si estende per 20,58 ha, e si sviluppa tra una quota minima di 488 m s.l.m. ed una quota massima di 524 m s.l.m., mostrando pendenze variabili dai pochi gradi ai 20°, pendenze più elevate si riscontrano lungo la via di impluvio e presso gli affioramenti rocciosi presenti, ed esposizioni prevalentemente a SW ed in parte a Sud ed Ovest nel settore meridionale e prevalentemente a NW ed in minima parte a Nord ed Ovest nel settore settentrionale; una via di impluvio ben marcata, con direzione circa E-W, è presente nel settore settentrionale del terreno (Fig.3a-b).



Fig. 3a-b: Lineamenti morfologici area di progetto.



3.1. VINCOLISTICA DA DOCUMENTAZIONE PAI

Sulla base della documentazione P.A.I. – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Piano Territoriale di Settore, strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa del rischio idrogeologico; redatto ai sensi dell'art. 17 della L.183/89, dell'art. 1 del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L.365/2000), il territorio Comunale di Licodia Eubea (CT) rientra nel Bacino Idrografico Acate - Dirillo (078); stando a tale documentazione si evince come l'intero territorio comunale ospiti parecchi fenomeni franosi, le quali cause vanno ricercate nelle caratteristiche intrinseche dei terreni (formazioni lapidee fratturate e tettonizzate, formazioni sabbioso - calcarenitiche e coperture superficiali detritiche sciolte), nel contributo dato delle precipitazioni e nelle modifiche del territorio legate alle attività antropiche. I dissesti più comuni vengono classificati come dissesti dovuti ad erosione accelerata e fenomeni di crollo/ribaltamento, mentre in minor numero sono i dissesti classificati come scorrimento, deformazioni superficiali lente (creep), frane complesse, colamento lento e aree a franosità diffusa.

Dalla consultazione dei database e delle carte tematiche P.A.I.-Sicilia, in corrispondenza della ristretta area interessata dal progetto non si identificano fenomeni di dissesto da frana di alcuna natura; dissesti attivi classificati come crollo/ribaltamento si ritrovano a distanze superiori ad 1 km. L'area in studio non rientra in zone classificate a Rischio geomorfologico dal PAI (Fig. 4).

Pur non essendo state censite dal PAI situazioni franose di particolare rilievo, considerata la natura litologica dei terreni e la presenza di affioramenti rocciosi più o meno fratturati all'interno dell'area progettuale, non si esclude la possibilità che possano verificarsi fenomeni franosi legati ad esempio a fenomeni di crollo come testimonia la presenza di cumuli di detrito ai piedi degli affioramenti, o all'erosione provocata dallo scorrimento delle acque superficiali, all'interno del campo progettuale i terreni presentano diverse fessure da ritiro (Fig. 5).

Anche dal punto di vista idraulico, dagli studi riportati nella documentazione P.A.I, si evince che il sito progettuale non ricade presso aree a rischio di esondazione e pertanto non si colloca in zone classificate a Rischio idraulico.

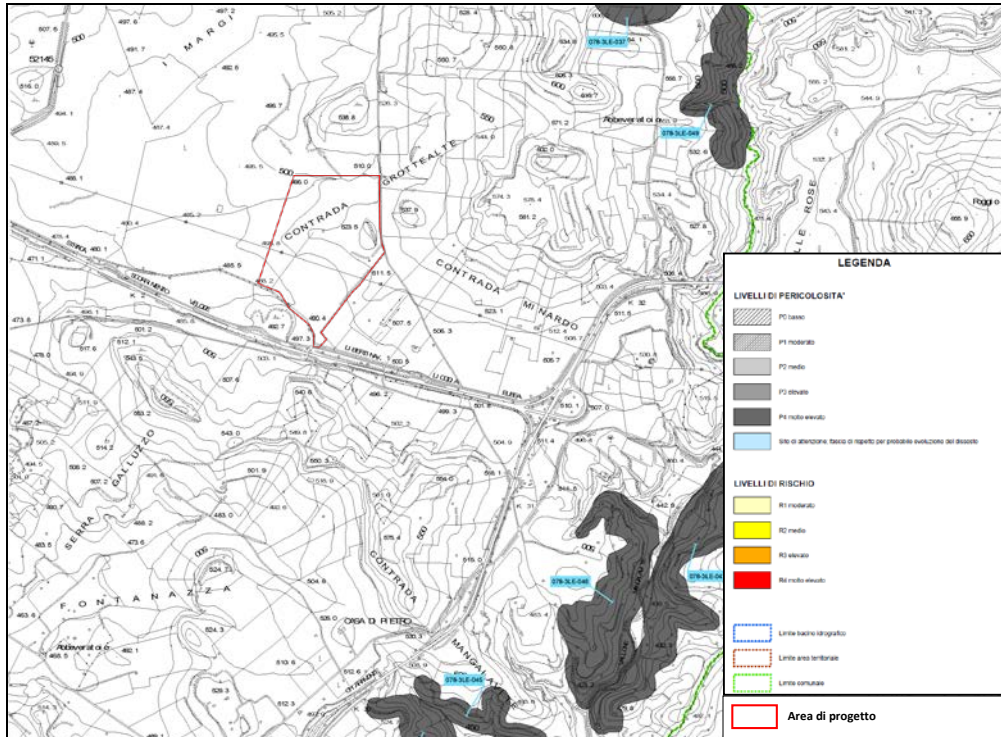


Fig. 4: Estratto della carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico del PAI, (su base CTR 1:10.000).



Fig. 5: Fessure da ritiro presenti nei terreni di progetto



4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio del Comune di Licodia Eubea, ubicato nel settore sud-orientale della Sicilia, si colloca al margine del settore occidentale del Plateau Ibleo, subito a ridosso dell'Avanfossa Gela-Catania. Qui i depositi presenti sono costituiti principalmente dalle successioni carbonatiche antiche dell'Avampaese (di età compresa tra il Cretaceo inf. e il Miocene inf.), dalle vulcaniti del settore Ibleo e dai terreni di età messiniana della Serie Gessoso-Solfifera, qui spesso affioranti in modo discontinuo ed incompleto; al di sopra di tutto in modo discontinuo si ritrovano i depositi argillosi-sabbiosi del Quaternario di genesi detritica e alluvionale (Fig. 6).

