

# REGIONE SICILIANA

Città Metropolitana di Palermo

COMUNI DI CIMINNA

## IMPIANTO AGRIVOLTAICO “CANALOTTO”

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW

Il progetto in studio rientra nella casistica di cui all'art 17/1/a - allegato 1/bis - D.L. 31/05/2021 n.77, come modificato dalla legge di conversione 29/07/2021 n.108 “opere, impianti e infrastrutture necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal PNIEC-PNRR”.



### COMMITTENTE

DREN SOLARE 9 srl  
Via Triboldi 4  
260015 Soresina (CR)

### PROGETTAZIONE

SPICHES srl  
EMILY MIDDLETON & PARTNERS srl

### GRUPPO DI LAVORO

Arch. Ing. Giuseppina Leone	PM e Progetto ambientale	giuseppinaleone@emilymiddleton.it
Ing. Vincenzo Buttice	Progetto opere civili	vincenzobuttice@emilymiddleton.it
Dott. Giuseppe Pecoraro	Consulenza pedoagronomica	giuseppepecoraro.agr@gmail.com
Dott. Marcello Militello	Consulenza geologica	marcellomilitello@hotmail.com
Dott. Federico Fazio	Consulenza archeologica	federico.fazio8@gmail.com
Geom. Ferdinando Guida	Consulenza Topografica	studioguida@hotmail.com

**IDENTIFICATIVO FILE ELABORATO RS06REL0002A0**

**DESCRIZIONE ELABORATO RELAZIONE GEOLOGICA**

REV	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	Dicembre 2023	Emissione progetto definitivo	Geol. M. Militello	Arch. G. Leone	DREN SOLARE 9 srl

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

## Sommario

<b>Premessa</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Inquadramento territoriale</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Riferimenti normativi</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Inquadramento geologico generale</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. Caratteristiche litologiche dell’area di studio</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2. Geologia del sito di intervento</b> .....	<b>15</b>
<b>4. Geomorfologia</b> .....	<b>16</b>
<b>5. Inquadramento idrografico generale</b> .....	<b>19</b>
<b>5.1. Valutazioni Idrogeologiche e Permeabilità</b> .....	<b>20</b>
<b>6. Classificazione sismica</b> .....	<b>22</b>
<b>6.1. Cenni sulla storia sismica del territorio</b> .....	<b>22</b>
<b>6.2. Pericolosità sismica di base</b> .....	<b>26</b>
<b>6.3. Pericolosità sismica locale</b> .....	<b>27</b>
<b>7. Caratteristiche litotecniche dei terreni</b> .....	<b>30</b>
<b>8. Conclusioni</b> .....	<b>31</b>

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 2
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

## Premessa

Il presente studio, elaborato su incarico della società DREN SOLARE 9 srl, è stato redatto per l’attivazione della procedura di VIA di cui all’ art. 23 del D.Lgs 152/2006, al fine di ottenere l’Autorizzazione Unica ai sensi dell’art. 12 del D.Lgs 387/2003 e costituisce la relazione geologica per la realizzazione di un parco agrivoltaico situato nel comune di Ciminna (PA) di potenza di pari a 33,99 MW, progettato ai sensi delle Linee Guida emanate dal Ministero della Transizione ecologica – Dipartimento per l’Energia.

L’impianto, denominato “Canalotto” dal toponimo del sito, è costituito da una centrale agrovoltaica suddivisa in 6 sotto aree identificate dalla denominazione area A, area B, Area C, Area D, area E, area F. I pannelli prescelti hanno una potenza di 730W e saranno installati su tracker monoassiali con giunto cardanico in configurazione 2p. Ogni tracker sarà infatti composto da due file affiancate di 14 pannelli cadauno, distanti dalla fila successiva di 5,5 m, misurati considerando i pannelli in assetto orizzontale.

La società proponente ha firmato un accordo con le imprese agricole proprietarie dei terreni su cui sorgerà il campo agro-fotovoltaico, che prevede lavorazioni tradizionali (erbaio), poiché è importante mantenere il carattere del luogo, oltre che rafforzare la produzione siciliana, effettuate tra i filari di tracker che garantirà l’assenza di consumo di suolo agricolo inteso come sottrazione di produzione alimentare<sup>1</sup>; il piano culturale proposto valorizzerà da un punto di vista agronomico e paesaggistico il territorio locale. L’impianto è corredato da un sistema di accumulo di 13,4 MW. Il cavidotto, a partire dal campo, si snoderà per 1,6 Km nel territorio di Ciminna dove si collegherà, come previsto nella STMG accettata su proposta di Terna (codice pratica 202200282) in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 150/36 kV della RTN<sup>2</sup>, da inserire in entra esce alle due linee RTN a 150kV RTN “Ciminna-Casuzze” e “Ciminna- Cappuccini” ricadente in area identificata al catasto dei terreni del Comune di Ciminna al foglio 19 particella n. 23. Il progetto nasce

<sup>1</sup> R. Bartolini, *Finalità dell’agrofotovoltaico ed alcuni esempi di impianti*, in “Il nuovo agricoltore”, gennaio 2022

<sup>2</sup> La sezione 36 kV è progettata dalla capofila Solarig srl, mentre la stazione a 150/36kV è progettata dalla IBIQ Volt srl

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 3
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

dalla volontà di coniugare la questione energetica e il raggiungimento degli obiettivi del fabbisogno europeo con la tutela del paesaggio agrario<sup>3</sup> attraverso un percorso di una economia circolare alla base di una corretta gestione delle risorse produttive in cui il principio di rinnovamento della materia generi (o salvaguardi) nuove economie creando differenti opportunità per il tessuto sociale con cui interagisce. Si premette che il progetto agrivoltaico, di cui qui di seguito si tratterà, rientra nella casistica di cui all’art 17/1/a - allegato 1/bis - D.L. 31/05/2021 n.77, come modificato dalla legge di conversione 29/07/2021 n.108 “opere, impianti e infrastrutture necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal PNIEC-PNRR”.

Il presente documento, redatto su incarico della società proponente, riferisce sui risultati di uno studio di natura Geologico-Geomorfologico preliminare di supporto al progetto.

L’indagine geologica ha come obiettivo l’acquisizione e l’elaborazione di tutti quegli elementi geognostici atti a verificare la compatibilità delle nuove opere di progetto con le caratteristiche stratigrafiche, litologiche, idrologiche e fisico-meccaniche dei terreni di fondazione nonché l'accertamento delle condizioni di stabilità della zona e l'individuazione di eventuali processi morfodinamici in atto o potenziali.

Lo studio, pertanto, è stato essenzialmente finalizzato alla conoscenza dell’assetto litostratigrafico e geostrutturale della zona interessata dalle opere in progetto, con particolare riferimento alla definizione dei caratteri geomorfologici e alle modalità di deflusso delle acque superficiali, nonché ad una prima valutazione delle proprietà fisico-meccaniche delle unità litostratigrafiche destinate ad assorbire i nuovi carichi di progetto.

Di seguito si riepilogano sinteticamente le varie fasi dello studio:

-  Iniziale ricerca bibliografica di precedenti lavori o studi, effettuati nell’area in esame con lo scopo di ricostruire un quadro generale della geologia della zona.

