

PROPONENTE
ESE GALIELLO S.R.L.
Via Lavaredo, 44/52
30174 Venezia



PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO

LAAP ARCHITECTS®
urban quality consultants

LAAP ARCHITECTS Srl
via Francesco Laurana 28
90143 - Palermo - Italia
t 091.7834427 - fax 091.7834427
laap.it - info@laap.it

Numero di commessa laap: 365

Architetto e Dottore Agrotecnico Antonino Palazzolo



CONSULENTE
Dott. Geologo Salvatore Lo Verme

N° COMMESSA

1561

IMPIANTO AGRIVOLTAICO GALIELLO
POTENZA FOTOVOLTAICA 53,8 MW IN DC (POTENZA IN IMMISSIONE 50 MW) + 20 MW SISTEMA DI ACCUMULO
CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO
IMPIANTO COMUNE DI MONREALE
OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN COMUNI DI MONREALE, PIANA DEGLI ALBANESI,
SANTA CRISTINA GELA E BELMONTE MEZZAGNO

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO

PD.06

NOME FILE: 365_CARTIGLIO_r00.dwg

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDDATTO	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	30/04/2024	PRIMA EMISSIONE	Dott. Geol. Salvatore Lo Verme	Arch. Sandro Di Gangi	Arch. e Agr. Antonino Palazzolo

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. INQUADRAMENTO IMPIANTO.....	6
3.1. Riferimenti cartografici	6
4. GEOMORFOLOGIA	9
4.1. Vulnerabilità geomorfologica	14
4.2. Categoria topografica	17
5. GEOLOGIA	18
5.1. Inquadramento geologico regionale	18
5.2. Tettonica.....	19
5.3. Inquadramento geologico dell'area rilevata.....	21
6. IDROGEOLOGIA	25
6.1. Considerazioni di carattere idrogeologico locale	28
6.2. Considerazioni di carattere idraulico e di invarianza idraulica e idrologica	32
7. LITOTECNICA	36
8. PERICOLOSITA' GEOLOGICA	39
9. PERICOLOSITA' SISMICA	42
9.1. Aree instabili e/o potenzialmente instabili	44
9.2. Liquefazione.....	45
9.3. Esclusione dalla verifica a liquefazione.....	45
9.4. Forme geomorfologiche e faglie capaci.....	46
9.5. Considerazioni sismiche locali conclusive.....	46
10. GEOTECNICA	47
11. SISMICITA' DEL SITO E CARATTERISTICHE DEL SUOLO DI FONDAZIONE	48
12. CONCLUSIONI	49

1. PREMESSA

La società LAAP Architects Srl è stata incaricata di redigere il progetto definitivo dell'impianto agrivoltaico denominato "Galiello" di potenza fotovoltaica **53,8 MW** in DC (potenza in immissione **50 MW**) e integrato da un sistema di accumulo da **20 MW**, ubicato nei Comuni di Monreale (PA), Piana degli Albanesi (PA), Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA) e proposto dalla società ESE Galiello S.r.l. con sede legale in Venezia via Lavaredo 44/52 CAP 30174, d'ora in avanti chiamato **Proponente**.

Nello specifico si propone la realizzazione di:

1. **Un impianto agrivoltaico** su di un'area di circa 101,9 ettari sito nel territorio comunale di Monreale (PA), costituito da due tipologie di strutture ovvero: tracker ad inseguimento monoassiale, composti da 30 o 15 moduli fotovoltaici da **640 Wp** disposti su una singola fila di altezza minima 2,10 m per l'attività colturale e stringhe a telaio fisso, di altezza minima 1,30 m per l'attività zootecnica, composti da 26 moduli fotovoltaici da **595 Wp** disposti su due file.

L'impianto agrivoltaico sarà suddiviso in **13 sottocampi**, così nominati:

- **Area impianto "Castellana"** ulteriormente suddiviso in 4 lotti nominati **GC1, GC2, GC3 e GC4**;
- **Area impianto "Sparaciotta"** ulteriormente suddiviso in 4 lotti nominati **GS1, GS2, GS3 e GS4**;
- **Area impianto "Marinesi"** ulteriormente suddiviso in 5 lotti nominati **GM1, GM2, GM3, GM4 e GM5**;

Al loro interno sono previste:

- mantenimento e ampliamento dell'attività colturale e zootecnica
- **opere di mitigazione** come fasce arboree/arbustive lungo il perimetro esterno dell'impianto
- **opere civili e idrauliche** a servizio dell'impianto e della produzione agricola

Da un punto di vista elettromeccanico, per il sistema di conversione dell'energia elettrica si è ipotizzato di installare un sistema di conversione DC/AC del tipo distribuito; tale tecnologia prevede l'adozione di inverter di piccola taglia (250 e 350 kW) installati all'interno del campo agrivoltaico in modo distribuito. Il sistema di trasformazione prevede l'installazione di trasformatori MT/BT 20/0.8 kV della taglia di 2.5, 2.0, 1.5 ed 1.25 MVA ubicati all'interno di apposite cabine di trasformazione all'interno del campo stesso (cabine di campo). Tutte le cabine di campo saranno collegate tra di loro in entra-esci ed infine ad una cabina utente all'interno della sottostazione utente SSEU.

1. **Cavidotti interrati interni al sito 36 kV** per collegare tra di loro, in entra-esci, le cabine di campo. Verranno utilizzati cavi unipolari in formazione a trifoglio adatti alla posa direttamente interrata;
2. **Cavidotti interrati esterni al sito 36 kV** per il collegamento tra le cabine di campo site all'interno dei lotti GC4 e GM5 e l'edificio utente sito all'interno della sottostazione utente SSEU;
3. **Sottostazione Utente SSEU** ubicata nel comune di Santa Cristina Gela, contenente l'edificio utente per la raccolta dei cavidotti a 36 kV provenienti dall'impianto agrivoltaico dalla quale partirà un successivo cavidotto che verrà collegato alla stazione RTN tramite inserimento in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione

elettrica di trasformazione Terna a 36/150/220 kV. All'interno della sottostazione utente sarà ubicato inoltre un **sistema di accumulo elettrochimico BESS** avente una potenza nominale di **20,8 MW**.

4. Una nuova **stazione elettrica Terna di trasformazione a 36/150/220 kV**, ubicata nel comune di Santa Cristina Gela, da inserire in doppio entra-esce alla linea RTN 220 kV "Bellolampo-Caracoli-Ciminna"
5. Una nuova **linea elettrica AT di raccordo**, ubicata nel comune di Santa Cristina Gela e Belmonte Mezzagno, da inserire in doppio entra-esce alla linea RTN 220 kV "Bellolampo-Caracoli-Ciminna"

La connessione alla rete RTN di TERNA è basata sulla soluzione tecnica minima generale per la connessione STMG, con codice pratica 202304451, ricevuta per l'impianto in oggetto da TERNA S.p.A.

Il presente documento si propone di fornire una descrizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dell'area interessata dal progetto definitivo dell'impianto agrivoltaico volto al rilascio, da parte delle Autorità competenti, delle autorizzazioni e concessioni necessarie alla sua realizzazione.

In particolare sono state elaborate le seguenti carte tematiche:

Carta Geologica in scala 1:10.000;

Carta Geomorfologica in scala 1:10.000;

Carta Idrogeologica in scala 1:10.000;

Carta Litotecnica in scala 1:10.000;

Carta delle Pericolosità geologiche in scala 1:10.000;

Carta delle indagini in scala 1:10000;

Carta delle zone a maggior Pericolosità sismica locale in scala 1:10.000;

Carta dei dissesti PAI in scala 1:10.000;

Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico PAI in scala 1:10.000;

Carta della pericolosità e del rischio idraulico PAI in scala 1:10.000;

Carta delle interferenze con il reticolo idrografico in scala 1:10.000;

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione del presente studio geologico a supporto del progetto in oggetto si è fatto riferimento alla seguente normativa:

Piano Stralcio per l' Assetto Idrogeologico, denominato anche 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, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo 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 dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Norme di attuazione sostituita dal D.P. n. 9 del 06/05/2021 - APPROVAZIONE "MODIFICHE ALLA RELAZIONE GENERALE - PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE SICILIANA" - REDATTA NEL 2004 E TABELLA ELEMENTI A RISCHIO - D.P. N. 9/ADB DEL 06/05/2021.

Circolare applicativa del 22/02/2023 Prot. N. 4036; Semplificazione e snellimento delle procedure di rilascio dei pareri di compatibilità geomorfologica e idraulica di cui gli articoli da 17 a 31 delle Norme di Attuazione del PAI – D.P. Reg. 6 Maggio 2021 n. 9

D.M. 17 Gennaio 2018

Norme tecniche per le costruzioni. Decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti.

Circolare Applicativa – norme tecniche per le costruzioni. Ministero delle infrastrutture e dei trasporti. Circolare 21/gennaio/2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Norme Tecniche di cui al D.M. 17.01.2018 “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”. (Capitolo 6. Progettazione geotecnica).

Circolare n. 3 del 20 Giugno 2014 “Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici” in particolare all'allegato D (Guida schematica alla definizione di unità litotecniche).

Compatibilità geomorfologica ai sensi dell'art 15; legge regionale 16/16 redatto ai sensi della circolare ARTA n. 3 del 20/06/2014

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.”, modificata dall'O.P. C. M. 3431 del 03/05/2005.

Delibera della Giunta Regionale della Regione Siciliana n. 408 del 19/12/2003

“Elenco dei comuni della Sicilia classificati sismici con i criteri della delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19 Dicembre 2003” pubblicato sulla GURS n. 7 del 13/02/2004”.

Aggiornamento della classificazione sismica regionale con i criteri dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28/04/2006 n. 3519.

Linea guida **(Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13 novembre 2010, n. 3907).**

Deliberazione della giunta regionale 24/02/2022 n. 81 del dirigente generale del DRPC Sicilia 11/03/2022 n. 64

3. INQUADRAMENTO IMPIANTO

L'intervento in oggetto riguarda la realizzazione dell'impianto agrivoltaico da realizzarsi nei Comuni di Monreale (PA), Piana degli Albanesi (PA), Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA) in Provincia di Palermo.

I diritti reali sulle aree selezionate per l'installazione dei tracker fotovoltaici previsti nel progetto, sono stati acquisiti in via preliminare mediante accordo con i relativi proprietari.

In generale, l'area deputata all'installazione dell'impianto agrivoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo in quanto presenta una buona esposizione alla radiazione solare ed è facilmente accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

3.1. Riferimenti cartografici

L'impianto sarà collocato in agro del comune sopra citato all'interno delle seguenti cartografie e fogli di mappa catastali:

- Fogli IGM in scala 1:25.000 di cui alle seguenti codifiche: 258-IV-SE-Alcamo;
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche: 607110 – 607150.

In Figura, l'area impianto su immagine satellitare.