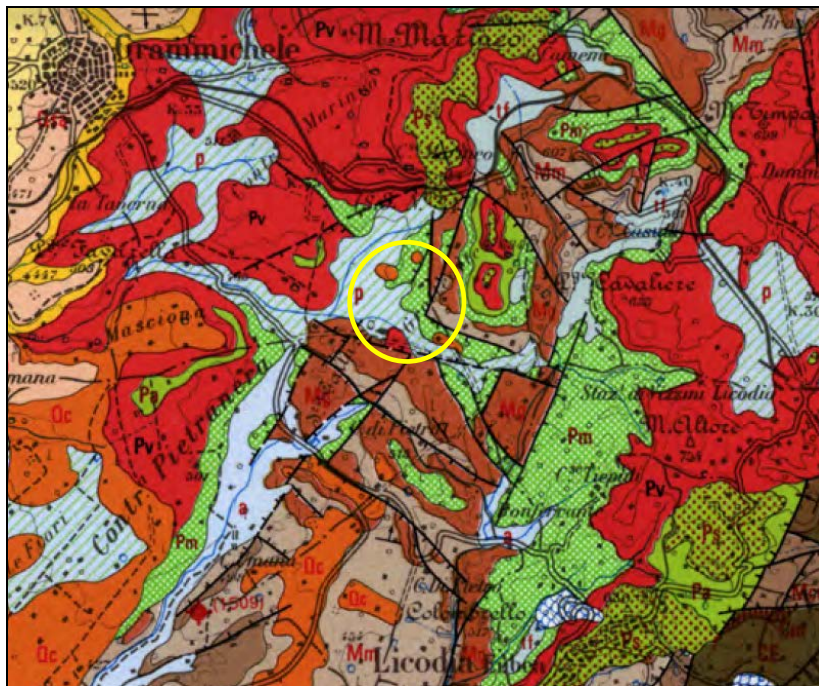


Fig. 6: Stralcio della Carta Geologica della Sicilia Sud-Orientale, scala 1:100.000 (da LENTINI F., 1984). In giallo il settore ove ubicata l'area di progetto.

-a: Alluvioni fluviali e fondi palustri recenti ed attuali; saline e stagni costieri. Pleistocene sup.-Olocene; -tf: Terrazzi fluviali di vario ordine, costituiti da ghiaie, sabbie e limi. Pleistocene sup.-Olocene; -p: Depositi palustri antichi. Pleistocene sup.-Olocene; -Qcs: Sabbie con lenti ghiaiose e argille salmastre a *Cerastoderma edule*. Pleistocene inf.; -Qsa: Sabbie fini quarzose con livelli arenacei e siltoso argillosi. Pleistocene inf.-medio(?); -Qc: Calcareniti e sabbie giallastre e calciruditi organogene. Qa: Argille siltoso-marnose grigio-azzurre talora con intercalazioni sabbioso-siltose ad Artica islandica. Pleistocene inf.; -Pv: Potente successione di vulcaniti basiche prevalentemente submarine in basso e subaeree verso l'alto. Pliocene medio-sup. e localmente Quaternario inf.; -Pa: Marne grigio-azzurre della media valle del f. Dirillo e di Licodia Eubea. Verso l'alto si passa a sabbie giallastre e calcareniti organogene a brachiopodi e molluschi (Ps). Pliocene medio.sup.; -Pm: Marne e calcari marnosi a microforaminiferi di colore bianco crema e a frattura concoide (Trubi). Pliocene inf.; -Mg: Successione costituita da calcari marnosi e marne biancastre ("Calcarea di base" Auct.). Messiniano; -Mm: Formazione Tellaro-Marne grigio-azzurre a frattura subconcoide, contenenti sporadici orizzonti di un'alternanza calcarenitico marnosa (a) bianco-crema. Langhiano inf.-Messiniano; -CE: Formazioe Amerillo- Calcilutiti biancastre, con lenti di selce nera. Campaniano-Eocene medio.



4.1. SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA

Secondo dati di letteratura, i termini geologici riscontrati nell'area di studio (Fig. 7, 8a-b) possono essere ricondotti alle formazioni di seguito elencate.

La successione litostratigrafica viene riportata dai terreni più antichi a quelli più recenti:

- “*Trubi*” (*Pliocene inf.*);
- “*Calcareniti e sabbie giallastre*” (*Pleistocene inf.*);
- “*Alluvioni attuali e recenti*” (*Olocene*).

- Con il nome **Trubi**, utilizzato largamente anche nella cartografia ufficiale, viene indicata una formazione marnoso-argilloso-calcareo di ambiente marino aperto e databile al Pliocene inferiore-medio, sviluppatasi a tetto della formazione Gessoso-Solfifera ad indicare il ripristino delle normali condizioni di mare aperto, conseguente all'abbassamento del livello del Mediterraneo causato dalla chiusura dello Stretto di Gibilterra. Tale formazione è costituita da un'alternanza ritmica di marne e calcari a *Globigerine* (microfauna della classe *Foraminifera*), di colore variabile da bianco-bianco crema a giallastro o a bruno, a fratturazione concoide, e pressoché priva di frazione terrigena; in strati dello spessore di 20-30 cm, ma che possono raggiungere anche dimensioni metriche. Lo spessore complessivo della formazione è dell'ordine dei 100 metri.

- Le Calcareniti e sabbie giallastre vanno a costituire una formazione databile al Pleistocene inferiore, formata da calcareniti, sabbie giallastre e calciruditi organogene massive o stratificate, con alla base frequenti lenti di conglomerati poligenici. Le calcareniti e sabbie contengono talora associazioni faunistiche a prevalenti Pecten, gasteropodi, ostracodi e microfaune a *Globigerine*. Lo spessore varia da pochi metri al centinaio.