<sup>3</sup> R. Bartolini, *Agro-fotovoltaico: guida per ottenere reddito e sostenibilità*, in “Il nuovo agricoltore”, gennaio 2022

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 4
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

-  Rilevamento geologico, geomorfologico e idrogeologico di dettaglio dell’area strettamente interessata e di un suo significativo intorno, finalizzato alla verifica delle condizioni generali di giacitura e stabilità e per il riconoscimento litostratigrafico delle formazioni affioranti.
-  Valutazioni di massima sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di sedime.
-  Acquisizione informazioni circa la presenza o meno di falde freatiche.
-  Valutazioni sulla stabilità dei luoghi.
-  Inquadramento sismico dell’area di progetto secondo le Norme tecniche per le Costruzioni - D.M. 17 Gennaio 2018.
-  Sono state prese in considerazione i risultati sia di una campagna di indagine eseguita nei terreni oggetto del presente intervento, sia campagne di indagine eseguite in aree contermini su terreni aventi analoghe caratteristiche litologiche. Le indagini si compongono di:
  - a) N°3 stendimenti di sismica a Rifrazione;
  - b) N°2 stendimenti per indagine multicanale sulle onde superficiali di Rayleigh (Masw);
  - c) N°5 prove penetrometriche.

I dati acquisiti sono stati opportunamente elaborati e al fine di una loro esauriente ed immediata comprensione, sono stati sintetizzati in alcune tavole grafiche:

<b>ELABORATI CARTOGRAFICI E TECNICI</b>		
<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>	<b>Scala</b>
Tav. 1	Inquadramento C.T.R.	1:10.000
Tav. 2	Ortofoto	1:10.000

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 5
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

Tav. 3	Carta Geologica	1:10.000
Tav. 4	Tinte Altimetriche	1.10.000
Tav. 5	Carta delle Pendenze	1.10.000
Tav. 6	Carta dei Dissesti PAI	1.10.000
Tav. 7	Carta della Pericolosità Geomorfologica PAI	1.10.000
Tav. 8	Carta del Rischio Geomorfologico PAI	1.10.000
Tav. 9	Idrografia Superficiale	1:10.000
Tav. 10	Carta Litotecnica	1.10.000

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 6
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

## 1. Inquadramento territoriale

L'impianto agrivoltaico verrà realizzato in Contrada Gasena, nel comune di Ciminna (PA).

Dal punto di vista cartografico l'impianto agrivoltaico e le opere di rete ricadono in corrispondenza della tavoletta I.G.M. 259 IV SO (“Ciminna”).

Il progetto si inserisce, altresì, nelle sezioni C.T.R. 632060 “Ciminna” così come il cavidotto e la stazione di recapito.



Fig. 2.2: Inquadramento dell'area di progetto su Ortofoto.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 7
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

## 2. Riferimenti normativi

Lo studio geologico è stato condotto con riferimento alla normativa sottoelencata:

- ✓ D.M. 11/03/1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione e successive istruzioni.
- ✓ O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 (Supplemento ordinario alla G.U. 8.5.2003 n.105). Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- ✓ Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (Piano Stralcio o Piano o P.A.I.), redatto ai sensi dell’art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell’art. 1, comma 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 e successive modifiche e integrazioni.
- ✓ D.M. 14.01.2008: Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni.
- ✓ Circolare applicativa 2 febbraio 2009. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici; Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- ✓ Decreto 17 Gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» e successiva Circolare n.7 C.S.LL.PP. del 21.01.2019.
- ✓ Deliberazione della Regione Sicilia 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
- ✓ Circolare n° 3 D.R.A. del 20/06/2014 emanata dall’Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, pubblicata sulla G.U.R.S. dell’11 Luglio 2014, per i piani urbanistici.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 8
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

### 3. Inquadramento geologico generale

L'area interessata dalla realizzazione delle opere in progetto si inquadra in un contesto geologico espressione della componente nord-occidentale della catena Appenninico-Maghrebide che caratterizza la porzione settentrionale e centrale della Sicilia.

I terreni ricadenti in quest'area sono stati coinvolti in diverse fasi tettoniche che hanno radicalmente modificato i rapporti originari fra le varie unità litologiche. Le fasi tettoniche principali, responsabili dell'attuale assetto strutturale della zona, sono tre: la fase preorogena, la fase tettonica collegata alla orogenesi e quella tettonica recente o neotettonica; tali fasi tettoniche hanno complessivamente determinato la formazione di unità stratigrafico-strutturali derivanti dalla deformazione dei domini paleogeografici originari.

La fase tettonica preorogena è espressa da fenomeni squisitamente stratigrafici che si sono concretizzati nella generazione di lacune stratigrafiche più o meno consistenti nelle successioni mesozoico-paleogeniche.

Nell'area delle Unità Maghrebidi la fase tettonica collegata agli episodi orogenetici si sviluppò nel Miocene e fu caratterizzata da una fase di “stress” essenzialmente di natura compressiva, espressione della collisione continentale. Tale fase determinò una profonda deformazione dei domini paleogeografici e la messa in posto di unità stratigrafico-strutturali; questa porzione della Sicilia, infatti, è caratterizzata da una struttura a falde di ricoprimento, la cui formazione iniziò durante il Miocene e proseguì con la deformazione dei terreni tardo miocenici-pliocenici.

Infatti, i terreni appartenenti ai domini paleogeografici prima citati furono in gran parte sradicati ed embriati verso Sud tra il Langhiano ed il Tortoniano.

Durante la deformazione delle zone più interne, alla fine dell'Oligocene, si originò il dominio paleogeografico dei terreni sinorogenici del Flysch Numidico.

Successivamente, sulla serie delle unità già deformate della catena, sovrascorsero le Unità Sicilidi, costituite da terreni provenienti dai domini più interni.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 9
----------------------------	---------------------------------------	--------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

In seguito, nel Tortoniano-Messiniano, durante il progressivo sollevamento della catena, iniziò la deposizione del Complesso terrigeno tardorogeno della Formazione Terravecchia. Nel contempo, si verificò un progressivo abbassamento del livello del mare e la conseguente formazione di complessi di scogliera, seguita dall’evento messiniano della crisi di salinità e della conseguenziale deposizione delle evaporiti. La deposizione di sedimenti pelagici, ovvero dei terreni afferenti ai Trubi, avvenuta nel Pliocene, segnò il ripristino delle condizioni di mare aperto.

Nel Pliocene superiore si è verificata una fase tettonica caratterizzata da “stress” distensivi che hanno generato la formazione di faglie dirette o normali di diversa entità che hanno definito l’attuale morfologia della zona.

Il Pleistocene è stato caratterizzato invece da oscillazioni del livello marino che hanno determinato l’assetto morfologico delle zone di spianata.

L’area di progetto, in sintesi, è composta da una serie di formazioni geologiche di età compresa tra il Trias e l’attuale, rappresentate dalle predette unità riferibili alla catena Appenninico-Magheribide e riconducibili, secondo un ordine stratigrafico o stratigrafico-tettonico, alle seguenti Unità Stratigrafico Strutturali:

- U.S.S. del Dominio Sicano;
- U.S.S. del Dominio Imerese;
- Unità del Flysch Numidico;
- Unità del Complesso Sicilide;
- Terreni tardorogeni;
- Depositi recenti o attuali.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 10
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

### 3.1. Caratteristiche litologiche dell’area di studio

I terreni presenti nell’area in studio sono riferibili a complessi litologici rappresentati da “formazioni” geologiche ampiamente riconosciute in letteratura.

Le formazioni individuate nel sito di progetto, secondo un ordine stratigrafico o stratigrafico-tettonico, sono le seguenti:

#### - Terreni tardorogeni

- Formazione Terravecchia (*Tortoniano sup. – Messiniano inf.*)
- Formazione Baucina (*Messiniano inf.*)
- Formazione Gessoso-Solfifera (*Messiniano inf.*)
- Trubi (*Pliocene inf.*)

#### - Depositi recenti o attuali

- Complesso alluvionale (*Recente*)
- Complesso detritico (*Recente*).

Di seguito si analizzano le caratteristiche litologiche, giaciture, strutturali e mineralogiche di ciascuna delle formazioni geologiche suddette.

#### **-Formazione Terravecchia**

Trattasi di una formazione complessa caratterizzata da un’estrema eterogeneità strutturale e tessiturale che permette di dividerla in diverse facies: facies conglomeratico-arenacea; facies arenacea e facies pelitica.