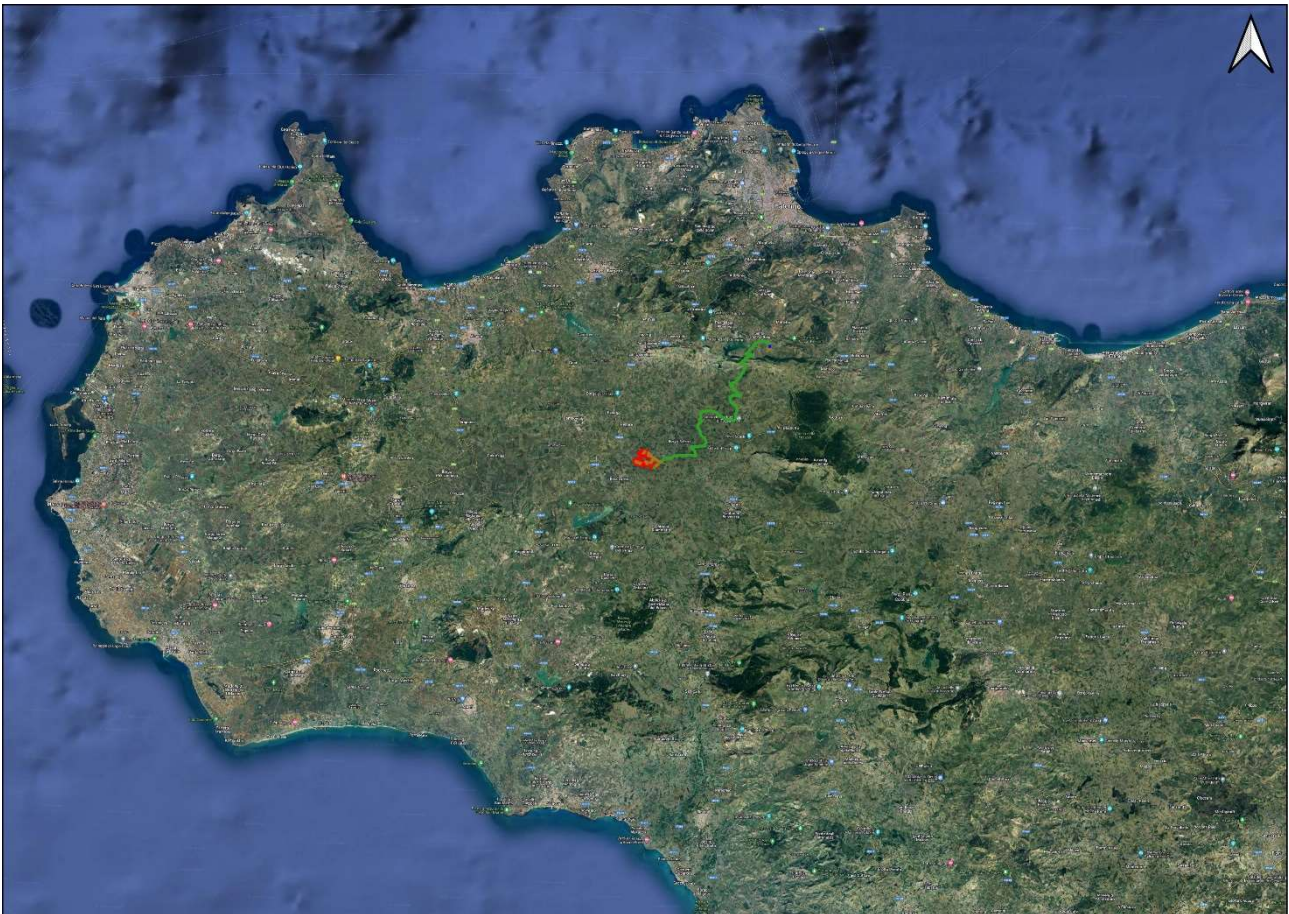


Figura 1. Ubicazione area del parco agrifotovoltaico da Satellite

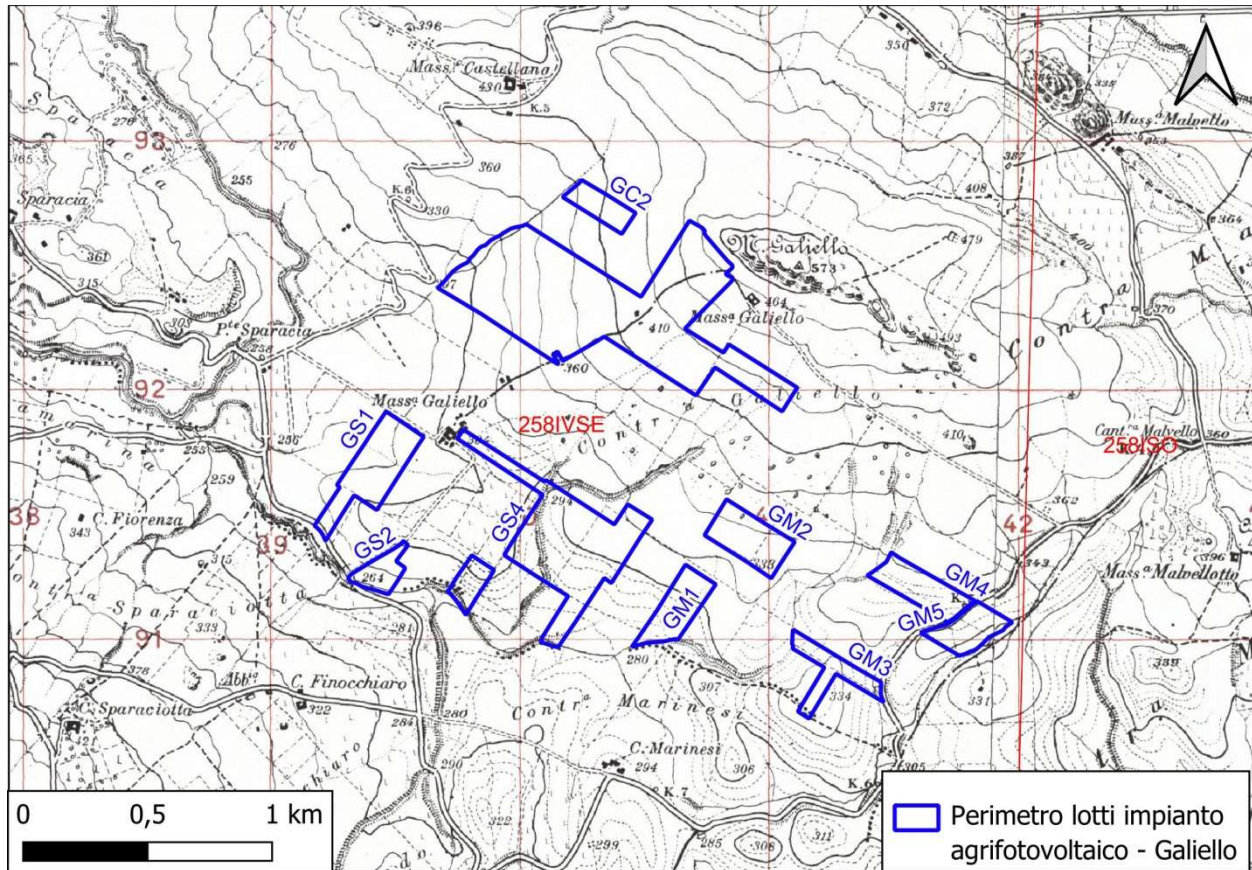


Figura 2. Inquadramento parco su I.G.M. in Scala 1:10.000

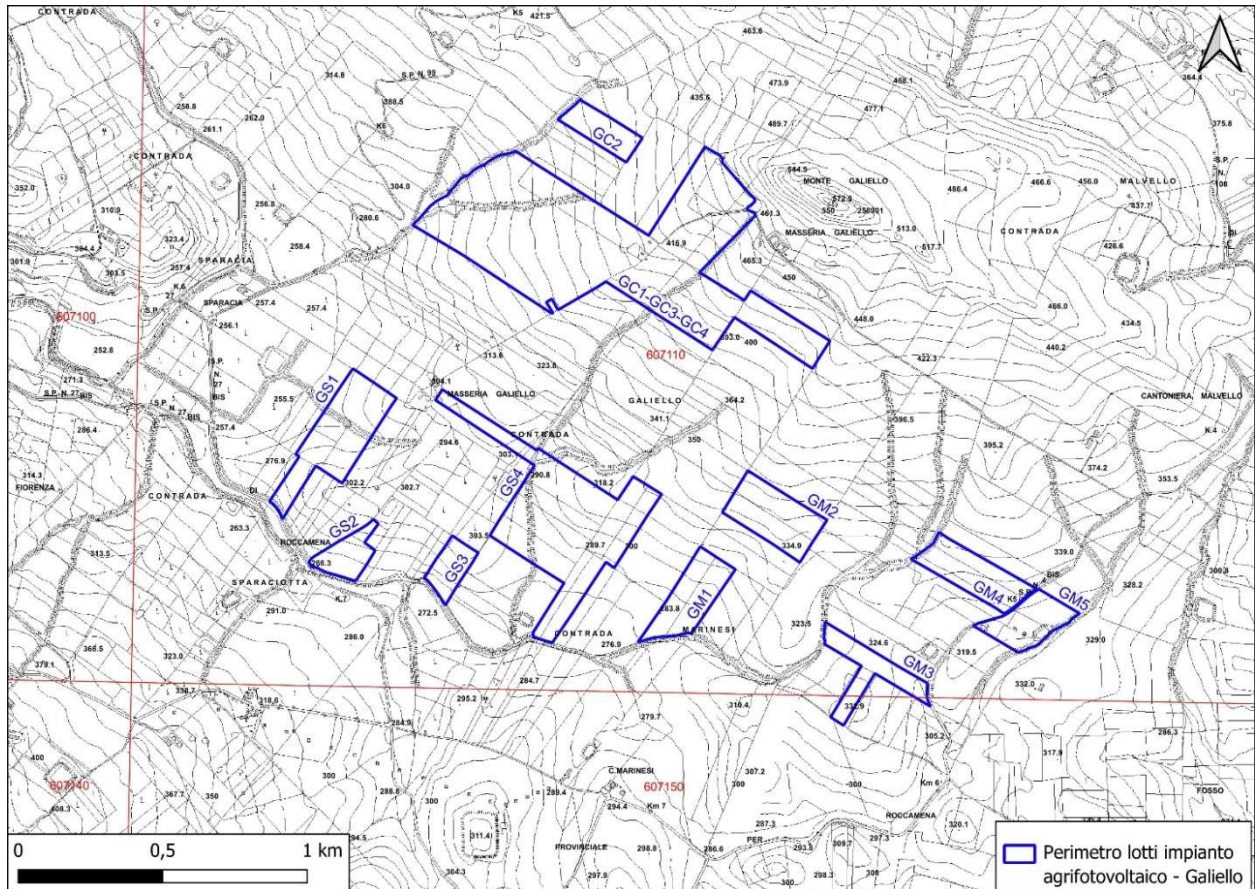


Figura 3. Inquadramento parco su C.T.R. in Scala 1:10.000



4. GEOMORFOLOGIA

L'impianto agrivoltaico "Galiello" e le strutture annesse e connesse (che d'ora in poi sarà semplicemente chiamato impianto FV) saranno realizzate all'interno dei territori comunali di Monreale (PA), Piana degli Albanesi (PA), Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA). In particolare l'impianto di produzione sarà realizzato all'interno del territorio di Monreale mentre le opere di connessione ed il cavidotto interesseranno anche i comuni di Piana degli Albanesi (PA), Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA).

L'impianto risulta diviso in più porzioni dislocate su un versante di natura prevalentemente argillosa ricoperta da prodotti di disfacimento dei rilievi sovrastanti e dai prodotti di alterazione dei depositi in posto. Le quote d'imposta dell'impianto variano da un massimo di 462 m. s.l.m. sul lotto identificato con la sigla GC1-GC3-GC4 ad un minimo di metri 266 s.l.m. sul lotto identificato con la sigla GS2.

La morfologia dell'area circostante la zona di intervento è variabile con alternanza di rilievi con versanti poco acclivi ed ampie vallate con pendenze molto blande che degradano dolcemente verso il mare. Le pendenze, che in taluni casi tendono a zero, in prossimità di alcune singolarità orografiche raggiungono valori superiori al 40% (Monte Galiello - 572.9 m.).

Il territorio studiato è caratterizzato dalla presenza di pochi invasi artificiali che raccolgono le acque che ruscellano in superficie durante i periodi piovosi per essere impiegate nei periodi estivi per usi irrigui. Questi sono alimentati dalle acque di scorrimento che defluiscono sul versante durante gli eventi meteorici di lunga durata.

Nelle porzioni più alte del versante, alle pendici di "Monte Galiello" si rilevano modeste venute sorgentizie provenienti dai detriti di natura carbonatica che si sono accumulati alla base del versante. In questa sede il contatto tra i detriti permeabili e i sottostanti depositi impermeabili danno luogo a delle sorgenti di contatto stagionali. Pertanto la circolazione idrica sotterranea è scarsa e si espleta prevalentemente su questi depositi mentre è assente sul resto dei depositi. Va precisato che sui depositi eluviali di copertura sono presenti modeste circolazioni idriche che interessano al più lo spessore di questi depositi compreso entro i tre metri di profondità.

Dal punto di vista geomorfologico, il sito di studio ricade all'interno del Bacino idrografico del Fiume Belice (057). L'assetto morfologico è prevalentemente caratterizzato dal contrasto fra la dorsale carbonatica di Monte Galiello a nord e le aree meridionali di tipo collinare in cui affiorano terreni di natura argillosa.

La morfologia di queste aree è legata sia alla disposizione e alla distribuzione areale delle formazioni rocciose affioranti, le quali oppongono una elevata resistenza all'aggressione operata dagli agenti esogeni, sia al loro assetto strutturale. Difatti l'azione di peneplanazione operata dagli agenti esogeni si espleta maggiormente sui litotipi incoerenti e/o pseudocoerenti lasciando a nudo i rilievi a carattere prevalentemente coerente o lapideo. Minore incidenza si ha nelle aree prossime al mare ove le basse pendenze determinano un'azione di peneplanazione minore. Per ultimo ma non di minore importanza risulta il fattore clima, il quale ha determinato delle oscillazioni di notevole importanza e di conseguenza delle variazioni nel livello di base dell'erosione, e pertanto attivando o inibendo processi morfogenetici.

I corsi d'acqua principali che sono presenti nell'area d'intervento defluiscono verso il mare con andamenti a volte tortuosi condizionati dalla presenza di affioramenti litologici più resistenti all'azione erosiva. I litotipi hanno risposto alle varie sollecitazioni di disfacimento in maniera differente in funzione delle loro caratteristiche composizionali, determinando nel tempo una diversa risposta all'aggressione degli agenti esterni. Sui depositi carbonatici si sono espletate delle azioni prevalentemente

di solubilizzazione lasciando quasi intatti gli affioramenti. Tali fenomenologie vengono evidenziate dalla presenza di fenomeni carsici che determinano lo smussamento dei blocchi affioranti e l'allargamento delle fratture presenti.

Inoltre dalla sovrapposizione delle strutture sulle cartografie del P.A.I. (Bacino idrografico del Torrente Belice) è scaturito che l'impianto ricade al di fuori dalle aree in dissesto, mentre alcune porzioni di cavidotto in progetto, che è posizionato su strada pubblica, (Fig.4) attraversa delle aree in dissesto. In particolare il cavidotto attraversa i dissesti identificati con le seguenti sigle:

Dissesto 1 - Tratto di cavidotto tra la SP 70 e la SP 42

Codice Dissesto 057-6MO-010 - Località Masseria Celso - Comune: Monreale - Stato: Quiescente – Tipologia: Scorrimento;
Il tratto di viabilità interessato dall'attraversamento del cavidotto nel tratto in cui costeggia il dissesto n. 1 non presenta deformazioni significative della sede stradale. Nel punto in cui il dissesto intercetta la viabilità è presente un ponte tubo (Armco) che permette alle acque di monte di proseguire a valle. Pertanto la porzione di viabilità interessata dall'attraversamento è stabile e scevra da movimenti di massa.

Dissesto 2-2bis e 3 – Tratto di cavidotto su SP 42

2 - Codice Dissesto 057-6MO-170 - Località Frisella - Comune: Monreale - Stato: Quiescente – Tipologia: Frana complessa;
Il tratto di viabilità interessato dall'attraversamento del cavidotto nel tratto in cui costeggia il dissesto n. 2 non presenta deformazioni della sede stradale. Anche i muretti a protezione della stessa risultano integri e non deformati cosiccome i guardrail che lo costeggiano. Pertanto la porzione di viabilità interessata dall'attraversamento è stabile e scevra da movimenti di massa.

2 bis - Codice Dissesto 057-6MO-169 - Località Frisella - Comune: Monreale - Stato: Attivo – Tipologia: Scorrimento;
Il tratto di viabilità interessato dall'attraversamento del cavidotto nel tratto in cui costeggia il dissesto n. 2 bis non presenta deformazioni della sede stradale. Anche i muretti a protezione della stessa risultano integri e non deformati cosiccome i guardrail che lo costeggiano. Pertanto la porzione di viabilità interessata dall'attraversamento è stabile e scevra da movimenti di massa.

3 - Codice Dissesto 057-6MO-168 - Località Frisella - Comune: Monreale - Stato: Attivo – Tipologia: Area a franosità diffusa;
Il tratto di viabilità interessato dall'attraversamento del cavidotto nel tratto in cui costeggia il dissesto n. 3 presenta dei cedimenti verticali della sede stradale che interessano la porzione del lato valle della strada. Tali deformazioni interessano la strada in due punti posti in entrata ed in uscita dal dissesto. In questi punti i muretti a protezione della stessa risultano fratturati e deformati cosiccome i guardrail che lo costeggiano mentre la restante parte appare integra e in deformata ad eccezione di alcuni cedimenti del lato valle della strada, legati alla mancanza di opere di contenimento. Nei punti ove si riscontrano tali criticità saranno adottate opportune misure atte ad evitare che il cavidotto possa essere danneggiato dal fenomeno in atto.