- Le alluvioni attuali e recenti (Olocene) sono costituite da depositi di origine fluviale e di fondi palustri; limi, limi-sabbiosi e ghiaie eterometriche ed eterogenee. Spessori fino a qualche metro.

All'interno dell'area studiata, inoltre, frammisti a tali terreni si ritrovano blocchi eterometrici e di varia natura litologica (calcari, calcareniti, vulcaniti) correlabili ai litotipi presenti nei dintorni.

Per una precisa ricostruzione della successione dei terreni ivi presenti si rimanda ad eventuali indagini in situ.



Fig. 7a-b: Terreni presenti entro l'area progettuale.



Fig. 8a-b: Affioramento presente all'interno dell'area di progetto.

5. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Idrograficamente il territorio comunale di Licodia Eubea rientra nel Bacino Idrografico del Fiume Acate-Dirillo, che trae origine dalla confluenza di alcuni torrenti a Sud e ad Est di Vizzini. La morfologia delle valli fluviali è qui legata alla tipologia dei terreni sui quali i corsi d'acqua incidono; sui terreni più erodibili e a morfologia più blanda le valli appaiono molto aperte, mentre nelle zone ove affiorano litotipi più resistenti i corsi d'acqua vanno ad incidere valli strette e incassate e a sviluppo tortuoso. La rete idrografica nel complesso si compone di corsi d'acqua principali e di una fitta rete di corsi d'acqua minori caratterizzata da torrenti e fossi con articolazione dendritica, il regime è tipicamente torrentizio, caratterizzato da un deflusso abbondante concentrato in corrispondenza dei periodi piovosi invernali.

Restrungendo il campo al sito di interesse progettuale, numerosi sono i torrenti e i valloni che solcano la zona; tra i principali vi sono il Vallone Mangalavite che con direzione circa N-S scorre a più di 1 km ad Est dell'area di progetto, e il Torrente Ficuzza che con direzione NE-SW scorre a circa 555 m ad Ovest (Fig. 9). All'interno del settore settentrionale del terreno in studio è presente, inoltre, una via di impluvio ben marcata con direzione circa EW, oltre ad alcune vie di ruscellamento meno definite (Fig. 10).

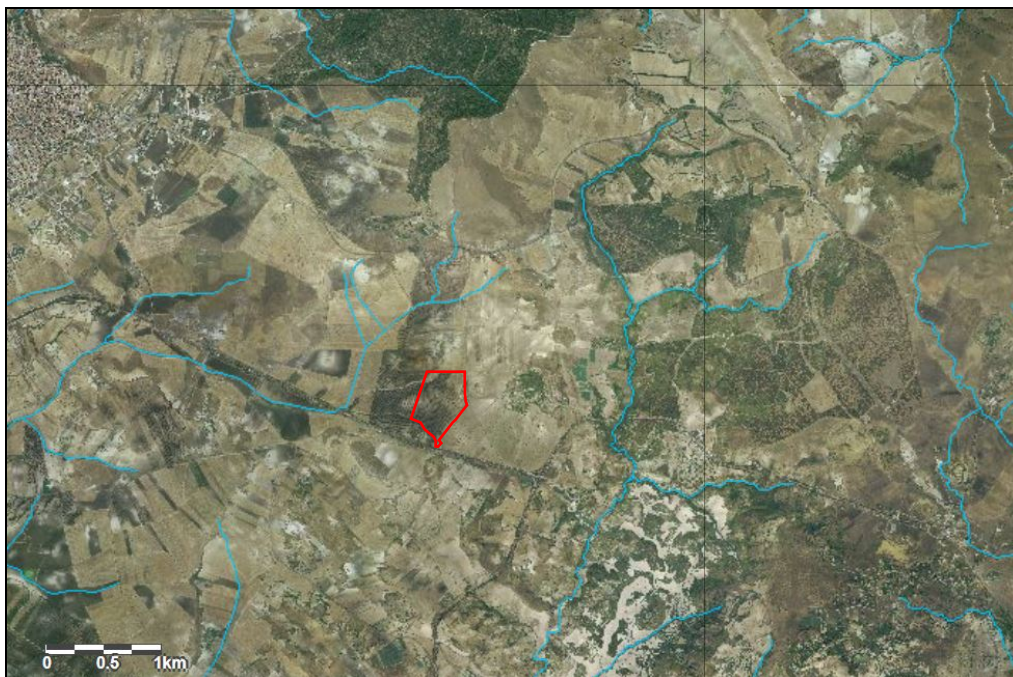


Fig. 9: Immagine estratta dal visualizzatore del Geoportale Nazionale – Ministero dell'ambiente. In rosso il poligono dell'area di progetto.



Fig. 10: Via di imprevio presente entro il settore settentrionale dell'area di progetto.

Per quanto riguarda la circolazione delle acque sotterranee, legata essenzialmente al tipo e al grado di permeabilità dei terreni presenti, nel territorio comunale di Licodia Eubea i principali acquiferi si ritrovano prevalentemente nelle formazioni lapidee profonde in funzione soprattutto del loro grado di fratturazione.

La ristretta area di progetto è ubicata su terreni rappresentati dai depositi alluvionali, dalle calcareniti e sabbie giallastre e dai calcari-marnosi dei Trubi. Sulla base di dati di letteratura, ai depositi alluvionali e alle calcareniti e sabbie può essere attribuito un valore di permeabilità medio ($K=10^{-1}-10^{-3}$ cm/s) e in essi la circolazione di acqua avviene soprattutto per porosità ed è influenzata dalla percentuale di matrice fine; ai calcari marnosi invece può essere assegnato un valore di permeabilità basso-molto basso ($K=10^{-3}-10^{-7}$ cm/s) e, difatti, pur essendo abbastanza fratturati, si presentano poco permeabili e con scarsa e discontinua circolazione idrica.