La facies conglomeratico-arenacea è costituita da un’alternanza irregolare di ortoconglomerati oligomittici e areniti (o sabbie). I conglomerati si presentano con elementi arrotondati pluridimensionali di natura principalmente quarzarenitica e calcarea, clasto- sostenuti o fango-

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 11
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

sostenuti e immersi in una matrice arenitico-sabbiosa color marrone. I livelli arenacei sono costituiti da grani essenzialmente quarzarenitici di taglia variabile immersi in matrice siltoso-argillosa; spesso sono poco coerenti o incoerenti (sabbie).

La facies conglomeratico-sabbiosa mostra nel complesso una stratificazione piano-parallela od ondulata ben evidente a grande scala; all’interno dei livelli conglomeratici è possibile riscontrare delle “embriciature” nei ciottoli mentre all’interno dei livelli arenacei sono osservabili laminazioni. La facies arenacea è costituita esclusivamente da areniti e/o sabbie colore marrone e variamente cementate, in cui si intercalano sottili livelli irregolari di conglomerati o argilliti grigio-azzurre; le sabbie sono di taglia medio -fine e quando coerenti (areniti) sono composte da grani immersi in una matrice siltosa con cemento quarzarenitico; all’interno degli strati sabbiosi sono facilmente individuabili laminazioni e stratificazioni piano-parallele, incrociate e a lisca di pesce.

La facies pelitica è costituita da argille sabbioso-siltose, spesso marnose di colore grigio-azzurro, in cui si intercalano sottili livelli arenitici e talora lenti conglomeratiche; la frazione argillosa è costituita essenzialmente da caolinite, illite e montmorillonite, mentre lo scheletro sabbioso è costituito da grani di diversa natura (quarzo, calcite, gesso, etc.). La facies si presenta quasi sempre massiva e in alcuni punti tettonizzata. Tale formazione ricopre quasi per intero le porzioni settentrionali del sito in progetto.

#### ***-Formazione Baucina***

È costituita da biolititi a coralli (Porites) e calcareniti organogene giallastre in cui si intercalano sottili livelli calcarei a grana fine e livelli sabbioso-argillosi. Le biolititi si presentano molto vacuolari e variamente cementate mentre le calcareniti sono variamente cementate e contengono una ricca fauna a Osteridi e Pectinidi; a più livelli sono riscontrabili livelli argilloso-sabbiosi incoerenti o debolmente coerenti. La formazione presenta un’evidente stratificazione incrociata.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 12
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

### ***-Formazione Gessoso-Solfifera***

È costituita da una sequenza di litologie prevalentemente gessose che danno origine a diverse facies; le principali sono composte da gessi di cristallizzazione primaria, ovvero gesso macrocristallino, gesso balatino e gesso alabastrino e da gessi risedimentati, ovvero gessoruditi, gessareniti e gessopeliti.

Il gesso macrocristallino è costituito da cristalli di gesso selenitico variamente geminati e di dimensioni anche metriche, contenenti diverse impurità, immersi in matrice gessarenitica o gessopelitica. Il gesso macrocristallino generalmente si presenta in banchi di spessore metrico intervallati a livelli di gessopeliti.

Il gesso balatino è costituito da alternanze millimetriche di lamine di gesso microcristallino e lamine argilloso-gessose; si presenta con laminazione ondulata, generalmente regolare e in strati sottili.

Il gesso alabastrino è costituito da gesso microcristallino sottilmente laminato; si presenta in strati centimetrici e con stratificazione ondulata.

Le gessoruditi o breccie gessose sono costituite da frammenti di gesso macrocristallino, gesso balatino e gesso risedimentato di dimensioni e forma variabile, immersi in una matrice gessarenitica e gessopelitica.

Le gessareniti sono costituite da grani di gesso di taglia arenitica immersi in una matrice pelitica di natura gessoso-calcareo.

Le gessopeliti sono costituite da grani di gesso risedimentati di taglia siltoso-argillosa legati da cemento gessoso.

### ***-Trubi***

Sono costituiti da marne calcaree farinose color crema, passanti a calcari marnosi o a marne argillose. Si tratta di un litotipo friabile, scarsamente cementato e ricco di foraminiferi a Orbuline.

I trubi si presentano con strati piano-paralleli di spessore decimetrico, quasi sempre interessati da una diffusa fessurazione che suddivide l'ammasso roccioso in prismi. Affiorano in una zona localizzata nel territorio del Comune di Ciminna.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 13
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

### ***-Complesso alluvionale***

È costituito da tutte le litologie di natura alluvionale, ovvero ghiaie, sabbie e limi, affioranti lungo le aste dei principali alvei e degli affluenti significativi, nonché da depositi alluvionali terrazzati.

Le ghiaie si presentano con clasti di natura poligenica, arrotondati e immersi in una matrice sabbioso-limosa incoerente; la giacitura delle ghiaie è sub-orizzontale.

Le sabbie hanno granulometria variabile e sono costituite da grani quarzosi e carbonatici. I terrazzi fluviali invece, si presentano sub-pianeggianti e sono costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie.

### ***-Complesso detritico***

È costituito da elementi lapidei ghiaioso-sabbiosi che formano i depositi delle falde di detrito.

Gli elementi lapidei sono essenzialmente di natura quarzarenitica e calcarea, si presentano eterogenei, con granulometria mista ed hanno una tessitura clastica.

I clasti sono immersi in una matrice limoso-sabbiosa e il loro grado di cementazione è variabile.

Il detrito è caratterizzato da una giacitura caotica del materiale; in particolare è presente nelle fasce pedemontane. Si rinviene nelle porzioni meridionali dell'area in progetto.

### ***-Complesso Eluvio Colluviale***

Coltre eluvio colluviale con spessori fino a 3 metri generato dai processi di alterazione del complesso litologico locale o da processi di versante. Sono costituiti prevalentemente da clasti eterometrici in matrice siltosa e argillosa di colore bruno rossastra; Tale litotipo risulta ricoprire in maniera preponderata le aree oggetto di studio.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 14
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

### 3.2. Geologia del sito di intervento

Sulla base del rilievo di campagna e delle indagini eseguite in situ e delle indagini eseguite in occasione di precedenti lavori, integrati con lo studio della bibliografia disponibile, si è ricostruita la successione litostratigrafica di seguito riportata dall'alto verso il basso, procedendo dai terreni più recenti a quelli più antichi:

**Terreno Eluvio Colluviale:** Livello superficiale di natura colluviale a prevalente matrice limosa-argillosa di colore rossastro alterate e degradate; l’orizzonte si presenta eterogeneo e con una consistenza significativamente influenzata dal grado di umidità del terreno. Lo spessore è valutabile in circa 2,4 – 3,4 metri.

**Limi debolmente Sabbiosi:** Orizzonte di colore bruno-giallastro a prevalente matrice pelitica costituita da limi addensati con sabbie caratterizzato da una certa eterogeneità verticale a consistenza variabile ma nel complesso valutabili appunto come moderata; dal punto di vista meccanico l’orizzonte appare, nell’insieme, contraddistinto da caratteristiche meccaniche discrete. Lo spessore è valutabile in oltre i 3 metri.

In definitiva per l’area oggetto di studio è possibile ipotizzare n°2 sismostrati caratterizzati da velocità delle onde sismiche  $V_p$  crescenti con la profondità.

Il primo sismostrato ha uno spessore medio di circa 2,5 metri con valori minimi di circa 1,9 metri e massimi di 3,4 m, lungo le sismo-sezione rilevate.