Dissesto 4 e 5 - Tratto di cavidotto su SP 103

4- Codice Dissesto 057-6PB-048 – Località C.da Ducco – Stato: Attivo – Tipologia: Deformazione superficiale lenta;
Il tratto di viabilità interessato dall'attraversamento del cavidotto nel tratto in cui costeggia il dissesto n. presenta delle deformazioni della sede stradale in più punti. Tali deformazioni interessano la strada soprattutto in prossimità di una intersezione con il reticolo idrografico non censito sulle CTR. La strada nella porzione che attraversa il dissesto non presenta opere di contenimento ne tantomeno opere di regimentazione e raccolta delle acque. In ogni caso le deformazioni interessano porzioni di terreno superficiali quantificabili in spessori non superiori ai 2 metri. In questo tratto saranno adottate opportune misure atte ad evitare che il cavidotto possa essere danneggiato dal fenomeno in atto.

5 -Codice Dissesto 057-6PB-058 - Località Cozzo Quattro Finaite– Stato: Quiescente – Tipologia: Colamento lento;

Il tratto di viabilità interessato dall'attraversamento del cavidotto nel tratto in cui costeggia il dissesto n. 5 non presenta deformazioni della sede stradale. Anche i muretti a protezione della stessa risultano integri e non deformati cosiccome i guardrail che lo costeggiano. Pertanto la porzione di viabilità interessata dall'attraversamento è stabile e scevra da movimenti di massa.

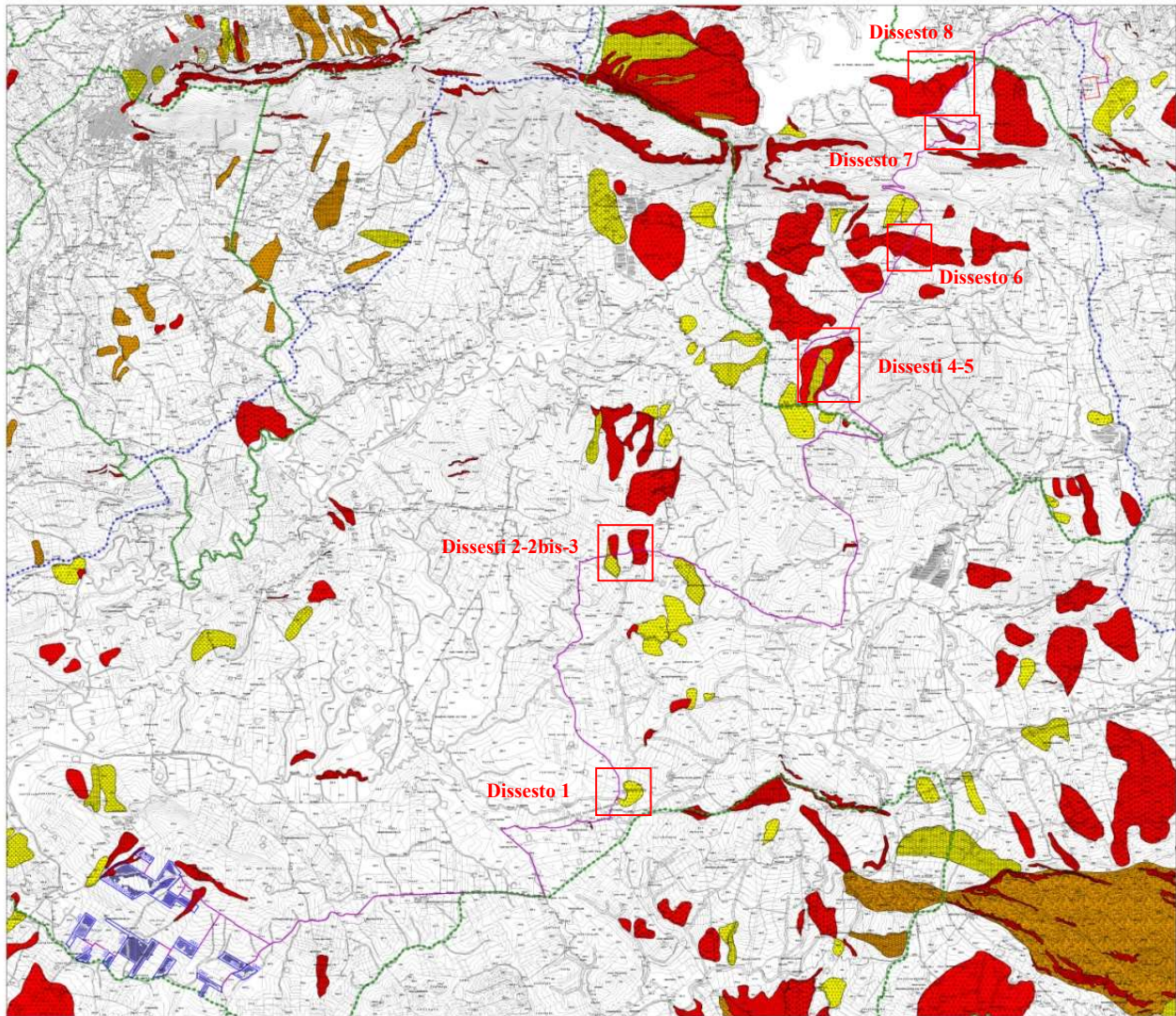


Figura 4. Stralcio carta dei dissesti in scala 1:10.000

Dissesto 6 – Tratto di cavidotto su SP 102

Codice Dissesto 057-6PB-044 – Località Sant'Agata Franzisi – Comune: Piana degli Albanesi - Stato: Attivo – Tipologia: Area a franosità diffusa;

Il tratto di viabilità interessato dall'attraversamento del cavidotto nel tratto in cui costeggia il dissesto n. 6 presenta dei cedimenti verticali della sede stradale che interessano la porzione del lato valle della strada. Tali deformazioni legate prevalentemente all'assenza di opere di contenimento della strada a valle, interessano solo la strada in alcuni punti, mentre i muretti posti a monte della strada, a protezione della stessa, risultano integri e non deformati cosiccome i guardrail che lo costeggiano. Pertanto la porzione di viabilità interessata dall'attraversamento risulta stabile.

Dissesto 7 – Tratto di cavidotto su SP 5

Codice Dissesto 057-6PB-031 - Località Quarto Giuhai - Comune: Piana degli Albanesi - Stato: Attivo – Tipologia: Colamento lento;

Il tratto di viabilità interessato dall'attraversamento del cavidotto nel tratto in cui costeggia il dissesto n. 7 presenta dei cedimenti verticali della sede stradale che interessano la porzione del lato valle della strada. Tali deformazioni interessano solo la strada in alcuni punti, mentre i muretti a protezione della stessa risultano integri e non deformati cosiccome i guardrail che lo costeggiano. Pertanto la porzione di viabilità interessata dall'attraversamento è stabile e scevra da movimenti di massa.

Dissesto 8 – Tratto di cavidotto su SP 5

Codice Dissesto 057-6PB-029 - Località Maganoce - Comune: Piana degli Albanesi - Stato: Attivo – Tipologia: Deformazione superficiale lenta.

Il tratto di viabilità interessato dall'attraversamento del cavidotto nel tratto in cui costeggia il dissesto n. 8 non presenta alcuna deformazione della sede stradale né tantomeno dei muretti a protezione della stessa e dei guardrail che lo costeggiano. Pertanto la porzione di viabilità interessata dall'attraversamento è stabile e scevra da movimenti di massa.

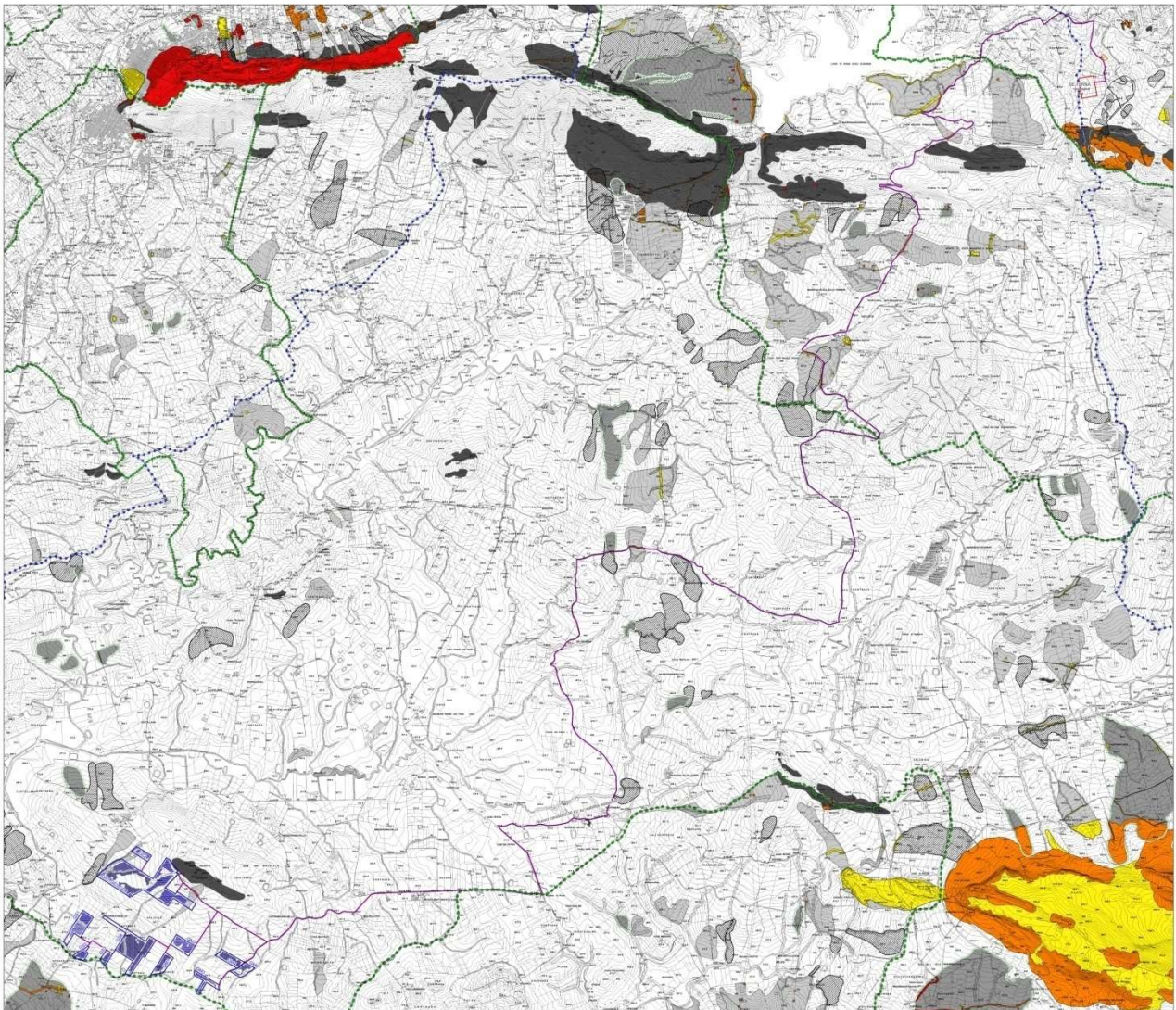


Figura 5. Stralcio carta della pericolosità e del rischio in scala 1:10.000

Pertanto, tutta l'area di impianto in progetto non è interessata da aree classificate a vario grado di pericolosità e rischio secondo il "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico" (DARTA n°298/41 e s.m.i.) e da aree a rischio secondo il "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico – P.A.I." (DPR n° 284/2007). Diversamente le porzioni sulle quali sono state progettate le opere di collegamento alla rete elettrica presentano fattori di pericolosità variabile tra P1 e P3 da cui scaturiscono fattori di Rischio compresi tra R1 ed R3. In ogni caso per le considerazioni fatte in precedenza sui dissesti attraversati si ritiene che diversi di questi fattori di Pericolosità e Rischio siano nulli.

Per quanto riguarda le acque di ruscellamento presenti all'interno dell'impianto di produzione esse sono drenate da un modesto reticolo idrografico che fa defluire le acque verso il "Fiume Belice Destro". Il reticolo idrografico appare modestamente gerarchizzato con aste di primo ordine che s'immettono in aste di terzo e quarto ordine. Ciò evidenzia che il bacino idrografico è immaturo ed ancora in via di evoluzione con la precipua necessità di formazione di nuove aste idrografiche che tendano all'ottimizzazione della gerarchizzazione del bacino.