Sulla base dei dati riportati nel Catalogo delle Indagini del Sottosuolo dell'ISPRA è possibile ottenere informazioni su una prima valutazione della profondità di eventuali falde acquifere presenti. Nel caso in studio, come mostrato in figura 11, prendendo in considerazione i pozzi censiti nelle vicinanze dell'area di progetto, nello specifico i pozzi 3117, 3411 e 2897 le cui profondità della falda sono state misurate rispettivamente a 10 m, 20 m e 116 m, si può complessivamente affermare che in quest'area la profondità della falda è superiore o uguale ai 10 metri dal p.c..

Pertanto, nell'area di progetto, salvo le possibili eterogeneità nella distribuzione dei terreni e la relativa presenza di piccole falde sospese e/o a carattere stagionale a varie profondità, si può escludere che la presenza di falde acquifere di notevole interesse possa interferire con le opere in progetto.



Fig. 11: Ubicazione dei pozzi censiti presi in considerazione per la profondità della falda dal Catalogo delle Indagini del Sottosuolo dell'ISPRA (<http://sgi2.isprambiente.it/mapviewer/>). In verde l'ubicazione del poligono dell'area di progetto.



6. QUADRO TETTONICO-STRUTTURALE

L'assetto tettonico-strutturale della zona considerata va inquadrato necessariamente all'interno di un contesto più ampio. La Sicilia si colloca in corrispondenza del margine di convergenza tra la placca tettonica Euro-Asiatica e la placca tettonica Africana, qui fisicamente rappresentato dalla Catena Appenninico-Maghrebide, in uno scenario che mette in relazione contesti di locale distensione con un contesto generale di compressione, derivanti per l'appunto dall'evoluzione geodinamica della convergenza tra le due placche. L'area d'interesse in questo studio è ubicata nel settore sud-orientale della Sicilia, al margine del settore nord-occidentale di quello che viene denominato Dominio di Avampaese Ibleo e a ridosso dell'Avanfossa Gela-Catania. L'Avampese Ibleo è definito come la porzione di crosta non raggiunta e non ancora deformata dai sistemi a thrust orogenetici, mentre l'Avanfossa Gela-Catania rappresenta la depressione strutturale all'interno della quale si intercala il fronte massimo di avanzamento sepolto della Catena Appenninico-Maghrebide (rappresentato dalla Falda di Gela), originatasi per la flessione dell'Avampaese Ibleo al di sotto di tale Catena. Qui l'assetto strutturale è quindi il prodotto di diversi meccanismi deformativi, in particolare di fasi di thrusting e sistemi di faglie dirette che presentano in prevalenza un'orientazione NE-SW, che si sono manifestate fino Pliocene medio e nel Pleistocene. Tale settore dell'altopiano ibleo, in particolare, è caratterizzato dallo stile a faglie normali sub-verticali con andamento principale NNE-SSW e a faglie normali sub-verticali che si orientano con direzione generalmente ortogonale alla precedente; laddove, invece, le deformazioni interessavano depositi a comportamento plastico si formavano delle strutture plicative di trascinamento connesse a movimenti traspressivi lungo le faglie bordiere del margine occidentale del Avampaese. In generale, come mostrato nella figura 12, il territorio si mostra coerente a questo principale schema strutturale, caratterizzato da un assetto a gradini con rigetti di notevole entità.

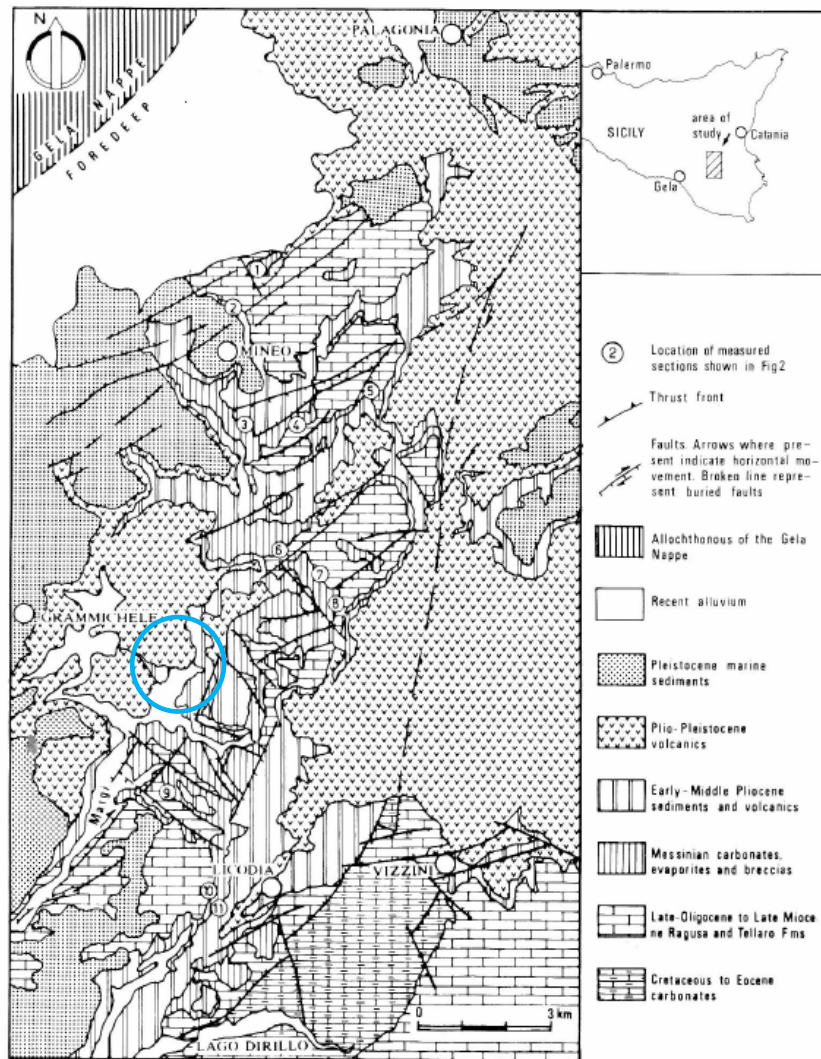


Fig. 12: Mappa geologico-strutturale (da GRASSO M. et PEDLEY H.M., 1990). In azzurro il settore ove ubicata l'area di progetto.