Dal punto di vista sismo-stratigrafico è possibile ipotizzare una correlazione fra la sismo-stratigrafia e la litostratigrafia, occorre comunque rilevare che quasi mai un sismostrato corrisponde perfettamente con un litostrato. Tale ipotesi è inclusa nella Sintesi dei risultati riportata di seguito:

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 15
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

<b>Sintesi dei Risultati Sismo-stratigrafici</b>		
<b>SISMOSTRATO</b>	<b>PROFONDITA' (m dal p.c.)</b>	<b>IPOTESI DI CORRELAZIONE CON UNITA' GEO-LITOLOGICHE</b>
1	Da 0 a 2,4/3,4 mt.	Livello superficiale di natura eluvio colluviale a prevalente matrice limosa-argillosa di colore rossastro alterate e degradate.
2	Da 2,4/3,4 a oltre 10 mt.	Orizzonte Limoso debolmente sabbioso caratterizzato da una certa eterogeneità verticale a consistenza variabile ma nel complesso valutabili appunto come moderata..

Tab.4.2.1: Sintesi dei risultati relativi alle indagini sismiche.

**Tali considerazioni litologiche preliminari, dovranno essere comunque affinate, in fasi progettuali successive, attraverso una mirata campagna di indagini geognostiche in situ.**

## 4. Geomorfologia

La configurazione geomorfologica di questa area è essenzialmente dominata dall'esistenza di un paesaggio tipicamente collinare, costituito da piccoli rilievi mediamente acclivi, con forme mammellonari, dolci ed arrotondate. Affioramenti di rocce lapidee, di natura prevalentemente calcarea, si riscontrano nelle estreme porzioni settentrionali del territorio. Morfologicamente l'area ricade all'interno di un'ampia piana caratterizzata da blande pendenze che si estende per circa 2,6 Km in direzione NE-SW in destra idraulica del torrente Azzirolo che costituisce il motivo idrologico principale dell'area. L'area risulta caratterizzata da litofacies a prevalentemente componente coesiva ed a matrice pelitica. I risultati dei processi erosivi delle acque di ruscellamento superficiale sui terreni di tale natura sono evidenziati dalla presenza di un reticolo idrografico piuttosto sviluppato. Gli impluvi presenti grazie anche alla lieve pendenza riscontrata presentano fianchi non troppo incisi. Le

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 16
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

azioni erosive delle acque di scorrimento superficiale ovviamente sono legate ai cicli stagionali con intensa attività durante i periodi di forti apporti meteorici.

Dall’analisi generale della distribuzione delle altimetrie, in un opportuno intorno dell’area in esame, si evince che le quote aumentano in generale da sud est verso nord ovest, con un minimo di circa 322 m. s.l.m. in corrispondenza della stazione di recapito ad un massimo di oltre 530 metri s.l.m. nelle aree nord orientali dell’impianto (**cf. Tav.4**).

In particolare, il sito in progetto è contraddistinto da una morfologia a debole pendenza, con moda centrata nella classe 2-5°, e valori massimi e valori massimi di 10° in prossimità degli alvei dell’incisioni idrografiche (**cf. Tav. 5**).

La dinamica geomorfologica è prevalentemente influenzata dal modellamento fluvio denudazionale legato all’azione delle acque ruscellanti ed incanalate. Queste esercitano una continua azione erosiva dei versanti andando ad imbibire le coltri superficiali, e favoriscono l’instaurarsi di fenomeni di dissesto legati anche all’azione della gravità. In particolare, le litologie maggiormente soggette a fenomeni di dissesto sono quelle a prevalente componente argillosa, mentre lungo i versanti di natura carbonatica o arenacea, si osservano, in corrispondenza dei versanti particolarmente acclivi o subverticali, fenomeni di crollo e scivolamento di blocchi e massi.

Il contesto geomorfologico attuale mostra come l’area di affioramento dei litotipi limo-argilloso appare interessata in particolari punti, da movimenti gravitativi diffusi. Si tratta, perlopiù, di dissesti dovuti ad erosione accelerata, tipici dei versanti argillosi con pendenze intorno ai 7° o superiori, come ben visibile dalla carta delle pendenze. Come mostrato nella carta dei dissesti, questi si concentrano in particolar modo laddove le pendenze risultano accentuate, accompagnate da un’erosione concentrata ad opera delle acque di scorrimento superficiale, con la formazione di solchi di ruscellamento e, sovente, da erosione per dilavamento diffuso ad opera delle acque meteoriche.

In queste condizioni, infatti, fenomeni di ritiro peculiari delle argille creano una coltre superficiale aerata, molto permeabile, con la conseguente instaurazione tra questa coltre ed il sottostante substrato argilloso non alterato di una effimera circolazione idrica (specie in concomitanza con lunghi e/o

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 17
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

intensi periodi piovosi) con conseguente decadimento delle caratteristiche di resistenza al taglio e “scollamento” delle porzioni di terreno più superficiali.

Nel sito in progetto non si notano processi geomorfologici in atto, tranne piccoli e limitati accenni di erosione a rivoli legata al ruscellamento delle acque meteoriche. Tali aspetti andranno attenzionati attraverso una corretta regimentazione delle acque di scorrimento superficiale al fine di garantire una continuità idraulica in direzione monte valle.

Dalla visione delle cartografie pubblicate dal P.A.I. l’area **non risulta** inserita tra le aree a Pericolosità e Rischio geomorfologico.

Il motivo idrologico principale è rappresentato dal Torrente Azzirolo che scorre a circa 2,5 km a sud rispetto il sito in progetto e da affluenti dello stesso di II ordine gerarchico che scorrono all’interno delle aree di progetto e rispetto alle quali ci si dovrà opportunamente distanziare in base ai risultati dello studio idraulico.

Si suggerisce, comunque, di prestare particolare attenzione progettuale, in fase esecutiva, alle opere di regimentazione delle acque superficiali al fine di garantire il naturale scorrimento lungo le linee di massima pendenza ed al fine di prevenire locali condizioni di allagamento.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 18
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

## 5. Inquadramento idrografico generale

Dal punto di vista idrografico generale, l’area di impianto ricade all’interno del Bacino Idrografico del Fiume San Leonardo.