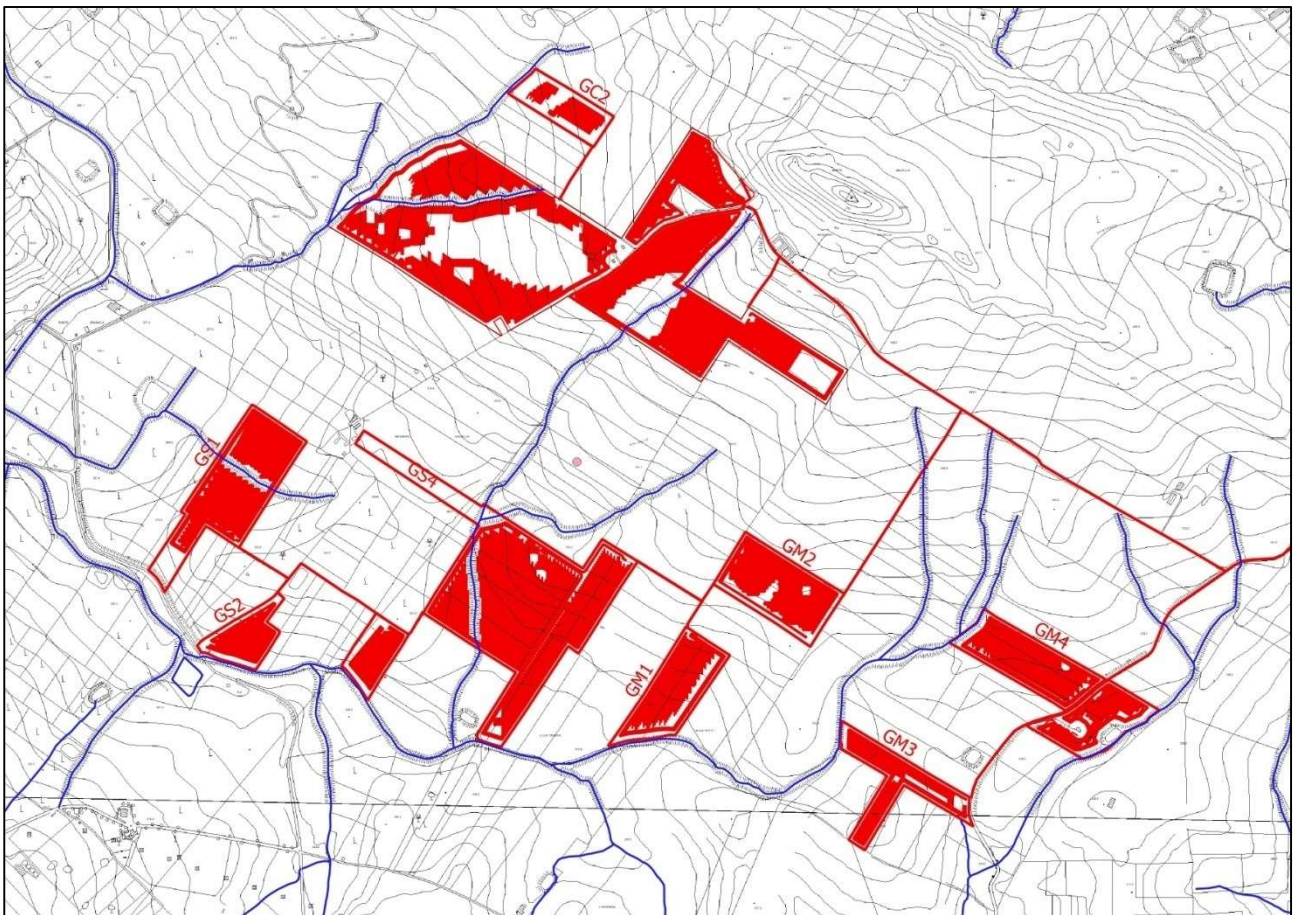


Figura 6. Carta del reticolo idrografico

Tale reticolo in alcuni punti attraversa l'impianto nei lotti denominati GS1-GS4-GC1-2-3 e da tale reticolo è stata mantenuta una distanza minima delle strutture di 15 metri per lato in modo da rispettare la fascia di pertinenza fluviale da sottoporre alle limitazioni d'uso di cui all'art. 96, lettera f, del R.D. 523/1904. In altri punti il reticolo idrografico lambisce il confine di proprietà su cui saranno realizzati gli impianti, mantenendo in questi casi una distanza minima dai corsi d'acqua di 30 metri.



4.1. Vulnerabilità geomorfologica

La vulnerabilità geomorfologica di una determinata area è funzione di diverse caratteristiche che contraddistinguono la stessa in termini di regime termo pluviometrico, litologia, esposizione, giacitura, falda, tettonica ecc. La previsione spaziale, meglio conosciuta come *suscettibilità*, è volta alla localizzazione sul territorio delle aree più propense al dissesto e quindi alla realizzazione di carte di pericolosità relativa, con ripercussioni e applicazioni sia nel campo della pianificazione territoriale che in ambito di Protezione Civile.

La suscettibilità geomorfologica può essere definita come la propensione di una determinata area all'insacco di movimenti di massa in relazione alle caratteristiche intrinseche dei terreni di copertura e del substrato, delle caratteristiche morfologiche, ed alla maggiore esposizione nei confronti degli agenti climatici. La suscettibilità non considera la ricorrenza temporale, né la dimensione delle frane. In termini matematici, la suscettibilità geomorfologica è comunemente espressa come *la probabilità d'occorrenza spaziale di un dissesto, dato un insieme di condizioni territoriali e ambientali*. La zonazione della suscettibilità geomorfologica suddivide e classifica un territorio sulla base della propensione che lo stesso ha di produrre frane. Le mappe di suscettibilità da frana sono quindi propedeutiche alla zonazione della pericolosità e del rischio, e possono essere strumenti utili alla pianificazione ed alla gestione territoriale. L'analisi di suscettibilità richiede alcune assunzioni di base (Guzzetti et al., 1999):

1. Ogni evento franoso lascia sul terreno delle tracce caratteristiche che sono riconoscibili e mappabili attraverso rilievi sul campo o da remoto;
2. I meccanismi di innesco di un qualsiasi fenomeno franoso obbediscono a leggi fisiche, quindi la raccolta dei fattori di instabilità consente la definizione dei modelli di suscettibilità;
3. I dissesti futuri si verificheranno sotto le stesse condizioni che hanno causato i dissesti passati;
4. È possibile determinare la probabilità spaziale e temporale dei dissesti attraverso l'analisi dei fattori geologico-ambientali.

Quindi, un dato territorio può essere classificato in accordo ai diversi gradi di probabilità di essere soggetto a una determinata tipologia di dissesto.

Partendo da questi presupposti è stata affrontata la tematica della suscettività dell'area studiata cercando di riconoscere e mappare le fenomenologie franose presenti in tutto il contesto progettuale. Tale censimento ha consentito di produrre la carta geomorfologica che rispecchia, in termini di elementi in frana, la carta dei dissesti del PAI. Ciò scaturisce dall'aver accertato mediante rilievi sul campo e studio delle cartografie esistenti che le uniche frane presenti nel territorio interessato dall'impianto di produzione sono riconducibili a quelle censite sul PAI.

Successivamente si è passati all'analisi dei fattori che tendono a destabilizzare i terreni determinando l'insacco delle fenomenologie franose. L'analisi eseguita ha consentito di appurare che tali fattori, nel contesto specifico, sono da ricondurre alla natura del substrato, alla presenza di acqua ed alla pendenza.

La natura argillosa del substrato è quasi omogenea interrotta talora da ricoprimenti di depositi eluvio colluviali ricchi di trovanti calcarei e da sporadici olistoliti competenti isolati. I depositi eluvio colluviali, dalle prove eseguite, risultano costituiti da limi argillosi in superficie che passano a breve profondità alle argille durissime. Entrambi i depositi sono caratterizzati da parametri meccanici da discreti a buoni tali da rendere il complesso della formazione stabile.

L'analisi delle pendenze dell'area ha evidenziato che le frane s'innescano su terreni caratterizzati da valori di pendenza molto vari e pertanto non è possibile definire un limite oltre il quale tali fenomenologie si creano. Questo dato è supportato dal fatto che alcune aree d'impianto seppur in presenza di elevate pendenze mantengono un buon grado di stabilità (figura 7).

Per quanto concerne la presenza d'acqua è stata eseguita una ricerca della sua possibile esistenza ed è stato appurato che non è presente falda entro i primi 30 metri di profondità dal piano di campagna ad eccezione di una blanda circolazione idrica stagionale che avviene sui depositi eluvio-colluviali ricchi in trovanti. Tutte le ricerche sui vari portali hanno scongiurato l'esistenza di una vera e propria falda.

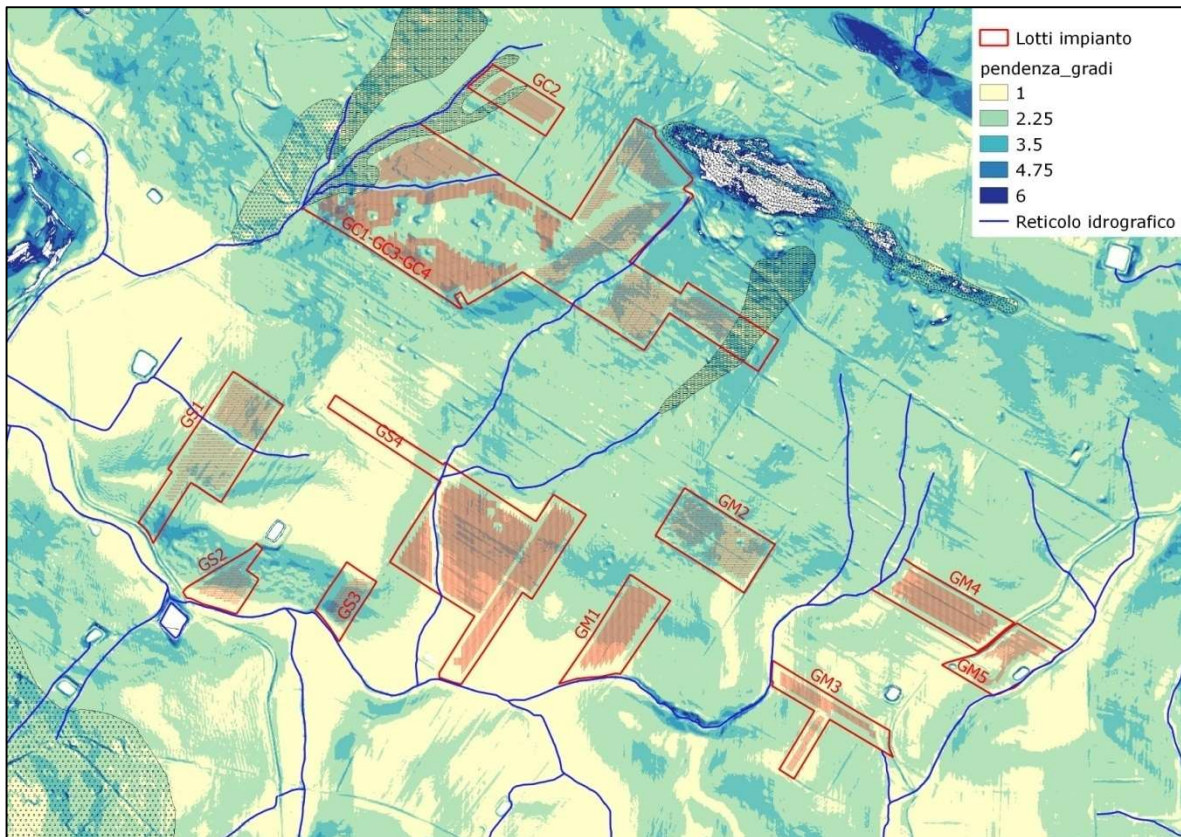


Figura 7. Carta delle pendenze

Pertanto considerato che le aree interessate da fenomenologie franose sono quelle su cui sono presenti i depositi eluvio-colluviali ricchi in trovanti sui quali avviene una circolazione idrica stagionale con appesantimento del deposito e superamento del limite di stabilità si è arrivati a concludere che il fattore scatenante per le aree prese in considerazione è la concomitante presenza di questi due fattori. Pertanto si è passati alla perimetrazione delle aree sulle quali sono presenti depositi ricchi in trovanti e sui quali è presente una circolazione idrica stagionale. Tale perimetrazione evidenzia 4 aree che sono suscettibili alla franosità per i motivi anzi descritti.

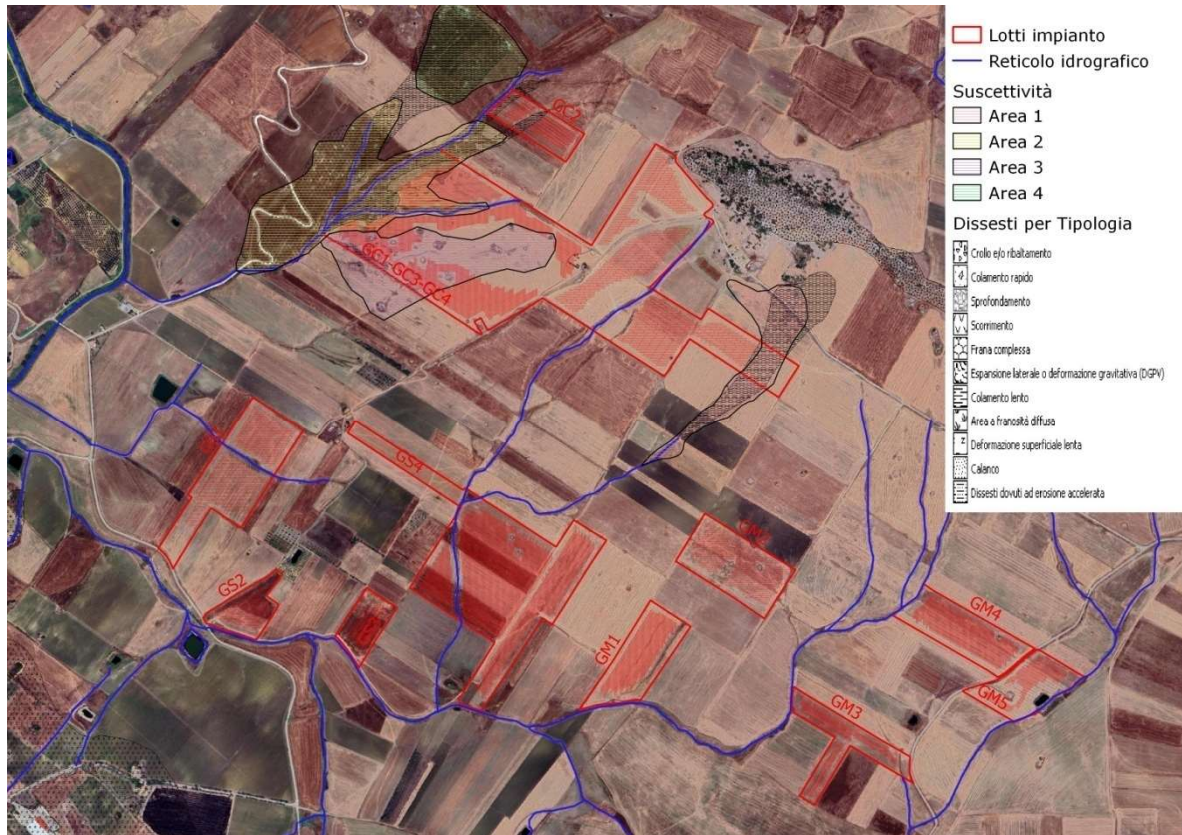


Figura 8. Aree suscettibili di frana per la presenza di depositi ricchi in trovanti e con circolazione idrica stagionale

Grazie a questa carta è stato possibile verificare che su due di queste aree perimetrale (Area 1 e 2) ricadono le frane censite dal PAI. Ciò ha evidenziato quanto anzidetto individuando di conseguenza le aree vulnerabili geomorfologicamente che ricadono tutte in prossimità dei depositi con elevata concentrazione di trovanti e circolazione idrica superficiale.