Restringendo l'analisi all'area di progetto, in essa non si rilevano strutture di particolare rilievo morfostrutturale se non i lineamenti che hanno portato all'attuale conformazione. Come mostra la figura 13, di seguito riportata, estratta dal GeoMapView del Progetto ITHACA dell'ISPRA (catalogo delle faglie capaci in Italia, sul Portale del Servizio Geologico d'Italia), nel ristretto sito di interesse non si riscontra la presenza di faglie o altre strutture tettoniche rilevanti; le faglie attive più prossime si ritrovano ad oltre i 3km di distanza.



Fig. 13: Immagine estratta dal GeoMapView Ithaca - ISPRA. In verde l'ubicazione del poligono dell'area di progetto.



7. SISMICITÀ DELL'AREA

Secondo il Decreto Ministeriale del 17.01.2018, entrato in vigore dal 22 marzo 2018 (NTC 18), riguardante “l'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni”, nella fase preliminare di progetto bisogna tener conto di un quadro sismico a livello comunale.

Per l'analisi della storia sismica della zona di interesse sono stati presi in considerazione i dati acquisiti dai cataloghi ufficiali dal sito degli INGV, in particolare il Catalogo Parametrico dei terremoti italiani (CPTI15), riferitosi al database macrosismico (DBMI15) che fornisce una gamma di dati relativi alla intensità macrosismica dei terremoti che interessano le aree in esame, con Intensità massima maggiore o uguale a 5 in una finestra temporale 1000-2020. Dalla ricerca condotta è emerso che in passato il Comune di Licodia Eubea è stato interessato da diversi eventi sismici, alcuni dei quali particolarmente importanti (Figg. 14, 15). Tra i più significativi, in termini di intensità ed effetti, si può citare l'evento del 1542 con epicentro nella Sicilia sud-orientale, Intensità epicentrale (I_0) pari a 10 (scala MCS) ed una Magnitudo >6 , avvertito a Licodia Eubea con una Intensità al sito pari a 8 (scala MCS); importante da ricordare è anche l'evento dell'11 Gennaio 1693 con epicentro nella Sicilia sud-orientale, conosciuto anche come il “terremoto della Val di Noto”, avvertito a Licodia Eubea con Intensità al sito pari a 10 (scala MCS); tale evento colpì un territorio vastissimo in due riprese a distanza di 2 giorni (Fig. 16). La prima scossa avvenne il 9 ed ebbe un'Intensità epicentrale (I_0) pari a 8-9 (scala MCS), i danni furono gravissimi soprattutto ad Augusta dove crollarono poco meno della metà delle abitazioni e si ebbero 200 morti, ad Avola dove due quartieri furono quasi interamente distrutti e a Noto dove molti edifici crollarono e ci furono oltre 200 vittime. Danni analoghi si verificarono anche a Floridia, Lentini e a Melilli. Crolli totali e vittime si ebbero a Catania, Vizzini, Sortino; lesioni e crolli parziali a Siracusa e a Militello in Val di Catania. La scossa fu sentita senza danni a Messina, Palermo e Agrigento ed i limiti dell'area di risentimento sono segnati a Nord da Monteleone (l'attuale Vibo Valentia) e a Sud dall'isola di Malta. La seconda scossa, con Intensità epicentrale (I_0) pari a 11 (scala MCS) e Magnitudo >7 , avvenne l'11 gennaio e gli effetti furono catastrofici anche perché si sovrapposero in parte a quelli della scossa precedente; l'area colpita fu molto più vasta (oltre 14.000 kmq), considerando solo l'area interessata dai danni maggiori, danni di rilievo sono stati riscontrati in un'area che va dalla Calabria meridionale a Palermo e all'arcipelago maltese e sembra accertato che la scossa fu avvertita sensibilmente anche nella costa tunisina. Tutte le città più importanti della Sicilia sud-orientale furono sconvolte, Catania fu quasi interamente distrutta così come Acireale e tutti i piccoli insediamenti sparsi sul versante orientale dell'Etna e nella Val di Noto. A Licodia Eubea si contarono più 700 vittime e diversi crolli di chiese ed edifici. Altri eventi da citare sono



l'evento del marzo 1818 con epicentro nei Monti Iblei, Intensità epicentrale (I_0) ed Intensità al sito pari a 7-8 (scala MCS) ed una Magnitudo >5 , l'evento del marzo 1895 con epicentro nei Monti Iblei (?), Intensità epicentrale (I_0) ed Intensità al sito pari a 6-7 (scala MCS) ed una Magnitudo >4 , e il terremoto di Dicembre 1908 con epicentro nello Stretto di Messina, Intensità epicentrale (I_0) pari a 11 (scala MCS) ed una Magnitudo >7 , avvertito a Licodia Eubea con una Intensità al sito pari a 7 (scala MCS).