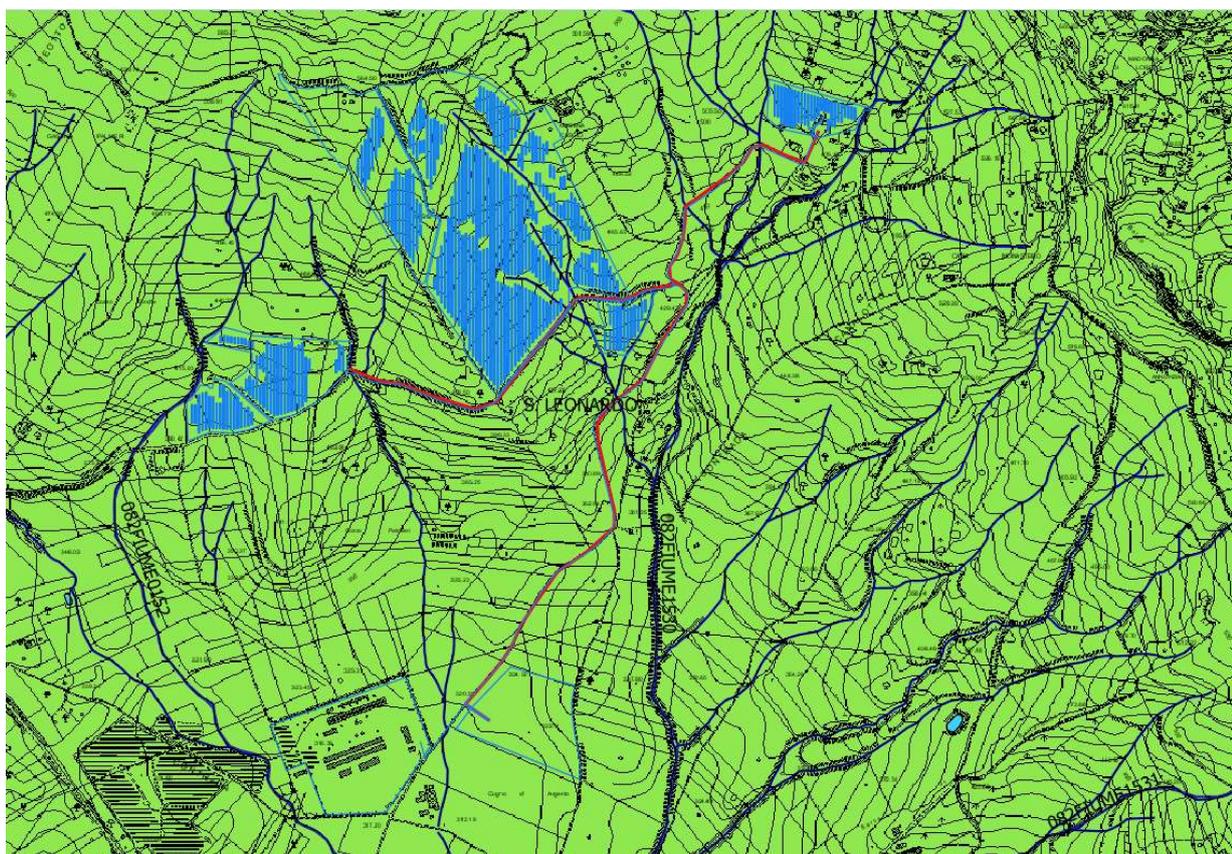


Fig. 6.1: Bacino Idrografico interessato dalle opere in progetto.

Per quanto riguarda gli aspetti delle interferenze tra i manufatti in progetto ed il reticolo idrografico ed i dettagli sulle modalità di risoluzione prevista, con particolare riferimento al reticolo rappresentato nelle C.T.R. 2012-2013, si rimanda ai risultati dello studio idraulico redatto secondo le disposizioni previste dal DSG 189/2020 e del R.D. 523/1904.

Si rimarca la necessita, in sede di progettazione esecutiva, di porre particolare attenzione alla regimentazione delle acque superficiali in corrispondenza delle opere di nuova realizzazione.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 19
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

Con riferimento all’Allegato B della Relazione Generale del P.A.I., si riscontra che le aree di impianto e le opere di rete non ricadono in siti a *Pericolosità Idraulica* individuate nelle Carte del P.A.I.

Infine da rimarcare che dai rilievi condotti e dallo studio dei terreni affioranti che comprendono sia l’area in esame che quella dell’immediato intorno, non sono state rilevate strutture idrogeologiche significative né la presenza di una falda idrica S.S. tale da potere interferire con le opere in progetto. Localmente possono comunque verificarsi, lungo la coltre alterata, effimere circolazioni di acque di scorrimento sub-superficiali specie in concomitanza con lunghi e/o intensi periodi piovosi.

In sede di progettazione esecutiva bisognerà, comunque, predisporre, con lo scopo di verificare la presenza di adunamenti idrici nel sottosuolo, nelle successive fasi progettuali, dei piezometri all’interno di ciascun sondaggio geognostico.

## 5.1. Valutazioni Idrogeologiche e Permeabilità

In questo paragrafo si rappresentano le principali caratteristiche idrogeologiche esistenti nel territorio preso in considerazione. La caratterizzazione idrogeologica dei terreni individuati scaturisce da una serie di osservazioni qualitative riguardanti gli aspetti macroscopici che questi presentano ad un primo esame, quali: porosità, fatturazione grado di cementazione, discontinuità strutturali. La permeabilità dei complessi idrogeologici affioranti nell’areale oggetto di studio, risulta essere, principalmente, primaria per porosità e possono essere raggruppati in due complessi con diverso comportamento idraulico.

### **Rocce permeabili per porosità**

Appartengono a questa categoria i depositi alluvionali ed eluvio-colluviali. I terreni di tale complesso idrogeologico presentano una permeabilità variabile media, in funzione del prevalere della classe granulometrica più minuta su quella grossolana. 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 un acquifero. Tuttavia, quando la componente pelitica,

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 20
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

come nel caso oggetto di studio, prevale in percentuale su quella sabbio-ghiaiosa, la permeabilità tende a diminuire perché i pori si occludono rendendo difficoltosa la circolazione idrica.

### **Rocce da poco a per nulla permeabili**

Appartengono a questa categoria i limi debolmente sabbiosi, che ricoprono diffusamente il sub-strato dell'area di studio. Tali terreni presentano una permeabilità primaria da bassa a nulla; si possono localmente riscontrare nelle zone d'alterazione una lenta circolazione idrica organizzata in filetti discontinui legata esclusivamente al regime pluviometrico ed a carattere stagionale. Tali terreni solitamente caratterizzano il substrato impermeabile dei litotipi prima citati e costituiscono il limite inferiore di tali elementi idrogeologici, i quali permettono l'accumulo sotterraneo delle acque di infiltrazione efficace.

In Conclusione, sulla base delle indagini preliminari effettuate, l'area interessata dalle opere in progetto, dal punto di vista idrogeologico è caratterizzato dalla presenza in profondità di terreni aventi bassa permeabilità (k) variabile da  $1 \times 10^{-5}$  circa  $1 \times 10^{-7}$  m/s.

Da un'analisi preliminare del sito, non sono state rilevate, fino alle profondità investigate, strutture idrogeologiche significative né la presenza di una falda idrica S.S. tale da potere interferire con le opere in progetto.

Unico possibile elemento di rilievo è la possibile presenza di una circolazione idrica sub-superficiale alimentata, a seguito di precipitazioni intense, dallo scorrimento delle acque di infiltrazione sub-superficiale lungo le porzioni alterate che vengono tamponate verso il basso dai depositi limosi, poco o per nulla permeabili.

Appare opportuno segnalare, al fine di mantenere inalterato la naturale capacità di assorbimento delle acque meteoriche da parte dei terreni, di limitare la realizzazione di superfici impermeabili quali a titolo esemplificativo il manto di copertura della viabilità interna, utilizzando materiale con misto granulometrico opportunamente classato che garantirà un grado di permeabilità idonea. Con tali accorgimenti le acque piovane verranno assorbite nel terreno in modo naturale in tutta l'area, non alterandone il coefficiente di permeabilità e le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 21
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

Tali aspetti mitigativi, unitamente alle soluzioni tecniche prescritte nella relazione idraulica, avranno effetti positivi anche sull'applicazione del principio di invarianza idraulica, grazie ad una diminuzione dei valori di coefficienti di deflusso meteorico ed un miglioramento dei valori di infiltrazione efficace e di ritenzione idrica non incrementando, dunque, le portate di deflusso verso i corpi idrici ricettori rispetto ai valori preesistenti.