Alla luce di quanto emerso dal presente studio si fa presente che nella fase esecutiva tutte le aree identificate come suscettibili di fenomeni franosi saranno dotati di apposite trincee drenanti utili a tenere asciutti i depositi che insistono in queste aree ed evitare che questi possano muoversi verso valle.

Pertanto alla luce di quanto evidenziato si deduce che alcune piccole porzioni d'impianto sono vulnerabili geomorfologicamente mentre tutte le altre sono idonee all'utilizzo.

4.2. Categoria topografica

Dall'analisi delle pendenze delle aree su cui saranno montati i tracker è scaturito che la pendenza media dei versanti su cui insisteranno le strutture è inferiore a 15°. Essi risultano tutti localizzati su versanti con le caratteristiche di pendenza anzi descritte e pertanto essendo inferiori a 15° la categoria topografica è **T1** – Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 1. Categorie topografiche

5. GEOLOGIA

5.1. Inquadramento geologico regionale

Il territorio comunale di Monreale rientra nella porzione più occidentale della Sicilia. Nel contesto geologico regionale, l'isola siciliana rappresenta una porzione della megasutura che si sviluppa lungo il limite tra la placca africana e quella europea, con una porzione di catena che attraverso la Sicilia collega gli Appennini e la Calabria con le Maghrebidi.

La storia geologica dell'area ha visto una prima fase orogenica alpina paleogenica, cui sono seguiti i movimenti compressivi legati alla rotazione antioraria oligo-miocenica del blocco sardo-corso, la cui collisione con il margine continentale africano è generalmente considerata la causa della deformazione compressiva nella catena sudappenninica-siciliana.

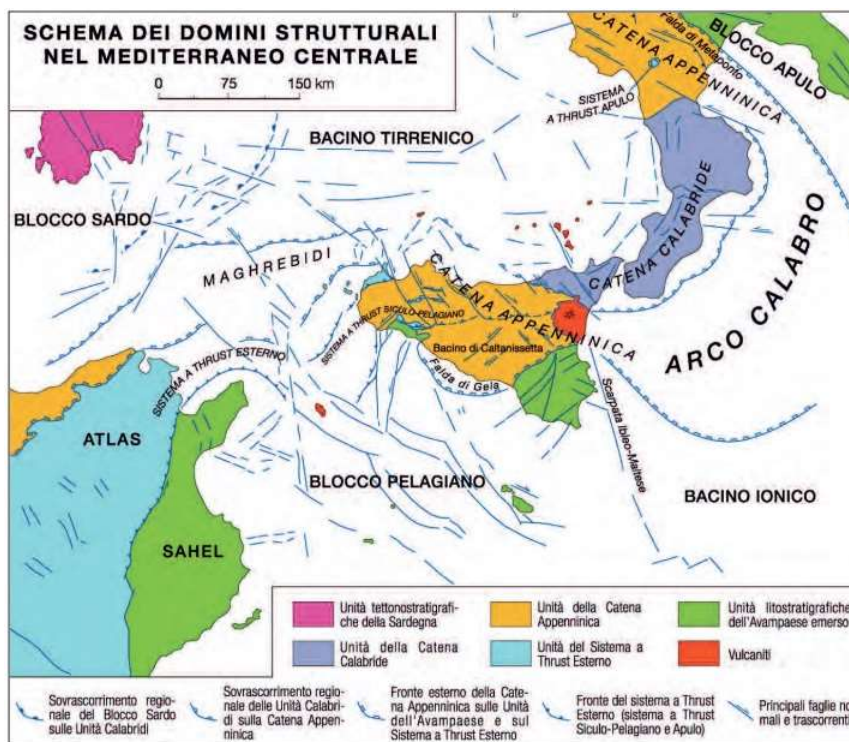


Figura 9. Domini strutturali del Mediterraneo Centrale (da Lentini et al., 1994 modificato).

All'interno del complesso collisionale siciliano e del suo prolungamento in mare si riconoscono tre elementi principali:

- Avampaese, affiorante nella zona sud-orientale della Sicilia e presente anche nel Canale di Sicilia a sud di Sciacca;
- Avanfossa recente, in parte sepolta dal fronte della catena nella Sicilia meridionale e nel Bacino di Gela, sita nell'offshore meridionale della Sicilia e nel Plateau Ibleo lungo il margine settentrionale dell'avampaese;
- Catena complessa con vergenza E-SE spesso anche più di 15 km, costituita dalle Unità calabro-peloritane e dalle Unità appenniniche siciliane.

Gran parte della Sicilia centrale ed occidentale rientrano nelle Unità della Catena Appenninica; Quest'ultimo si è strutturato nel periodo Miocene superiore-Pleistocene, contemporaneamente all'apertura tirrenica.

5.2. Tettonica

La Sicilia, con la sua posizione centrale nel Mediterraneo rappresenta un segmento dell'orogene Appenninico-Maghrebide, la quale collega l'Appennino al Nord Africa tramite l'Arco Calabro-Peloritano. Fig. 10.

L'area del Mediterraneo centrale è caratterizzata da un dominio di Avampaese e da uno Orogenico, a sua volta costituito da un edificio multistrato in cui si riconoscono dal basso verso l'alto un Sistema di Thrust Esterno, la Catena Appenninico-Maghrebide e la Catena Calabro-Peloritana. La fascia orogenica è caratterizzata dalla presenza di crosta oceanica ionica in subduzione e tirrenica in espansione.

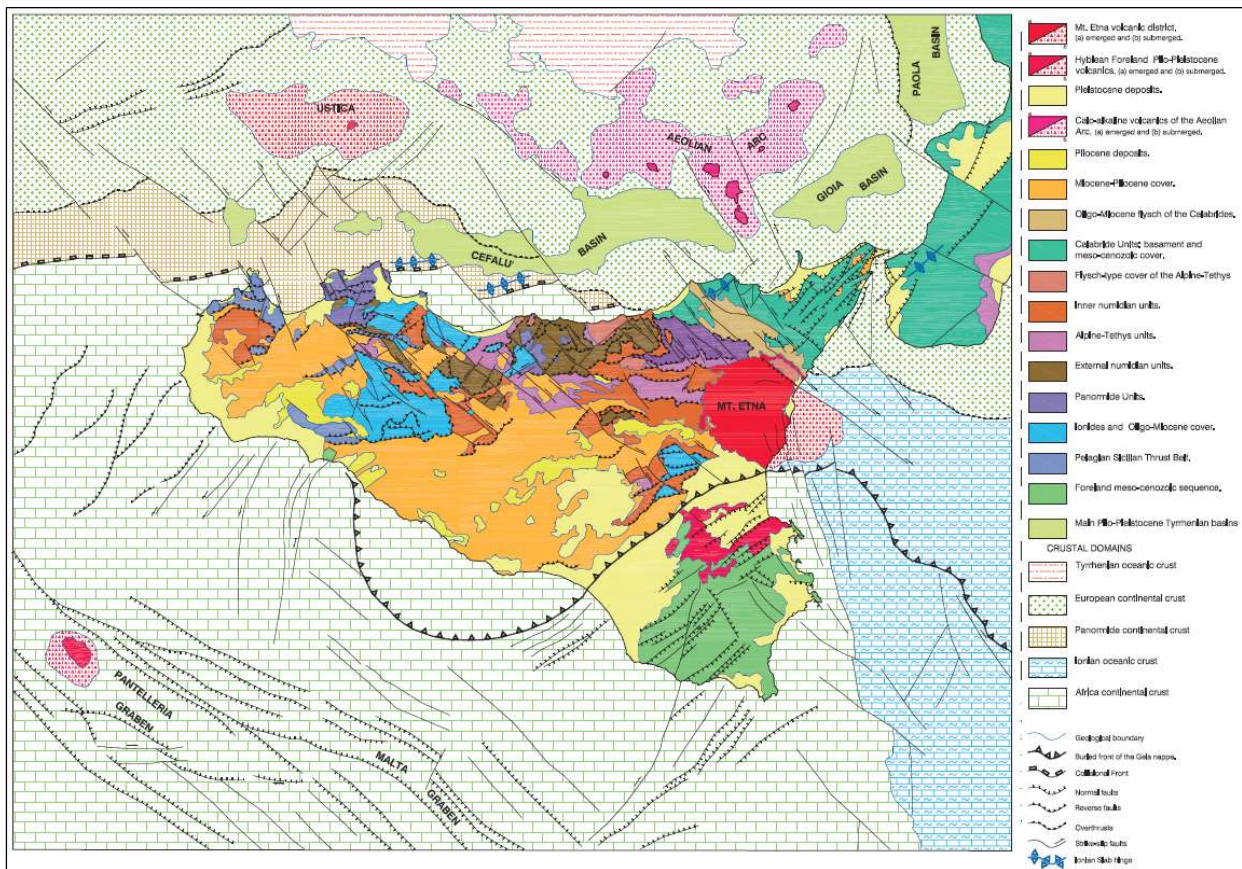


Figura 10. Schema strutturale Sicilia (Lentini et al., 2004)

Per quanto concerne il dominio di avampaese, questo comprende le aree indeformate della Placca Nord-Africana, rappresentata dal Blocco Pelagiano e dal Bacino Ionico, mentre il dominio orogenico si è originato mediante il tipico sistema “catena-avanfossa-avampaese”, con un progressivo coinvolgimento spazio-temporale delle aree via via più esterne, per cui settori con ruolo di avampaese si sono trasformati in unità tettoniche inglobate nell'edificio orogenico, è questo il caso delle unità Panormidi originariamente aree di avampaese durante il Miocene inferiore e successivamente in ricoprimento sulle Ionidi. Queste ultime a loro volta si trasferiranno in ricoprimento sul Sistema Siculo Pelagiano in contemporanea con l'apertura del Bacino Tirrenico. Inoltre studi paleomagnetici hanno contribuito ad arricchire il quadro geodinamico delle varie unità tettoniche, affette da rotazioni orarie che hanno accompagnato il trasporto orogenico verso Sud-Est e Sud delle varie falde nell'intervallo cronologico mio-pliocenico.

Per comprendere la storia tettonica che ha portato alla formazione dell'attuale assetto strutturale e tettonico, si riporta di seguito una ricostruzione paleogeografica lungo un transetto orientato nord-sud dalla Sardegna al Canale di Sicilia, tratto dalle "Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia – Geologia della Sicilia, Cap. V Tettonica".

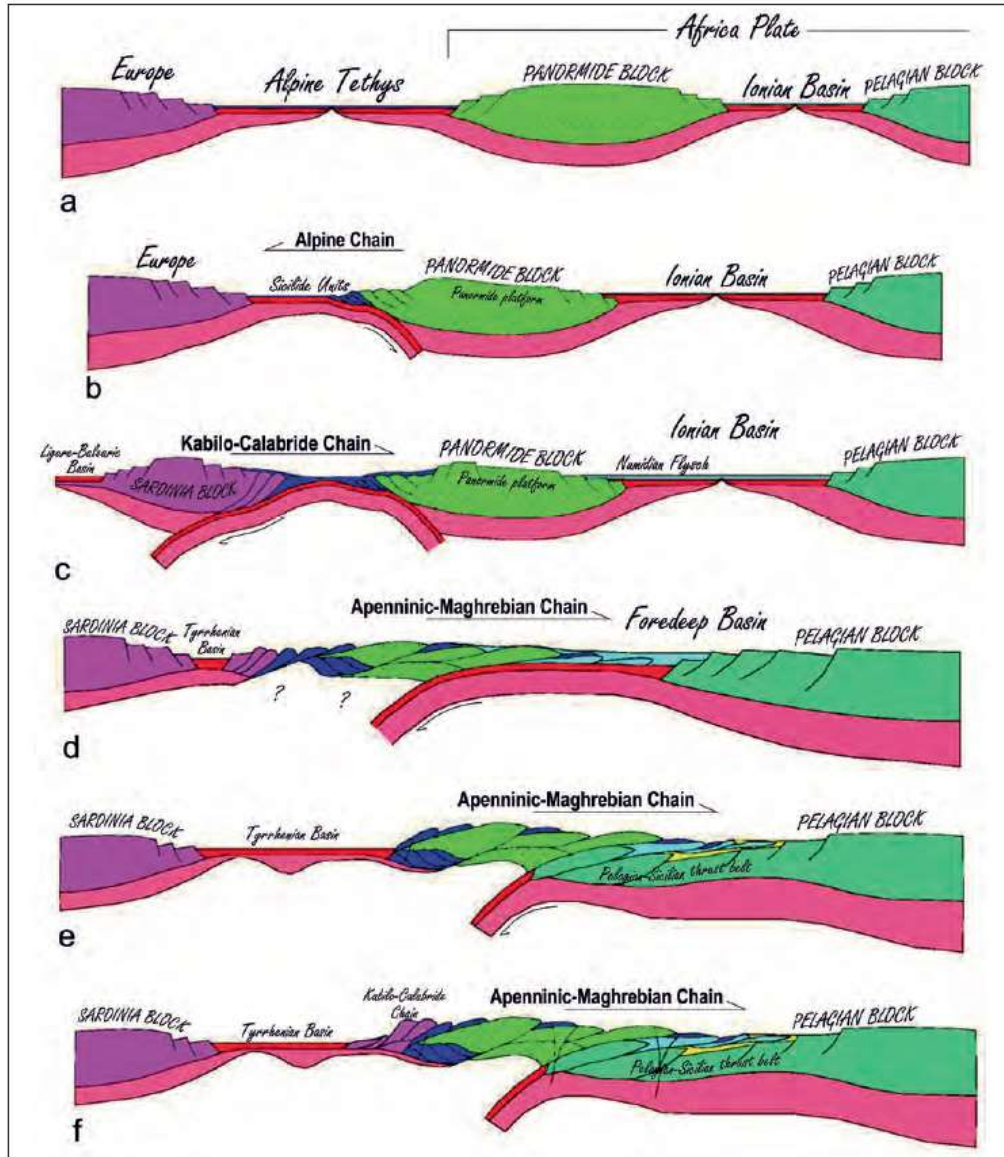


Figura 11. Ricostruzioni paleogeografiche, transetto N-S Sardegna-Canale di Sicilia

Le fasi sopra rappresentate sono di seguito esposte:

- Durante il Giurassico superiore le placche Europa e quella Afro-Adriatica erano separate dal bacino oceanico Alpino-Tetideo;
- Durante lo stadio Eo-Alpino si formò l'orogene Alpino, guidato dalla subduzione verso sud della Tetide Alpina sotto la placca Afro-Adriatica durante il Cretacico-Eocene;
- A partire dall'Oligocene si attiva una subduzione verso nord che coinvolge ciò che rimane della crosta Alpino-Tetidea;
- La prima evidenza dell'inizio dell'apertura tirrenica si trova nei sedimenti del Miocene medio-superiore;
- Oceanizzazione del bacino del Vavilov a partire dal Pliocene;

- f. L'arretramento dello slab ionico ha causato la migrazione verso Sud-Est del sistema orogenico, accompagnata dallo sviluppo di un sistema di faglie trascorrenti destre (Sistema Sud-Tirrenico), connesso alla contemporanea collisione tra il blocco Panormide e quello Pelagiano ad ovest e la subduzione attiva sotto l'Arco Calabro-Peloritano ad est.