Negli anni più recenti altri terremoti sono stati registrati nel territorio in esame, alcuni dei quali riconducibili al movimento dei cunei di accrezione del fronte più avanzato della Catena e/o al movimento di sovrascorrimento delle falde della Catena stessa lungo l'Avanfossa o sull'Avampaese, anche se non riportati nell'elenco in quanto di minore entità.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	I_0	Mw
8	1542	12	10	15	15		Sicilia sud-orientale	32	10	6.68
10	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
7-8	1818	03	01	02	45		Monti Iblei	24	7-8	5.57
5	1892	01	22	23	47		Monti Iblei	26	5	4.41
5	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9	6.12
F	1894	12	27				Filicudi	12	6	4.99
6-7	1895	04	13	15	01		Monti Iblei ?	32	6-7	4.82
4	1898	11	03	05	59		Calatino	48	5-6	4.51
5	1903	07	13	08	19		Calatino	46	5	4.14
NF	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
NF	1908	12	10	06	20		Monti Peloritani	64	7	5.11
7	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
NF	1911	10	29	06	49		Mineo	11	5	4.16
NF	1912	12	22	08	05		Stretto di Messina	56	5-6	4.68
NF	1947	05	11	06	32	1	Calabria centrale	254	8	5.70
5	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8	6.03
3	1980	01	23	21			Monti Iblei	122	5-6	4.39
4	1990	10	29	08	16	1	Stretto di Sicilia	40		4.79
5-6	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
4	1990	12	16	13	50	2	Ionio meridionale	105		4.38
4	1997	07	30	16	06	3	Monti Iblei	45	5	4.45
NF	2000	11	05	17	26	2	Etna - Versante meridionale	70	5-6	3.85
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
4	2004	12	30	04	04	5	Monti Iblei	48	4	3.82
3	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56
3	2009	12	19	09	01	1	Etna - Maletto	64	6	4.39
4	2016	02	08	15	35	4	Monti Iblei	58	5-6	4.44

Licodia Eubea

PlaceID IT_67838
 Coordinate (lat, lon) 37.155, 14.700
 Comune (ISTAT 2015) Licodia Eubea
 Provincia Catania
 Regione Sicilia
 Numero di eventi riportati 27

Fig. 14: Eventi sismici significativi per il Comune di Licodia Eubea dal database DBMI15.

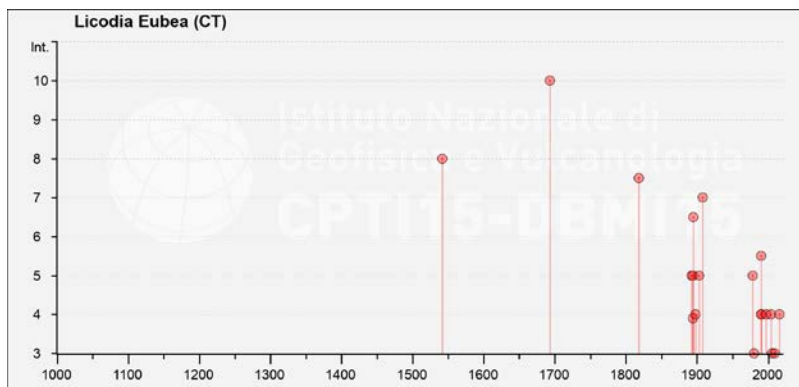


Fig. 15: Diagramma intensità-tempo preso dai cataloghi ufficiali DBMI15 relativo agli eventi sismici storici significativi per il Comune di Licodia Eubea.

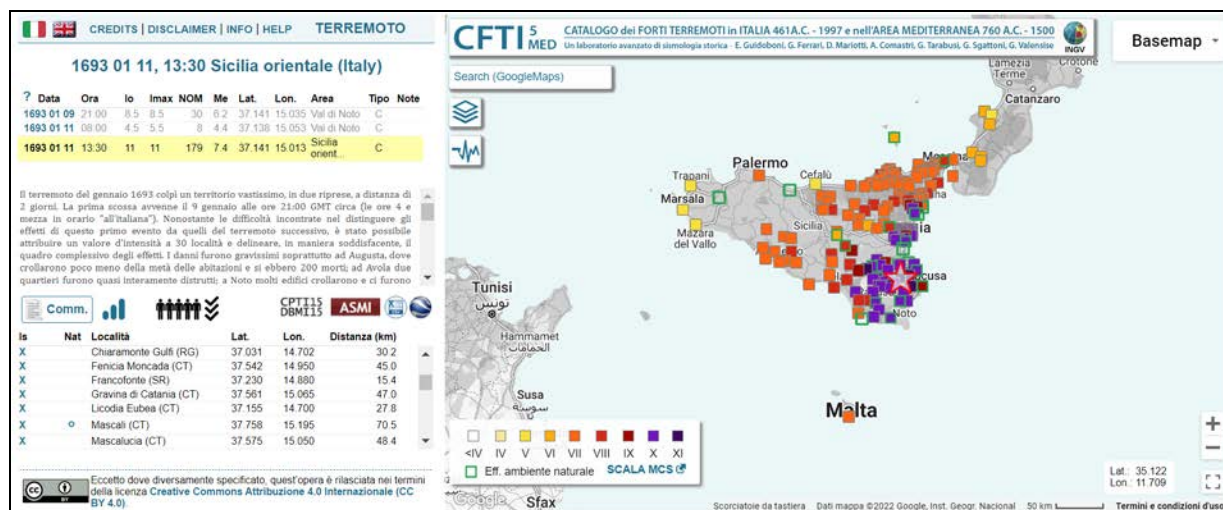


Fig. 16: Macrosismica del terremoto del 11 Gennaio 1693, inquadramento dal Catalogo dei Forti Terremoti in Italia, <http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/quake.php?01148IT>

7.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA

La pericolosità sismica è intesa come lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, più semplicemente è la probabilità che in un dato sito ed in un dato intervallo di tempo si verifichi uno scuotimento di un certo valore. L'analisi va basata sulla definizione di vari elementi di input (cataloghi dei terremoti, zone sorgente, ecc.) e di diversi parametri di riferimento (scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, ecc.). Con l'Ordinanza P.C.M. 3274/2003 (GU n.108 dell'8 maggio 2003) sul territorio nazionale italiano si avvia un processo per stimare la pericolosità sismica secondo dati, metodi e approcci condivisi a livello internazionale; da questo progetto si ottiene la "Mappa di Pericolosità Sismica 2004"



(MPS04; Ordinanza P.C.M. 3519/2006, All.1b), la quale, in termini probabilistici, descrive la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante. Tale documento avrebbe così costituito la base per l'aggiornamento dell'assegnazione dei Comuni alle diverse zone sismiche. I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del P.C.M. n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale italiano in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) con una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni, su suolo rigido o pianeggiante. Con il Decreto del Dirigente generale del DRPC Sicilia 11 marzo 2022, n. 64, si rende esecutiva la nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione Siciliana, redatta con i criteri dell'Ordinanza PCM 28 aprile 2006, n. 3519, la cui proposta è stata condivisa dalla Giunta Regionale con la Deliberazione 24 febbraio 2022, n.81.