## 6. Classificazione sismica

### 6.1. Cenni sulla storia sismica del territorio

Il reticolo di punti che permette di valutare la pericolosità sismica di base è frutto sia dello studio delle sorgenti e delle strutture sismogenetiche sul territorio italiano, sia dell'analisi storica dei terremoti. La figura 7.1 mostra la mappa delle sorgenti e strutture sismiche per l'intero territorio siciliano presenti nel database DISS 3.2.1, sviluppato all'interno del progetto nazionale S2 è frutto della collaborazione tra il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile (DNPC) e l'Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV); il database è liberamente consultabile in formato web-Gis all'indirizzo web: <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 22
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

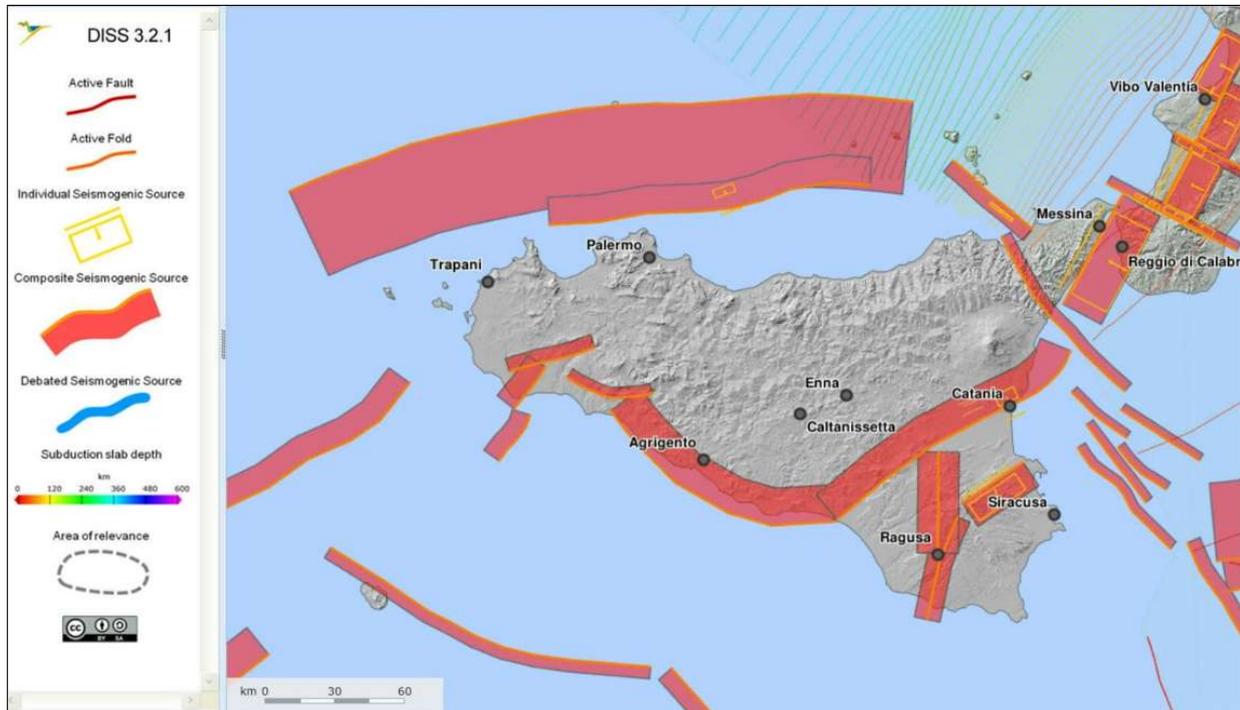


Fig. 7.1: Sorgenti sismogenetiche Sicilia. Fonte INGV.

Dal sito stesso dell’INGV è possibile sfogliare il database sui terremoti storici presenti sul territorio italiano (aggiornato alla versione DBMI15) consultabile all’indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>.

Dall’interrogazione del database è possibile valutare la serie dei principali terremoti che hanno interessato in passato il territorio Comunale con *Intensità* maggiore di 2.

I risultati sono riportati nella figure 7.1.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 23
----------------------------	---------------------------------------	---------



	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

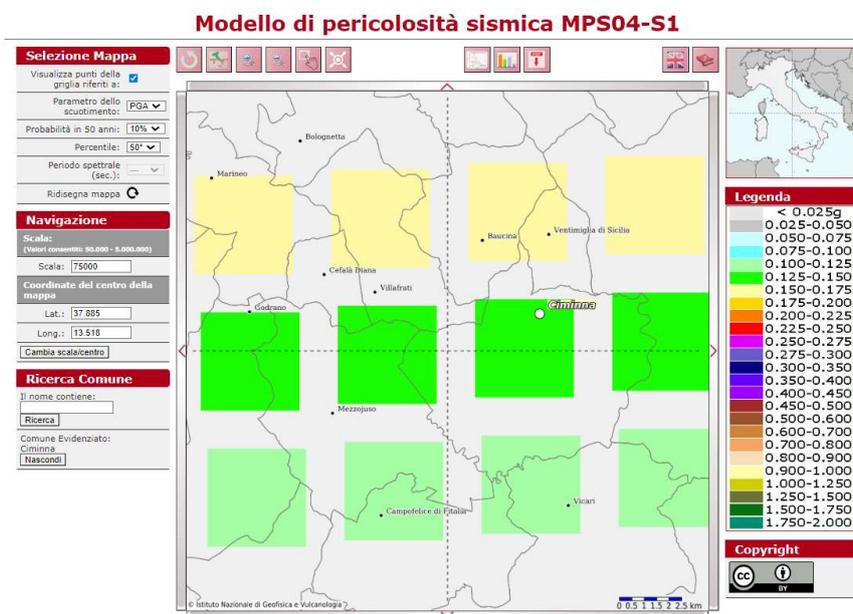


Fig. 7.3: Griglia per la valutazione dei valori di ag sul territorio. Fonte INGV

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 37.885 lon. 13.491 - id 46287)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	6.5800	10.7000	4.8200	1.8300	0.1820	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	8.3500	17.9000	12.2000	6.9000	0.8980	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	1.6300	6.0000	6.7400	5.8100	0.9690	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0187	0.9300	2.1900	2.6800	0.5350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0245	0.4560	0.9060	0.2140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0411	0.2360	0.0671	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0519	0.0194	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0061	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0023	0.0008	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0194	0.0070	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0206	0.0084	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0154	0.0076	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0090	0.0058	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0038	0.0036	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0018	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.04	17.0	1.2

Fig. 7.4: Tabella dei valori di disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

## 6.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base rappresenta, sostanzialmente, la probabilità che un evento sismico si verifichi in una determinata area per un determinato periodo di tempo con una data intensità, ovvero la previsione probabilistica dello scuotimento del suolo in un sito con riferimento ad un terremoto standard di riferimento; in pratica fornisce i valori significativi delle accelerazioni massime attese al suolo (PGA - peak ground acceleration) riferite ad una situazione ideale con suolo rigido ed omogeneo ( $V_s > 800$  m/s; categoria A nelle NTC 18). Già con l’ordinanza O.P.C.M. n° 3274 del 20

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 26
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

marzo 2003 l'intero territorio italiano era stato riclassificato con l'individuazione di 4 categorie sismiche in funzione dei valori significativi delle accelerazioni massime attese al suolo riferite a suolo rigido ed omogeneo ( $V_s > 800$  m/s) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni e con periodo di ritorno di 495 anni. In riferimento a tale macrozonazione sismica l'area in esame ricade in zona 2, ovvero “Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti” con un'accelerazione orizzontale massima pari a  $a_g = 0,25g$  e con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni che risulta  $0,15 \leq a_g \leq 0,25g$  (con deliberazione della Giunta Regionale n.81 del 24 febbraio 2022).

Nella nuova normativa, invece, poiché l'azione sismica viene definita facendo riferimento ad un reticolo i cui punti sono riportati in termini di latitudine e longitudine, di fatto può presentare una discreta variabilità anche all'interno di uno stesso territorio molto ristretto; più nello specifico l'azione sismica viene definita in funzione dei parametri ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ) che, secondo differenti tempi di ritorno (TR), definiscono le forme spettrali e quindi la “pericolosità sismica di base” che assieme al fattore suolo (S), legato agli effetti di amplificazione locale (stratigrafica e topografica), andrà in definitiva a caratterizzare la “risposta sismica locale”.

In riferimento al vigente D.M. 17/01/2018, pertanto, al fine di ricavare i parametri di riferimento per l'azione sismica di base, si devono, innanzitutto, individuare le coordinate di sito tramite rilevatore satellitare WGS 84 - ETRF89.