5.3. Inquadramento geologico dell'area rilevata

Lo studio geologico d'insieme e di dettaglio è stato eseguito conducendo inizialmente la necessaria ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente, la raccolta ed il riesame critico dei dati disponibili ed infine una campagna di rilievi effettuati nell'area strettamente interessata dallo studio. Il rilevamento geologico in scala 1:10.000 dell'area che sarà interessata dalle strutture dell'impianto, ha evidenziato la presenza di litotipi a componente carbonatica presenti nelle aree morfologicamente più alte e fuori dall'area di impianto, da depositi a componente pelitica quali le argille marnose della Formazione Castellana, le marne di S. Cipirrello, il membro pelitico argilloso della Formazione Terravecchia ed il Flysch Numidico (membro Portella Colla) che caratterizza l'area delle stazioni. In particolare affiorano i terreni afferenti al Dominio Panormide e Prepanormide e le unità quaternarie date dai detriti eluvio-colluviali, dai depositi alluvionali, dai detriti di falda e dai depositi di frana.

Stratigraficamente dall'alto verso il basso si hanno le seguenti Formazioni:

FORMAZIONE TERRAVECCHIA (MEMBRO PELITICO ARGILLOSO)

Tale Formazione affiora a sud dell'area degli impianti con la facies pelitico argillosa. In particolare essa appare suddivisa in tre litofacies distinguibili dal diverso contenuto in sabbia in litofacies pelitico sabbiosa, litofacies argillo marnosa e litofacies marnoso sabbiosa. La litofacies che caratterizza l'area in studio è costituita da peliti sabbiose ed argillite che si rinvencono in ampie sinformi. Nel settore meridionale, la componente pelitico sabbiosa di tale formazione, va via via diminuendo verso l'alto, per lasciare posto a marne argillose e sabbiose grigio – azzurre o verdognole. Nessuna delle aree di impianto ricade sui terreni sopra descritti.

Ambiente deposizionale da piattaforma esterna a scarpata. (Tortoniano Superiore – Messiniano Inferiore).

FORMAZIONE CASTELLANA SICULA

L'unità è rappresentata da argille, peliti sabbiose grigio azzurre e giallastre, talvolta ben cementate con forminiferi bentonici, cui si intercalano lenti di arenarie e sabbie quarzoso-micacee. La formazione poggia sui depositi del Flysch numidico, e sulle marne di San Cipirrello.

I principali areali di distribuzione della formazione si rinvencono nel settore centro occidentale dell'area di studio che coinvolge i lotti GS2 – GS3 (C/da Galiello) e parte del lotto GS4; mentre nel settore sud est coinvolge una parte del lotto GM3 (C/da Roccamena) ed una parte del lotto GM4 in corrispondenza della strada provinciale n. 4 Bis.

(Serravalliano Superiore – Tortoniano Inferiore).

Le aree deposizionali sono riferibili ad ambienti di piattaforma e scarpata. Lo spessore varia tra pochi metri a circa 250 metri.

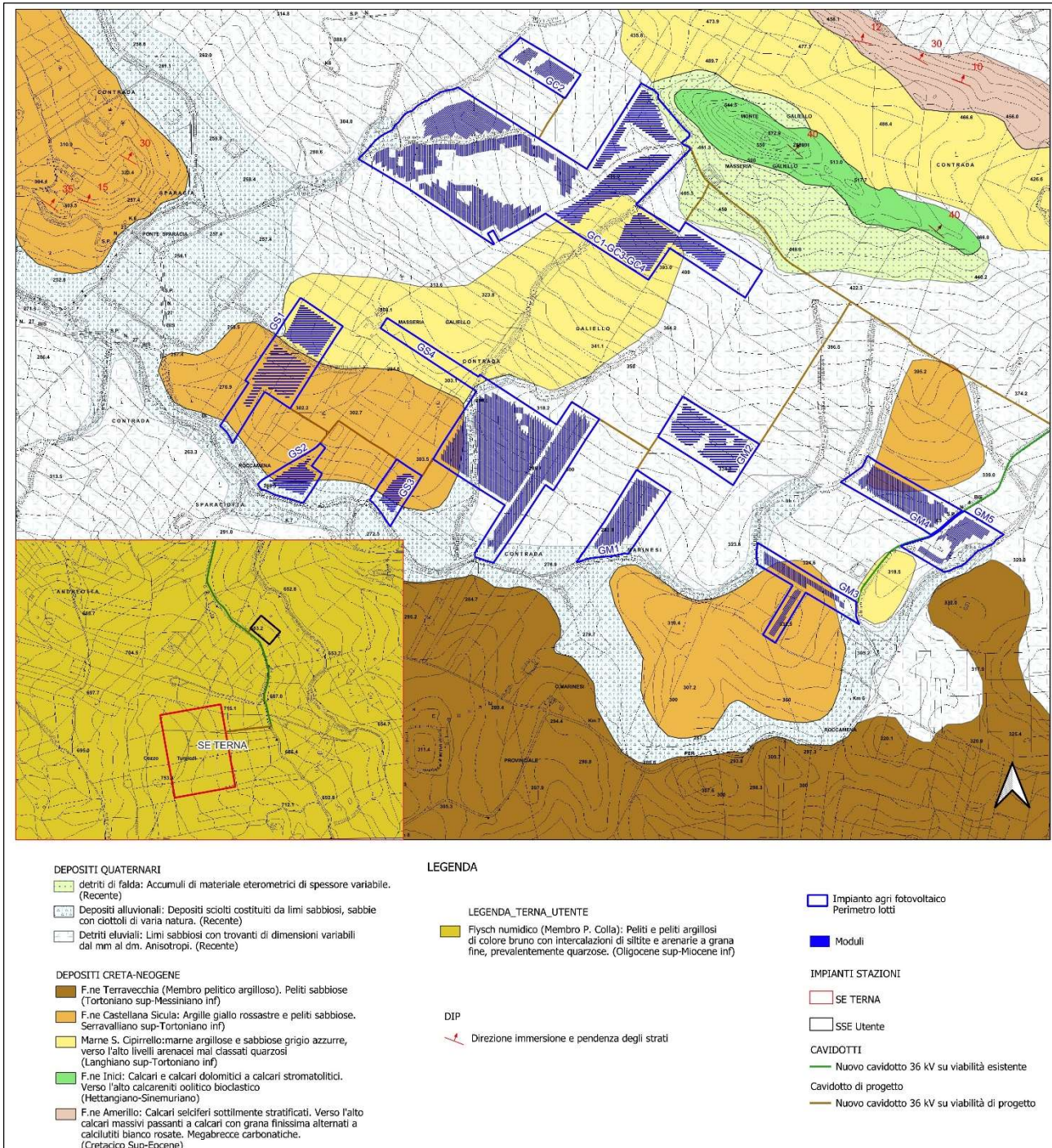


Figura 12. Carta geologica

MARNE DI SAN CIPIRRELLO

La formazione comprende marne e marne argillose grigio verdastre (grigio cenere o bluastre nella parte alta) con contenuto in carbonato di calcio pari al 33%, con scarsa sabbia quarzosa, contenenti una ricca microfauna con prevalente plancton. Verso l'alto si intercalano rari livelli arenacei a composizione quarzosa e quarzosa micacea, e nei livelli sommitali sottili intercalazioni sabbiose. Le marne, spesso deformate, hanno spessori che, seppure difficilmente valutabili in superficie, non dovrebbero superare i 180 metri.

Il principale areale di distribuzione della formazione è il settore centro meridionale dell'area rilevata, dove s'impostano i lotti GC1-GC3-GC4 (C/da Galiello). Un altro modesto affioramento è presente a sud est in prossimità della strada provinciale n. 4 Bis.

(Langhiano Superiore – Tortoniano Inferiore).

FORMAZIONE INICI

Calcari e calcari dolomitici bianchi ad alghe e molluschi, cui si alternano calcari stromatolitici in banchi, verso l'alto calcari oolitici micritizzati e granuli rivestiti. Questi affioramenti rappresentano l'ossatura dei più importanti rilievi carbonatici. La formazione affiora a nord est dell'area di studio nei pressi di "Masseria Galiello"; al di fuori dalle aree di impianto.

(Hettangiano – Sinemurano).

FORMAZIONE AMERILLO

La formazione risulta costituita principalmente da calcilutiti bianche e rossastre con liste e noduli di selce, alternate a calcilutiti e marne calcaree da grigie a verdastre, contenenti foraminiferi planctonici e nannoplancton calcareo, con locali intercalazioni di sottili livelli calcarenitici risedimentati e frammenti di echinidi. Spessori compresi tra 80 e 200 metri.

La formazione affiora a nord est del sito di studio nei pressi di Monte Galiello, al di fuori di tutte le aree di impianto.

(Cretacico Superiore – Eocene).

FLYSCH NUMIDICO (MEMBRO PORTELLA COLLA) – AREA STAZIONI TERNA - UTENTE

La formazione del Flysch in particolare il membro "Portella Colla" è costituito da peliti e peliti argillose di colore bruno, talora manganesifere, a laminazione parallela, a cui si intercalano banchi di siltiti ed arenarie a grana fine, prevalentemente quarzosa a matrice pelitico – arenacea. La loro potenza, non sempre ben valutabile, si aggira sui 300 metri.

La formazione poggia, inferiormente, in paraconcordanza sui depositi carbonatici più recenti della successione Imerese. Il limite stratigrafico superiore può essere discordante ed erosivo con le arenarie quarzose del membro Geraci Siculo.

L'ambiente deposizionale del membro viene ricondotto ad una scarpata deposizionale su cui si sviluppano processi gravitativi che apportano materiale carbonatico extrabacinale.

(Oligocene Superiore – Miocene Inferiore).

DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI DI FRANA

Materiali eterogenei a componente prevalentemente argillosa in accumuli gravitativi a giacitura essenzialmente caotica. I depositi più diffusi formano macereti derivanti dallo smantellamento dei terreni pelitici. Al loro interno sono riconoscibili masse carbonatiche o elementi detritico – carbonatici che derivano da processi di crollo che dissestano, più a monte, i versanti fortemente inclinati dei rilievi più elevati. Spessori si mantengono mediamente tra i 2 e i 10 metri.

Il settore che più caratterizza i dissesti censiti dal PAI è il settore centro settentrionale; in particolare risultano censiti frane a scorrimento (Quiescente) nei pressi della strada provinciale n. 27, essa non interferisce con alcuna parte dell'impianto. Sempre nello stesso settore è presente un colamento attivo e dissesti dovuti ad erosione accelerata anch'esso attivo; dalla loro conformazione e la loro disposizione non coinvolge i lotti GC1-GC3-GC4. Mentre nel settore nord orientale sono presenti due dissesti attivi, un crollo che non interferisce con nessuno dei lotti presenti in quell'area, ed una frana complessa che attraversa il perimetro dell'impianto GC1-GC3-GC4 ma non coinvolge le strutture di progetto.

Per quanto attiene l'area delle stazioni è presente nei pressi di Cozzo Turpiedi, un dissesto del tipo scorrimento (Quiescente) che non interferisce con nessuno delle due stazioni in progetto (Terna e Utente).

DETRITI DI FALDA

Sono dei depositi costituiti da elementi eterometrici anche grossolani, poco cementati o sciolti. Rappresentano estesi corpi detritici, prodotti dallo sgretolamento dei carbonati lungo le pendici del rilievo di Monte Galiello a nord dell'area di studio.

DEPOSITI ALLUVIONALI DI FONDOVALLE

Sono principalmente dei depositi in evoluzione, la cui composizione è data da ciottoli, ghiaie e sabbie, localmente in blocchi, che si accumulano nei talweg dei principali corsi d'acqua a regime torrentizio. La distribuzione areale di tali depositi va da nord-ovest a sud est, tappezzando le aree golenali del Fiume Belice destro. Indagini penetrometriche (Din 7) e sismiche (MASW 6) effettuate in prossimità di questi terreni, hanno restituito valori di $V_{seq} = 328$ m/s; classificando la categoria di sottosuolo come **C**. Le litologie riscontrate variano dai limi argillosi ai limi sabbiosi, con caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità.

DETRITI ELUVIALI E COLLUVIALI

Sono rappresentati da depositi di copertura derivanti dall'alterazione in situ dei depositi in posto o dalla mobilitazione di depositi alterati, sono costituiti da clasti eterometrici in matrice pelitico-sabbiosa. Le Colluvioni, sono dei prodotti di degradazione trasportati dalle acque di dilavamento lungo i pendii, che formano coltri detritiche a leggera pendenza presenti quasi sempre a monte delle pianure alluvionali.

Tali depositi sono presenti nella quasi totalità delle aree su cui saranno realizzate le strutture d'impianto, si estendono da nord verso sud, e da est verso ovest.

Indagini penetrometriche effettuate in punti sensibili dell'area di impianto hanno restituito una successione stratigrafica costituita da limi e limi argillosi con trovanti (Din 1 e Din 3) settore nord dell'area. Mentre per quanto riguarda la porzione centro occidentale dell'impianto (Din 5 e Din 6) si sono riscontrati limi argillosi e limi sabbiosi, con proprietà geotecniche che migliorano con la profondità.

Per quanto attiene alla caratterizzazione sismica della quasi totalità del parco (M1, M2, M4 e M5) hanno restituito valori di V_s equivalente variabili da 292 m/s a 341 m/s. ma tutti ricadenti all'interno della categoria di sottosuolo **C**.