Secondo l'ultimo aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Sicilia, sulla base dell'aspetto strutturale e sismologico, il Comune di Licodia Eubea (CT) viene inserito in “zona sismica 1”, zona con la pericolosità sismica più alta dove possono verificarsi fortissimi terremoti, con $a(g)$ massima di 0,35g (Tab. 1).

La nuova classificazione sismica attribuisce al Comune di Licodia Eubea un valore di $a_g=0,2672$.

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

Tabella 1

Considerata la natura dei terreni ivi presenti e la morfologia dell'area, trovandoci in “zona sismica 1”, ovvero con pericolosità sismica più alta, è bene approfondire il cosiddetto fenomeno della “liquefazione”.

Secondo il Decreto Ministeriale del 17.01.2018, entrato in vigore dal 22 marzo 2018 (NTC 18), riguardante “l'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni”, tale fenomeno può essere descritto come quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e



dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. La liquefazione si manifesta, quindi, in concomitanza di eventi sismici di una certa intensità (Magnitudo > 5.5-6) e che interessa terreni sabbiosi sciolti posti al di sotto del livello di falda, depositi sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti, a granulometria uniforme, normalmente consolidati e saturi; durante una sollecitazione sismica, infatti, le sollecitazioni indotte nel terreno possono determinare un aumento delle pressioni interstiziali fino ad eguagliare la pressione litostatica e la tensione di sconfinamento, annullando la resistenza al taglio e inducendo fenomeni di fluidificazione.

La probabilità che un deposito raggiunga tali condizioni dipende dal grado di addensamento, dalla granulometria e forma dei granuli, dalle condizioni di drenaggio, dall'andamento ciclico delle sollecitazioni sismiche e dalla loro durata, e dall'età del deposito.

Per tale considerazione si rimanda ad indagini in situ da eseguire prima della fase esecutiva del progetto.



8. CENNI SULLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI AFFIORANTI

L'area in studio è ubicata prevalentemente su terreni costituiti da depositi alluvionali, calcareniti e sabbie, marne e calcari-marnosi dei Trubi.

Sulla base di osservazioni in situ e di informazioni ricavate da dati di letteratura e reperibili on-line, in generale, i depositi alluvionali possono essere descritti come terreni a comportamento da incoerente a mediamente coesivo, a seconda della variazione granulometrica e dal grado di addensamento; le calcareniti e sabbie possono essere descritte come terreni semi-coerenti, in base anche al grado di cementazione; i Trubi, invece, possono essere descritti come terreni moderatamente coerenti, da più compatti a friabili sulla base della frazione argillosa, spesso interessati dalla presenza di giunti che ne interrompono l'aspetto litoide conferendogli la tipica fratturazione a cubetti.

Per la caratterizzazione dei parametri geotecnici dei terreni di interesse si rimanda ad indagini in situ e analisi di laboratorio prima dell'inizio della fase esecutiva dei lavori.



9. CONCLUSIONI

Sulla base degli elementi raccolti mediante tale studio si può riassumere quanto segue:

- Geograficamente l'area interessata dal progetto si colloca nel settore sud-orientale della Sicilia, all'interno del territorio comunale di Licodia Eubea (CT). Secondo la cartografia in scala 1:25.000 dell'IGM rientra nella Tavoletta IV-SE denominata "Grammichele" del Foglio 273; nella cartografia CTR in scala 1:10.000 il sito si ritrova nel Foglio 645010 "Licodia Eubea".
- Dal punto di vista geomorfologico il lotto di progetto mostra lineamenti collinari, si estende per 20,58 ha, si sviluppa tra una quota minima di 488 m s.l.m. ed una quota massima di 524 m s.l.m., con pendenze variabili dai pochi gradi ai 20° e più elevate lungo la via di impluvio presente nel settore settentrionale e presso gli affioramenti rocciosi, le esposizioni sono prevalentemente a SW ed in parte a Sud ed Ovest nel settore meridionale e prevalentemente a NW ed in minima parte a Nord ed Ovest nel settore settentrionale.

Dalla consultazione della cartografia del PAI è stato possibile verificare che non ricade in zone classificate a Rischio Idrogeologico.

- I terreni prevalentemente affioranti nell'area di progetto sono attribuibili ai depositi alluvionali attuali e recenti, alle calcareniti e sabbie giallastre ed alle marne e calcari-marnosi dei Trubi; frammisti a tali terreni si ritrovano inoltre blocchi di varie dimensioni e natura, correlabili alle vicine formazioni.
- Idrograficamente numerosi sono i torrenti e i valloni che solcano la zona ove si colloca il sito di progetto, tra questi vi è il Vallone Mangalavite che con direzione circa N-S scorre a più di 1 km ad Est dell'area di progetto, e il Torrente Ficuzza che con direzione NE-SW scorre a circa 555 m ad Ovest. Inoltre, all'interno del settore settentrionale del terreno in studio è presente una via di impluvio ben marcata con direzione circa EW, oltre ad alcune vie di ruscellamento meno definite.

Dal punto di vista idrogeologico, l'entità della permeabilità dei terreni presenti e la pendenza del lotto progettuale permettono lo smaltimento delle acque di precipitazione evitando la formazione di eventuali zone di ristagno. Inoltre, stando anche alle informazioni ricavate dai dati riportati nel Catalogo delle Indagini del Sottosuolo dell'ISPRA, che in quest'area del territorio comunale di Licodia Eubea riportano una profondità della falda intorno ed oltre ai 10 metri dal p.c., si può escludere che la presenza di falde acquifere di particolare importanza possa interferire con le opere in progetto, non si può comunque escludere la



presenza di piccole falde sospese e/o a carattere stagionale di scarso interesse a profondità inferiori.