### 6.3. Pericolosità sismica locale

Rappresenta la valutazione, a scala di dettaglio, delle variazioni della pericolosità sismica di base per effetto delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito specifico (condizioni locali). È ormai accertato che la struttura geologica sovrastante il bedrock assume un ruolo determinante nella modifica del treno di onde sismiche con fenomeni di amplificazione o di smorzamento. Quando si passa dal bedrock rigido ad un terreno più superficiale con minore rigidità (variazione di impedenza) le onde sismiche subiscono un rallentamento e, per la

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 27
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

legge della conservazione dell’energia, la loro ampiezza aumenta; ne consegue un’amplificazione del moto sismico con danni all’edificato superiori rispetto ad aree circostanti poggianti su un terreno di copertura più rigido. Citando la casistica espressa nelle varie circolari *A.R.T.A. Sicilia* per la revisione dei P.R.G. dei comunali, situazioni che portano ad una amplificazione dell’azione sismica sono legate per esempio a zone di ciglio (con  $H > 10$  mt), zone di cresta rocciosa o di dorsale, aree di fondovalle con presenza di alluvioni incoerenti, zone pedemontane di falda di detrito, zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse o zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti; oltre a questa casistica vengono ugualmente prese in considerazione quelle situazioni che possono portare all’accentuazione di fenomeni di instabilità già in atto in occasione di eventi sismici, quali zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti o zone con elevata acclività associate a copertura detritica o ancora ammassi rocciosi con acclività  $> 50\%$  ed una giacitura sfavorevole degli strati. La pericolosità sismica locale viene valutata o mediante analisi specifiche, come indicate al paragrafo 7.11.3 delle NTC 2018, o più comunemente facendo riferimento alla procedura semplificata. Quest’ultima si basa sulla misura in situ delle velocità delle onde sismiche di taglio (onde S) e sulla successiva individuazione della *categoria sismica del sottosuolo* in funzione del parametro  $V_{s,eq}$  (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 metri o comunque al di sopra del bedrock). Il valore del parametro  $V_{s,eq}$  viene valutato mediante la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

dove  $h_i$  e  $V_{s_i}$  indicano rispettivamente lo spessore e la velocità delle onde di taglio dell’ $i$ -esimo strato,  $N$  il numero di strati ed  $H$  la profondità del substrato rigido, definito come quella formazione costituita da roccia o da terreno molto rigido caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Le NTC 2018 individuano le seguenti possibili categorie di sottosuolo:

Categoria	
-----------	--

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 28
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi 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.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.
E	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 metri

Ai fini di una valutazione preliminare dell'azione sismica di sito, il piano di indagine eseguito all'interno del sito in progetto ha previsto la realizzazione, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del D.M. 17/01/2018, la realizzazione di n°2 stendimenti per indagini di tipo MASW al fine di valutare sia la stratigrafia del sito e ricavare il parametro  $V_{Seq}$ ; sulla base dei valori ricavati, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l'andamento del valore delle  $V_s$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come sottosuolo di tipo C (D.M.17/01/2018) e Categoria Topografica T1.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 29
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

## 7. Caratteristiche litotecniche dei terreni

In questo capitolo sono analizzate le caratteristiche fisico-meccaniche della litofacies che caratterizzeranno il sedime di fondazione dell’area oggetto di studio. Questa fase del lavoro ha consentito di indagare sia le unità di copertura che il substrato. Tutti i dati ottenuti hanno permesso di effettuare una ricostruzione della litostratigrafia dell’area e di creare dei modelli rappresentativi, corredati dai parametri geotecnici medi indicativi. Occorre tuttavia considerare che la natura geologica dei terreni indagati, mostra una spiccata variabilità litologica.

Si riportano, a scopo puramente indicativo, alcuni parametri derivanti da prove geotecniche in situ e di laboratorio eseguite in aree poco distanti e che hanno interessato le medesime facies petrografiche (Cfr. Tav. 10). I dati di seguito riportati comprendono, anche, dei valori di angolo d’attrito in ragione di una componente incoerente che, a luoghi, potrebbe essere rilevante, incidendo sul comportamento geomeccanico. In particolare l’area di progetto ricade all’interno di due unità litotecniche, definite secondo i dettami dall’allegato D della Circolare 3/DRA del 20.06.2014 che comprendono i litotipi che costituiscono sia la copertura che il substrato.

### COPERTURA

#### UNITA’ A – TERRNO DI COPERTURA ELUVIO COLLUVIALE (G2c)

Trattasi di sedimenti a grana fine coesivi che inglobano elementi litici. Trattasi di unità di copertura a prevalente matrice limosa-argillosa di colore rossastro; l’orizzonte si presenta eterogeneo e con una consistenza significativamente influenzata dal grado di umidità del terreno. Lo spessore è valutabile in circa 2,4 – 3,4 metri. Per tale litotipo è possibile attribuire le seguenti caratteristiche geotecniche medie indicative:

$$Cu (Kg/cm^2) = 0.8$$

$$\Phi = 19-21^\circ$$

$$\gamma (/m^3) = 1,75$$

#### UNITA’ B – FORMAZIONE TERRAVECCHIA TRV (H1)

Unità litotecnica caratterizzata da sedimenti a grana fine più o meno coesivi. Orizzonte di colore bruno-giallastro a prevalente matrice limosa con lenti sabbiose caratterizzato da una certa

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 30
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

eterogeneità verticale a consistenza variabile ma nel complesso valutabili appunto come moderata; dal punto di vista meccanico l’orizzonte appare, nell’insieme, contraddistinto da caratteristiche meccaniche discrete. Lo spessore è valutabile in oltre 3 metri.

Si riportano di seguito i principali parametri geotecnici desunte da prove geotecniche effettuate in terreni limitrofi:

$$C_u \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 1,2 \qquad \Phi = 22\text{-}24^\circ \qquad \gamma \text{ (/m}^3\text{)} = 1,8$$

Pertanto per una preliminare valutazione, sulla tipologia e dimensionamento delle fondazioni possono essere usati i parametri nominali indicati anche se gli aspetti geotecnici dovranno essere implementati in sede di progettazione esecutiva, attraverso mirate campagne di indagini geognostiche in situ e prove di laboratorio.

## 8. Conclusioni

Nell’ambito del progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica, da realizzare nel Comune di Ciminna (PA) è stato redatto uno studio geologico preliminare di supporto al progetto definitivo, finalizzato all’acquisizione di tutti quegli elementi geognostici atti a verificare la compatibilità delle nuove opere di progetto, con le caratteristiche stratigrafiche, litologiche, idrologiche e fisico-meccaniche dei terreni di fondazione nonché all’accertamento delle condizioni di stabilità della zona con l’individuazione di eventuali processi morfodinamici in atto o potenziali.

Lo studio è stato redatto conformemente alle normative richiamate in premessa con particolare riferimento ai contenuti tecnici della circolare ARTA 3/DRA del 20/06/2014 ed al D.M. 17/01/2018. I risultati dello studio sono di seguito sinteticamente riepilogati:

### *- Analisi Geologica*

Dal punto di vista geologico-strutturale il territorio in esame è inquadrabile, a grande scala, nell’ambito di una vasta area del Bacino del Fiume S. Leonardo. L’area è caratterizzata da una

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 31
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

conformazione geologico-strutturale estremamente complessa contraddistinta da una serie di sovrascorrimenti tettonici che hanno interessato quasi tutte le formazioni geologiche affioranti.