6. IDROGEOLOGIA

Nel presente paragrafo avente come oggetto "l'idrogeologia" sono stati evidenziati i caratteri di permeabilità degli affioramenti litologici, lo sviluppo del reticolo idrografico e la presenza di eventuali falde ed il loro andamento. A tal proposito è stata redatta apposita carta tematica in scala 1: 10.000 sulla quale sono stati rappresentati graficamente gli elementi desunti.

Dal punto di vista idrologico l'area in esame ricade all'interno di un sottobacino del Fiume Belice, nella sua porzione settentrionale. L'impianto ricade in prossimità della confluenza del Fiume "Pietralunga" sul Fiume "Belice destro". L'asta principale del sottobacino di interesse è rappresentata da un vallone senza denominazione, posto a sud dell'impianto, che delimita il confine tra il comune di Monreale e Roccamena e scorre in direzione ovest per poi immettersi in sinistra idraulica sul Fiume "Belice destro".

Lo sviluppo asimmetrico della rete idrografica all'interno del sottobacino è senza dubbio influenzato principalmente dalla litologia dell'area e solo secondariamente dalla topografia.

In linea di massima, la rete idrografica si presenta poco sviluppata sull'intera area, con incisioni talora marcate ed in fase di approfondimento; ciò indica la presenza di terreni scarsamente permeabili o impermeabili e facilmente erodibili. Il reticolo idrografico è abbastanza gerarchizzato ma ancora in via di sviluppo con aste del primo ordine che si immettono in aste di terzo e quarto ordine.



Figura 13. Incisione causata dallo scorrimento dell'acqua

Dal punto di vista idrogeologico è stata approntata una accurata indagine al fine di verificare le caratteristiche di permeabilità, le condizioni di deflusso superficiale e la circolazione e distribuzione delle acque nel sottosuolo, che sono determinate dalle diverse condizioni chimico-fisiche delle rocce presenti.

La **Permeabilità**, è la capacità che la roccia di lasciarsi attraversare dall'acqua. Essa, quindi, dipende dalla porosità della roccia, soprattutto dai reciproci rapporti che i meati hanno all'interno della stessa: meati isolati o intercomunicanti tra loro. Nel primo caso si avranno delle rocce impermeabili; nel secondo caso, se i pori raggiungono e superano le dimensioni in cui si manifestano esclusivamente fenomeni di capillarità, si avranno rocce permeabili.

Al fine di definire meglio le caratteristiche di permeabilità, i litotipi affioranti nell'area sono stati raggruppati in cinque classi in funzione del grado di permeabilità di seguito specificate:

ROCCE PERMEABILI PER FRATTURAZIONE E CARSISMO: Calcari e calcari dolomitici

Questi depositi sono scarsamente permeabili per porosità e altamente permeabili per fessurazione e carsismo. Tale permeabilità tende ad aumentare nel tempo, cioè è legata all'azione solvente dell'acqua (carsismo). Si tratta quindi di permeabilità secondaria in quanto si sviluppa dopo la genesi della roccia. Sono quasi sempre sede di accumulo di acqua quando sono soddisfatte le caratteristiche geometriche idonee all'accumulo di acqua (sinclinali, ecc.).

I calcari e calcari dolomitici sono caratterizzate da una scarsa permeabilità per porosità e da una elevata permeabilità per fessurazione e carsismo. Tale permeabilità gli è conferita dall'intenso grado di fratturazione in cui verte l'ammasso a causa degli stress tettonici subiti e tende ad aumentare nel tempo a causa dell'azione di dissoluzione operata dall'acqua (carsismo). Si tratta quindi di permeabilità secondaria in quanto si sviluppa dopo la genesi della roccia.

ROCCE A PERMEABILITA' ALTA PER POROSITA': Detriti di falda. Essendo rappresentati da elementi a granulometria molto variabile con inclusi eterogranulari sono caratterizzati da valori di permeabilità molto variabili nell'ambito della medio-alta permeabilità. Tale parametro varia in funzione della percentuale di elementi granulometricamente più grossi presenti nel deposito.

ROCCE A PERMEABILITA' MEDIA: Depositi alluvionali e depositi eluvio colluviali. Sedimenti fini costituiti da una matrice limo-argillosa che ingloba frammenti litici di diversa dimensione aumentandone la permeabilità. La pezzatura degli inclusi è solitamente compresa tra il millimetro e qualche metro e la loro disposizione all'interno della matrice non è omogenea. Pertanto il deposito presenta una anisotropia composizionale sia in senso orizzontale che verticale. La permeabilità varia in funzione della percentuale di elementi a granulometria grossolana.



Figura 14. Inclusi di dimensioni metriche

ROCCE A PERMEABILITA' BASSA: Marne argillose e sabbiose grigio azzurre.

Trattasi di rocce aventi una permeabilità primaria bassa. La permeabilità di tali depositi è legata all'azione operata dagli agenti endogeni (fratture indotte da stress tettonici) che tende a diminuire nel tempo a causa dell'ostruzione delle fratture operato dal materiale pelitico trasportato dalla circolazione delle acque. Si tratta quindi di permeabilità secondaria in quanto si sviluppa dopo la genesi della roccia e tende a diminuire nel tempo.

ROCCE IMPERMEABILI: Peliti, Peliti argillose e sabbiose

Tali depositi caratterizzati da una vastissima varietà di materiali fini e finissimi, appartenenti ai terreni a componente prevalentemente argillosa (affioranti estesamente nell'area di studio); hanno da un lato una alta porosità primaria, dall'altro un comportamento praticamente impermeabile. Questo è dovuto al fatto che i pori presentano una dimensione così piccola da non favorire, in condizioni di pressione normale, l'infiltrazione delle acque. Ciò vuol dire che tali depositi non presentano una "porosità utile" tale da permettere ai pori di superare i diametri della capillarità e quindi di rendere intercomunicanti i meati. la presenza talora di frazioni sabbiose è così minima da non influenzare il comportamento impermeabile dei depositi.

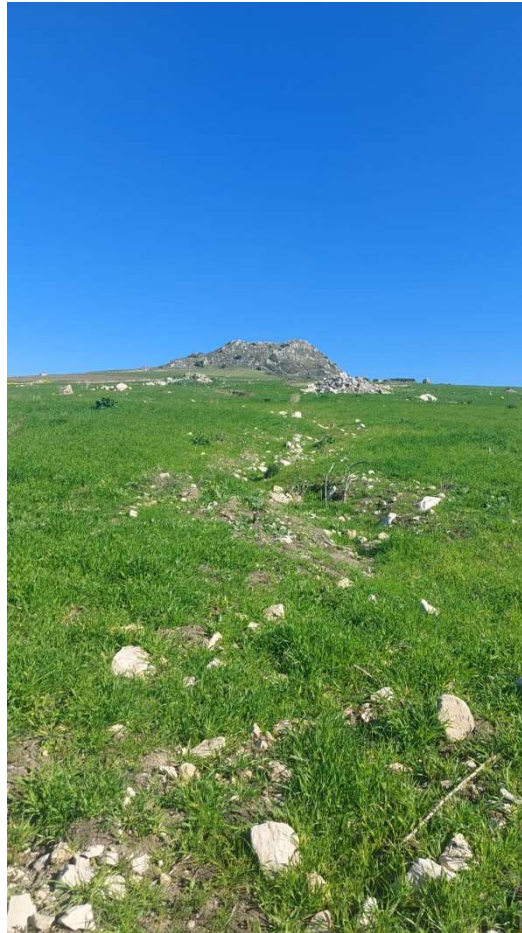


Figura 15. Inclusi di dimensioni centimetriche e decimetriche

6.1. Considerazioni di carattere idrogeologico locale

Da quanto esposto si evince che nell'area in studio la circolazione idrica sotterranea risulta assente o limitata alla porzione più superficiale caratterizzata dalla presenza di depositi eluvio colluviali per uno spessore massimo di circa 3 metri. Come si evince dalla carta idrogeologica allegata in quasi tutta l'area di studio, a causa dell'assetto geologico-stratigrafico, caratterizzato da una prevalenza di terreni argillosi e argilloso sabbiosi e marnosi, da poco permeabili a praticamente impermeabili è favorito il ruscellamento a scapito dell'infiltrazione che avviene solo nei depositi a permeabilità alta o medio alta. I depositi più permeabili presentano una permeabilità per porosità da media ad elevata in funzione della distribuzione granulometrica dei sedimenti e sono sede di falde idriche, in genere superficiali e di consistenza molto limitata, a causa degli spessori piuttosto modesti di tali depositi.

Si osservano inoltre emergenze idriche di irrisoria portata in corrispondenza del contatto tra i terreni di copertura detritica con i terreni argillosi impermeabili. Tali emergenze alimentano abbeveratoi o si perdono lungo i versanti, e raramente risultano captate per lo sfruttamento irriguo.

In definitiva i terreni che affiorano nell'area in esame presentano una condizione di permeabilità poco variabile sia in relazione alla varietà dei termini costituenti le varie successioni stratigrafiche, sia alla frequente variabilità degli aspetti litologici e strutturali riscontrabili all'interno delle singole unità che compongono tali successioni.

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 in senso stretto tale da potere interferire con il sito di studio.

Dal punto di vista idraulico, l'area oggetto di intervento non ricade in aree vincolate come si evince dalle allegatte cartografie del PAI-Idraulica.

Pertanto considerato che:

I siti d'intervento sono posizionati al di fuori o nelle porzioni più alte del reticolo idrografico (alle scaturigini), si esclude che si possano innescare fenomeni di esondazione e/o alluvionamento degli impianti;

Il reticolo idrografico non intercetta le aree d'impianto, ad eccezione del lotto identificato con la sigla CG1-CG2-CG3 e del lotto GS4 ove il reticolo li attraversa, ma non interferisce con l'impianto in quanto aree prive di strutture. Le interferenze con il reticolo idrografico (vedi carta allegata), sono state gestite in modo da non ostacolare il loro naturale e regolare deflusso verso valle. Laddove è stato necessario prevedere degli attraversamenti sono stati progettati appositi tubi "armco" dimensionati per fare defluire le acque provenienti da monte.

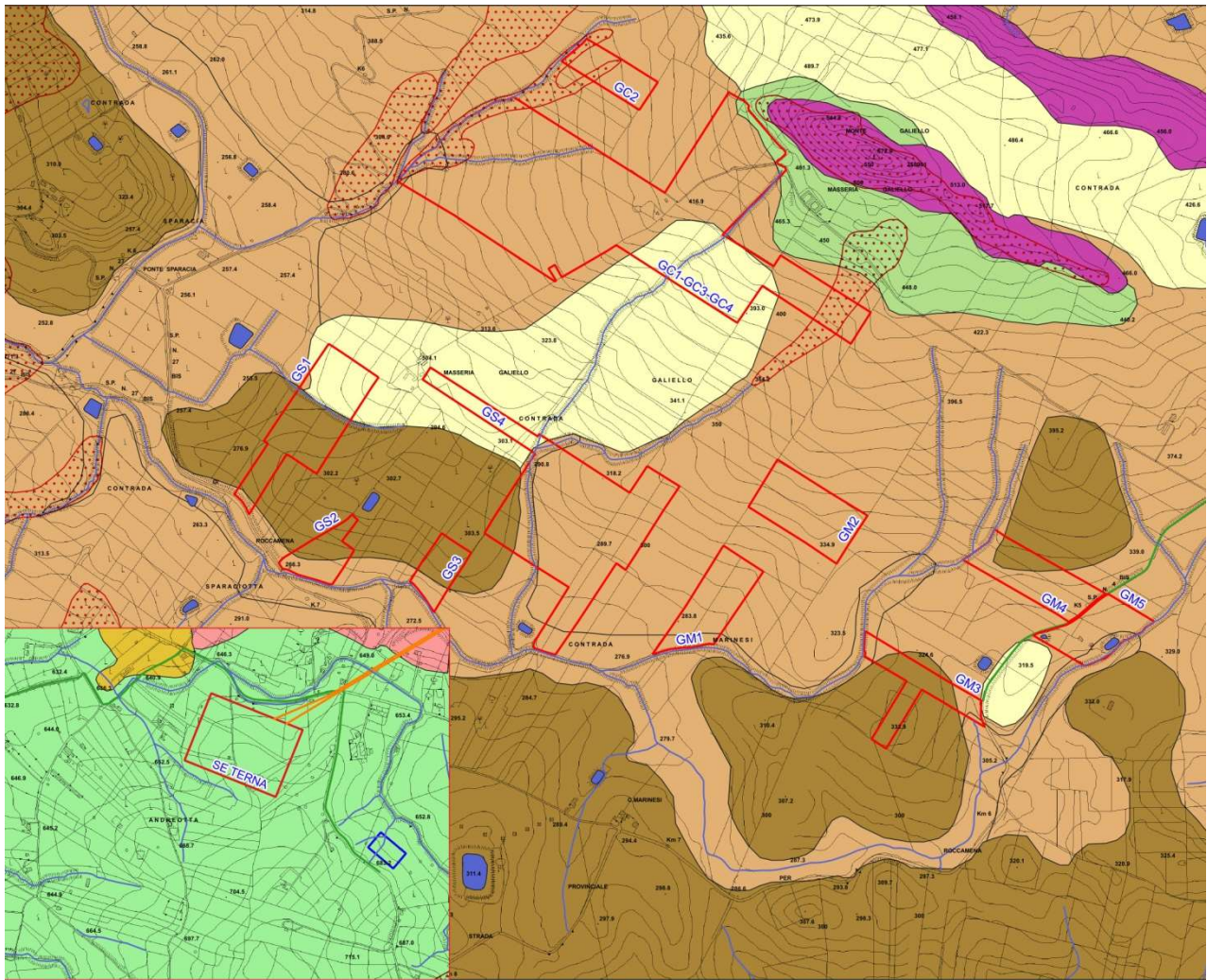
In ogni caso si tratta di attraversamenti di fossi o canali di modesta entità a decorso stagionale che drenano le acque di bacini idrografici aventi superfici molto modeste e talora coincidenti con il perimetro dell'impianto.

Pertanto si ritiene che le strutture in progetto non interferiscano in modo significativo con la rete drenante dell'area non modificando le attuali vie di scorrimento e non interferendo al normale deflusso delle acque verso valle. Inoltre la realizzazione di fossi di guardia e di deflusso sul margine della viabilità in progetto consentirà una migliore regimentazione delle acque.