- Sulla base del Progetto ITHACA dell'ISPRA (catalogo delle faglie capaci in Italia, sul Portale del Servizio Geologico d'Italia) non sono state individuate strutture tettoniche di particolare rilievo nel ristretto sito d'interesse.
- Dall'analisi della sismicità, secondo la nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione Siciliana, redatta con i criteri dell'Ordinanza PCM 28 aprile 2006, n. 3519, resa esecutiva con il Decreto del Dirigente generale del DRPC Sicilia 11 marzo 2022, n. 64 con la Delibera della Giunta Regionale con la Deliberazione 24 febbraio 2022, n. 81, al Comune di Licodia Eubea (CT), a cui appartiene l'area di progetto d'interesse, viene attribuito un valore di $a_g=0,2672$, inserendolo tra quei Comuni ricadenti in “zona sismica 1”, zona con la pericolosità sismica più alta dove possono verificarsi fortissimi terremoti, con $a(g)$ massima di 0,35g.
- Per una precisa caratterizzazione geotecnica dei terreni di interesse si rimanda ad indagini in situ e analisi di laboratorio in fase esecutiva.

A conclusione di tale studio si evince che un elemento da considerare nella disposizione delle opere di impianto sono gli affioramenti dei terreni litoidi relativi alla F.ne Trubi in quanto, essendo interessati abbondantemente da discontinuità, possono dar luogo a fenomeni di crollo con distacco di blocchi rocciosi che, di conseguenza, potrebbero andare a compromettere l'integrità di parti dell'impianto e mettere a rischio la sicurezza degli operatori qualora presenti. Sarebbe dunque convenevole pianificare eventuali opere di protezione passiva mantenendosi a distanza dalle pareti rocciose.

Data la natura e la permeabilità dei terreni presenti e l'entità della pendenza del sito, altro elemento da considerare riguarda l'attività erosiva che potrebbe comportare il ruscellamento delle acque superficiali libere ed incanalate; per tale elemento si ritiene opportuna un'adeguata pianificazione di opere di regimazione idraulica, unitamente ad un continuo monitoraggio.

Al fine di una corretta realizzazione dell'opera in progetto tutti gli interventi necessari dovranno, quindi, essere mirati a migliorare le condizioni di stabilità dei terreni ivi coinvolti, in particolar modo delle pareti rocciose, e a regolarizzare il drenaggio delle acque superficiali.

Data poi la presenza della via di impluvio nel settore settentrionale dell'area progettuale è convenevole rispettare opportuna fascia di rispetto cautelativa.

Infine, considerato che dal punto di vista sismico ci si trova in “zona sismica 1”, ovvero con



pericolosità sismica più alta, data la natura dei terreni presenti e la morfologia dell'area, riguardo al fenomeno di liquefazione, in tale studio descritto, si rimanda ad indagini in situ da eseguire prima della fase esecutiva, in quanto se il terreno dovesse risultare suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti essere tali da influire sulle condizioni di stabilità dell'opera in progetto, occorrerà procedere ad interventi di consolidamento del terreno.

Nel rispetto delle raccomandazioni riportate in tale studio si può affermare che, dal punto di vista geologico, l'area in esame può essere dichiarata idonea alla realizzazione dell'impianto agrovoltaico in progetto.

Nicolosi, 17/02/2023

Il Tecnico

Dott.ssa Geol. Chiara Amato



Bibliografia e sitografia

- AA. VV. (2004, 2011-aggiornamento) – Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) Bacino Idrografico Acate - Dirillo (078) - Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente – Servizio 4 “Assetto del Territorio e Difesa del suolo”.
- Grasso M. et al. – Carta Geologica del Settore Nord-Occidentale dell’Avampese Ibleo e del fronte della Falda di Gela, scala 1:25.000.
- Grasso M. & Pedley H. M. (1990) – Neogene and Quaternary sedimentation patterns in the northwestern Hyblean Plateau (SE Sicily): the effects of a collisional process on a foreland margin. *It. Paleont. Strat.* – Vol. 96, n.2-3 – pp. 219-240.
- Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoni G., Valensise G., (2018). CFTI5Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
<https://doi.org/10.6092/ingv.it-cfti5>
- ITHACA Working Group (2019). ITHACA (ITaly HAZard from CApable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019. ISPRA Geological Survey of Italy. Web Portal. <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>
- Lentini F., Carbone S., Geologia della Sicilia – Il Dominio d’Avampese. Memorie Descrittive della Carta Geologica d’Italia.
https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/memorie-descrittive-della-carta-geologica-ditalia/memdes_95_avampese.pdf
- Lentini F., Carbone S., Geologia della Sicilia – Il Dominio Orogenico. Memorie Descrittive della Carta Geologica d’Italia.
https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/memorie-descrittive-della-carta-geologica-ditalia/memdes_95_orogenico4.pdf
- Lentini F., Carbone S., Catalano S., Grasso M., Monaco C. (1990) - Principali elementi strutturali del Thrust Belt Appenninico-Maghrebide in Sicilia Centro-Orientale. *Atti del 75° Congresso Nazionale: la Geologia Italiana negli anni '90* - Vol. XLV - parte prima pp. 495-502.
- Lentini F., Carbone S., Catalano S., Monaco C. (1990) – Tettonica a thrust neogenica nella Catena Appenninico-Maghrebide: esempi dalla Lucania e dalla Sicilia. *Studi Geologici Camerti – Volume speciale* pp. 19-26.
- Lentini F. & Carbone S., (2014) – Carta Geologica della Sicilia, scala 1:250.000.
- Lentini F., (1984) – Carta Geologica della Sicilia Sud-Orientale, scala 1:100.000.
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D’Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
<https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>
- Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Akinci A., Faccioli E., Gasperini P., Malagnini L., Valensise G. (2004). Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale MPS04 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/sh/mps04/ag>