Con specifico riferimento agli areali di interesse prevalgono terreni miocenici costituiti da argille sabbioso-siltose, spesso marnose di colore grigio-azzurro, in cui si intercalano sottili livelli arenitici e talora lenti conglomeratiche. Le informazioni sulle condizioni geologiche dell’area in progetto sono state integrate ed affinate grazie anche all’esecuzione in aree limitrofe di prove penetrometriche che hanno evidenziato un livello di copertura alterato e degradato ed uno di substrato moderatamente consistente. La prima componente è riferibile ad un livello superficiale a prevalente matrice limosa-argillosa di colore rossastro; l’orizzonte si presenta eterogeneo e con una consistenza significativamente influenzata dal grado di umidità del terreno. Lo spessore è valutabile in circa 2,4 – 3,4 metri. Il substrato risulta, invece, caratterizzato da un orizzonte di colore bruno-giallastro a prevalente matrice pelitica costituita da limi addensati con sabbie, caratterizzato da una certa eterogeneità verticale a consistenza variabile ma nel complesso valutabili appunto come moderata;

*- Analisi Geomorfologica*

Dal punto di vista morfologico il sito in progetto è essenzialmente dominato dall’esistenza di un paesaggio tipicamente collinare, costituita da piccoli rilievi mediamente acclivi, con forme mammellonari, dolci ed arrotondate, mentre affioramenti di rocce lapidee, di natura prevalentemente calcarea, si riscontrano nella estrema porzione settentrionali del territorio.

Morfologicamente l’area ricade all’interno di un’ampia piana caratterizzata da blande pendenze che si estende per circa 2,6 Km in direzione NE-SW in destra idraulica del torrente Azzirolo, che costituisce il motivo idrologico principale dell’area.

Scendendo nel dettaglio ed analizzando la carta delle tinte altimetriche si evince che le quote aumentano in generale da sud est verso nord ovest, con un minimo di circa 322 m. s.l.m. in corrispondenza della stazione di arrivo ad un massimo di oltre 530 metri s.l.m. nelle aree nord orientali dell’area.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 32
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

Dall’analisi della distribuzione delle classi di pendenza si evince che la morfologia risulta sub-pianeggiante riscontrando prevalentemente classi di pendenze 2-5°, con pendenze maggiori rilevabili in prossimità degli alvei dell’incisioni idrografiche.

L’area risulta caratterizzata da litofacies a prevalentemente componente coesiva ed a matrice pelitica. I risultati dei processi erosivi delle acque di ruscellamento superficiale sui terreni di tale natura sono manifestate dalla presenza di un reticolo idrografico piuttosto sviluppato. Le azioni erosive delle acque di scorrimento superficiale ovviamente sono legate ai cicli stagionali con intensa attività durante i periodi di forti apporti meteorici.

Come ben visibile nella carta di dissesti, questi si concentrano in particolar modo laddove le pendenze risultano accentuate, accompagnata da un’erosione concentrata ad opera delle acque di scorrimento superficiale con la formazione di solchi di ruscellamento e, sovente, da erosione per dilavamento diffuso ad opera delle acque meteoriche.

Nel sito in progetto non si notano processi geomorfologici in atto, tranne piccoli e limitati accenni di erosione a rivoli legata al ruscellamento delle acque meteoriche. Tali aspetti andranno attenzionati attraverso una corretta regimentazione delle acque di scorrimento superficiale al fine di garantire una continuità idraulica in direzione monte valle.

Dalla visione delle cartografie pubblicate dal P.A.I. l’area **non risulta** inserita tra le aree a Pericolosità e Rischio geomorfologico.

#### *- Analisi Idrografica*

L’analisi idrografica di dettaglio ha evidenziato che l’impianto si colloca all’interno del bacino idrografico del Fiume S. Leonardo. Il motivo idrologico principale è rappresentato dal Torrente Azzirolo che scorre a circa 2,5 km a sud rispetto il sito in progetto e da affluenti dello stesso di II ordine gerarchico che scorrono all’interno delle aree di progetto e rispetto alle quali ci si dovrà opportunamente distanziare in base ai risultati dello studio idraulico. Per quanto riguarda gli aspetti delle interferenze tra i manufatti in progetto ed il reticolo idrografico ed i dettagli sulle modalità di risoluzione prevista, con particolare riferimento al reticolo rappresentato nelle C.T.R. ATA2012-

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 33
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

2013, si rimanda ai risultati dello studio idraulico redatto secondo le disposizioni previste dal DSG 189/2020 e del R.D. 523/1904.

Si rimarca a riguardo la necessità, in sede di progettazione esecutiva, di porre particolare attenzione alla regimentazione delle acque superficiali in corrispondenza delle opere di nuova realizzazione.

Con riferimento all’Allegato B della Relazione Generale del P.A.I., si riscontra che le aree di impianto e le opere di rete non ricadono in siti a *Pericolosità Idraulica* individuate nelle Carte del P.A.I..

- Valutazioni idrogeologiche e permeabilità

Sulla base delle considerazioni di carattere geologico-strutturale, l’area in esame, può essere suddivisa, dal punto di vista idrogeologico, in due complessi principali; infatti, la circolazione idrica sotterranea presenta aspetti e caratteristiche differenti in relazione soprattutto ai litotipi affioranti, ma anche al loro particolare assetto.

Dai rilievi di superficie condotti e dallo studio dei terreni affioranti, non sono state rilevate strutture idrogeologiche significative né la presenza di falda idrica S.S. epi-superficiali. In sede di progettazione esecutiva bisognerà, comunque, predisporre, con lo scopo di verificare la presenza di adunamenti idrici nel sottosuolo, dei piezometri all’interno di ciascun sondaggio geognostico.

- Caratterizzazione litotecnica e sismica preliminare

A scopo puramente indicativo sono stati riportati i potenziali valori dei principali parametri geotecnici dei terreni di sedime, derivanti essenzialmente da una campagna di prove penetrometriche dinamiche medie eseguite in passato in aree prossimali al sito in progetto e su litologie similari relative alla stessa formazione geologica. Le suddette indicazioni rappresentano valori indicativi di larga massima, volte unicamente ad una prima valutazione circa la possibilità di tali terreni a sostenere i carichi di progetto.

Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 34
----------------------------	---------------------------------------	---------

	Documentazione di progetto	 Emily Middleton & Partners srl
	<b>Relazione Geologica</b>	
	Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato “Canalotto” per una potenza complessiva pari a 33,99 MW	

Gli aspetti geotecnici e sismici dovranno essere adeguatamente implementati in sede di progettazione esecutiva o di ottemperanza, attraverso mirate campagne di indagini geognostiche in situ supportate da opportune prove di laboratorio geotecnico.

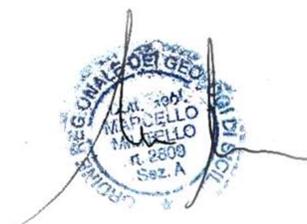
I rilievi sismici di dettaglio eseguiti in ottemperanza al D.M. 17/01/2018, che hanno incluso tecniche di sismica masw, hanno consentito, di ricostruire l’andamento delle velocità delle onde di taglio al fine di valutare il valore del parametro  $V_{S,eq}$  e quindi stabilire la categoria di appartenenza del sottosuolo. Sulla base dei valori ricavati, unitamente a valutazioni circa la stratigrafia e l’andamento del valore delle  $V_{S,eq}$ , il sottosuolo in esame risulta classificabile come **sottosuolo di Tipo C** e categoria **Topografica T1**.

Si rappresenta, infine, che gli aspetti geomorfologici, geotecnici ed idrogeologici dovranno essere, comunque, approfonditi in sede di progettazione esecutiva e in ogni caso prima della realizzazione dell'opera, attraverso mirate campagne di indagini geognostiche, al fine di potere effettivamente individuare le stratigrafie presenti e le eventuali problematiche legate al dimensionamento delle fondazioni e di stabilità dell’area.

*Palermo, Novembre 2023*

*Dott. Geol. Marcello Militello*

**Ordine Regionale Geologi di  
Sicilia**



Rev. 00 – Dicembre 2023	Comune: Ciminna Provincia: Palermo	Pag. 35
----------------------------	---------------------------------------	---------