Sono assenti pozzi in tutta l'area rilevata e da quanto riferito dai coltivatori della zona tutte le perforazioni eseguite a scopo di ricerca idrica non hanno mai rinvenuto acqua;

Le uniche fonti di approvvigionamento sono rappresentate dagli invasi artificiali che raccolgono le acque defluenti durante i periodi piovosi per essere riutilizzate nel periodo estivo;

Dalle ricerche eseguite sul portale SGI dell'Ispra e sul PRGA della Regione Sicilia – Provincia di Palermo è scaturito che non esistono pozzi o sorgenti nelle aree rilevate.



LEGENDA

IDROGEOLOGIA

- Complesso a permeabilità bassissima
- Complesso altamente permeabile per carsismo, fratturazione/fessurazione
- Complesso impermeabile
- Depositi altamente permeabili per porosità
- Depositi mediamente permeabili per porosità

IDROGEOLOGIA_TERNA_UTENTE

- Complesso altamente permeabile per carsismo, fratturazione/fessurazione
- Complesso impermeabile
- Depositi mediamente permeabili per porosità

FRANE CENSITE DAL P.A.I.

- depositi permeabili per porosità

IDROGRAFIA

- Laghi
- Reticolo idrografico

- Impianto agri fotovoltaico
- Perimetro lotti

IMPIANTI STAZIONI

- SE TERNA
- SSE Utente

CAVIDOTTI

- Nuovo cavidotto 36 kV su viabilità e
- Raccordo aereo AT tra SE TERNA e Belloiampo-Caracoli-Ciminna

Figura 16. Carta idrogeologica

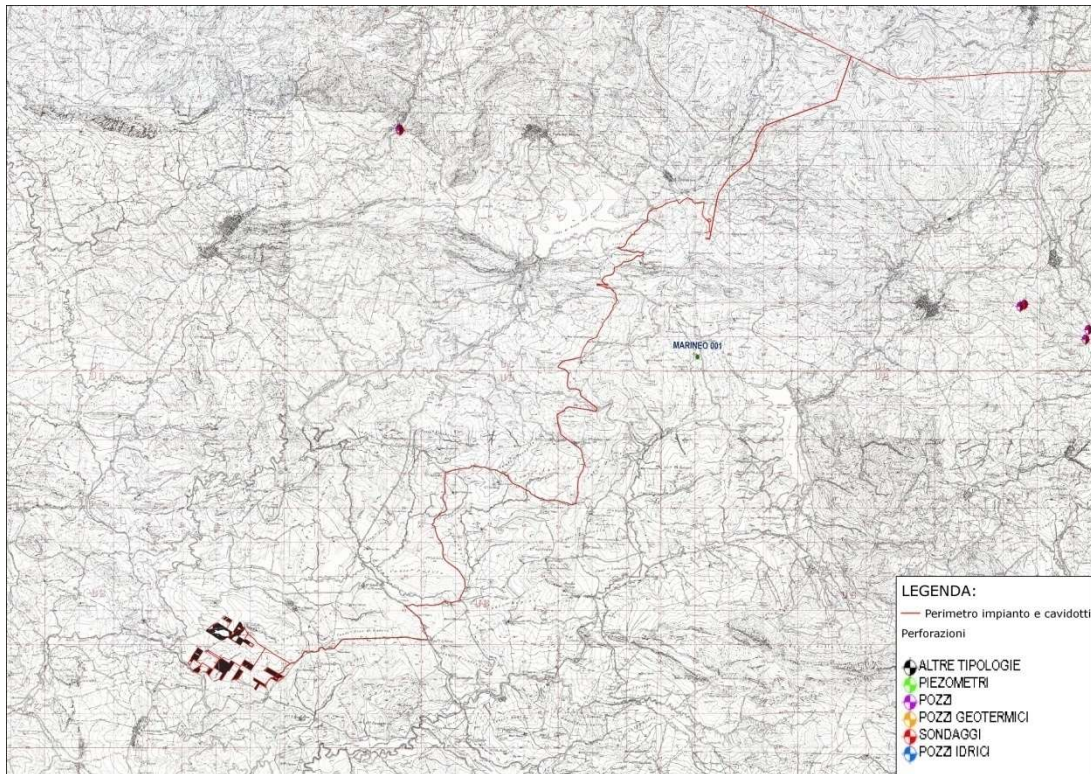


Figura 17. Pozzi per acqua – Fonte dati SGI

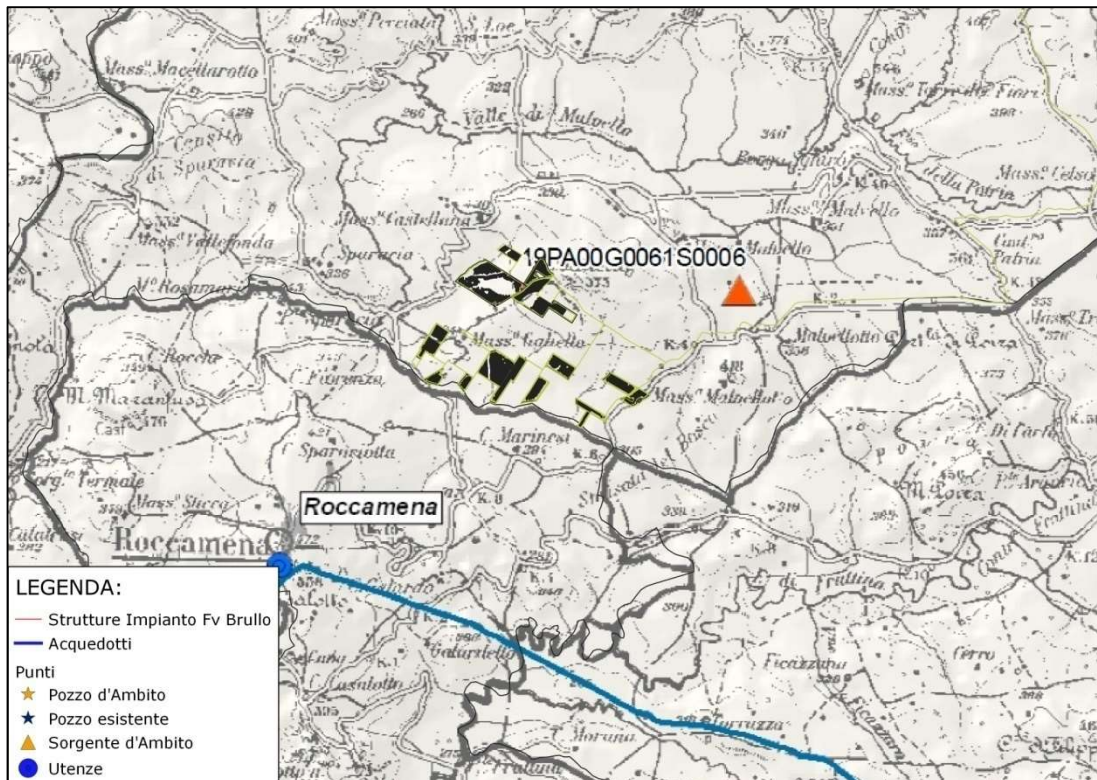


Figura 18. Stralcio PRGA - Regione Sicilia - Provincia di Palermo

Si ritiene che le strutture fondali degli impianti non possano interagire con alcuna falda o con il reticolo idrografico e che pertanto quanto in progetto non interferisca con il contesto idrogeologico nel quale s'inserisce.

6.2. Considerazioni di carattere idraulico e di invarianza idraulica e idrologica

La Legge Regione Siciliana 13 Agosto 2020, n. 19 "Norme per il governo del territorio" all'art. 22 comma 6 prescrive che in fase di pianificazione urbanistica venga redatto, così come previsto dalla Lettera d), tra tutti gli elaborati anche uno studio di compatibilità idraulica (invarianza idrologico e idraulica) redatto secondo i dettami del vigente Piano di Gestione del Rischio alluvioni.

Lo studio è stato sviluppato in accordo a quanto previsto dalle NTA del PAI aggiornate con D.P. Regione Siciliana 06/05/2021 ed ha valutato la presenza di aree alluvionabili a causa dell'esonazione di corsi d'acqua e canali artificiali. Il fine ultimo è stato di valutare la presenza di eventuali livelli di pericolosità che possono determinare fattori di rischio a seguito della realizzazione delle infrastrutture dell'impianto sull'area di territorio studiata con l'obiettivo di valutarne l'idoneità dello stesso alle trasformazioni in progetto. Si riporta di seguito la carta della pericolosità e del rischio idraulico dove si evidenzia che le aree interessate dalle strutture non sono perimetrate con nessun livello di pericolosità e rischio.

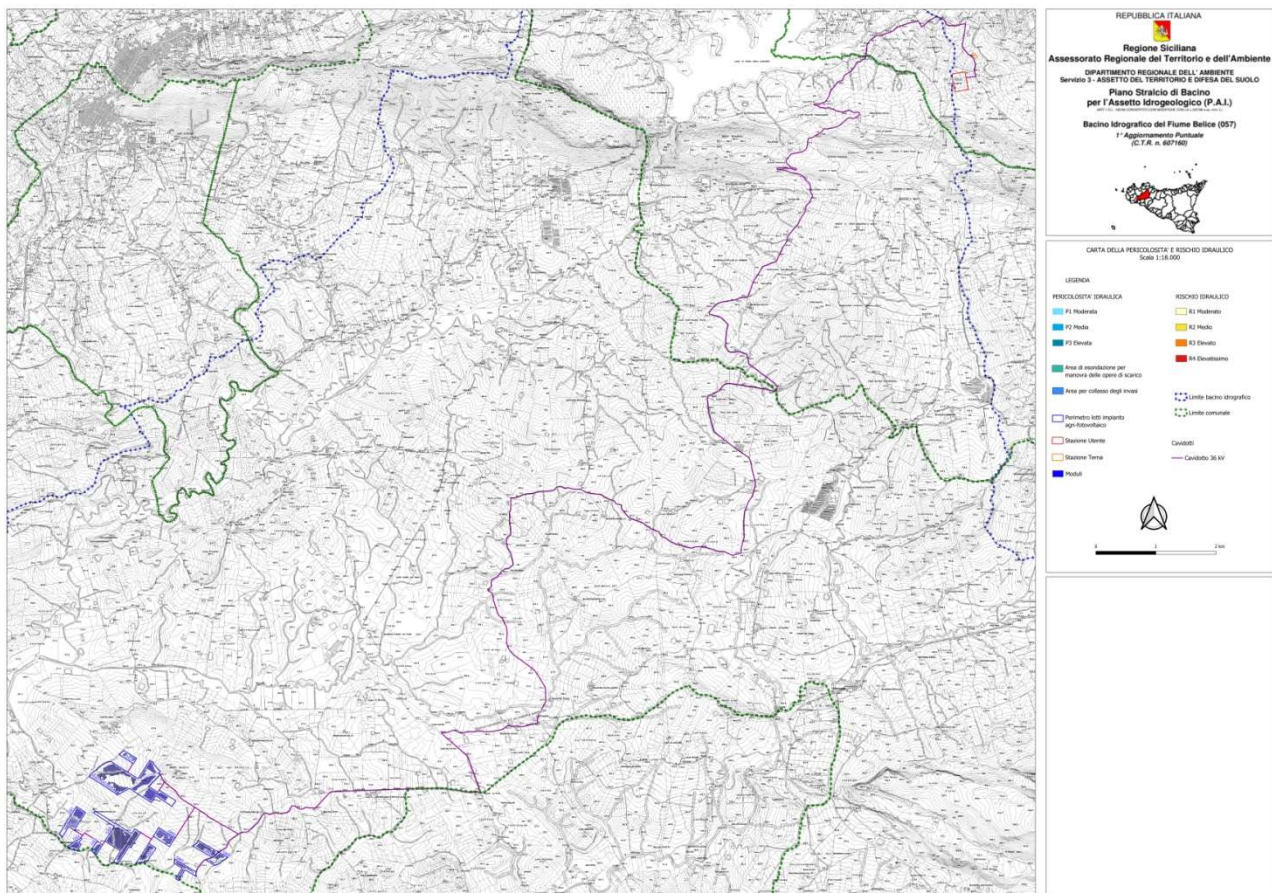


Figura 19. Carta della Pericolosità e Rischio idraulico

Lo studio di compatibilità idraulica, in riferimento a quanto previsto dalle "Linee guida del D.A. 117/2021, è stato articolato in due distinte fasi.

Nella prima fase sono stati ricostruiti i bacini idrografici all'interno dei quali ricadono le aree di impianto ed è stato accertato che le strutture dell'impianto ricadono all'interno del Bacino idrografico del Fiume Belice.

Individuati macro e micro bacini è stato sovrapposto il perimetro d'impianto alle cartografie del PAI sulle quali sono riportate le aree a pericolosità e rischio idraulico al fine di accertare la presenza di aree già censite. Grazie a ciò è stato possibile verificare che l'impianto e le strutture a servizio dello stesso non ricadono all'interno di aree censite a vario grado di pericolosità e rischio idraulico e nemmeno all'interno di siti d'attenzione.

Si è approfondito lo studio verificando se le strutture in progetto interferiscono con il reticolo idrografico ed è stata eseguita una analisi storica del territorio ricadente all'interno dei bacini in esame, al fine di valutare con l'ausilio delle aerofotogrammetrie, la presenza di aree che sono state in passato oggetto di esondazioni o alluvionamento. Il periodo preso in considerazione, grazie alle aerofotogrammetrie messe a disposizione su vari portali della Regione Siciliana, di Google Earth e del Ministero dell'Ambiente va dal 1985 ad oggi. Grazie a queste cartografie e allo studio della morfologia dei luoghi eseguito tramite analisi del rilievo ed alle notizie acquisite dall'intervista ai proprietari dei fondi è stato possibile escludere del tutto la presenza di aree "suscettibili di allagamento". Va precisato che sui fondi sui quali saranno realizzate le strutture esiste un reticolo idrografico che li attraversa e li lambisce. Tuttavia le strutture sono state posizionate in modo tale da non potere essere interessate da fenomeni di alluvionamento o esondazione come descritto al precedente paragrafo. Le uniche strutture che possono interferire con la rete idrografica sono le strade che in parte ricalcano quella esistente.

Il reticolo idrografico interseca la viabilità/cavidotto esistente in 43 punti. Quattro di questi interessano l'impianto di produzione (I1-I2-I42-I43) mentre tutti gli altri interessano la viabilità esistente sui quali sarà realizzato solo il cavidotto e si attraverseranno queste interferenze mediante perforazione teleguidata.

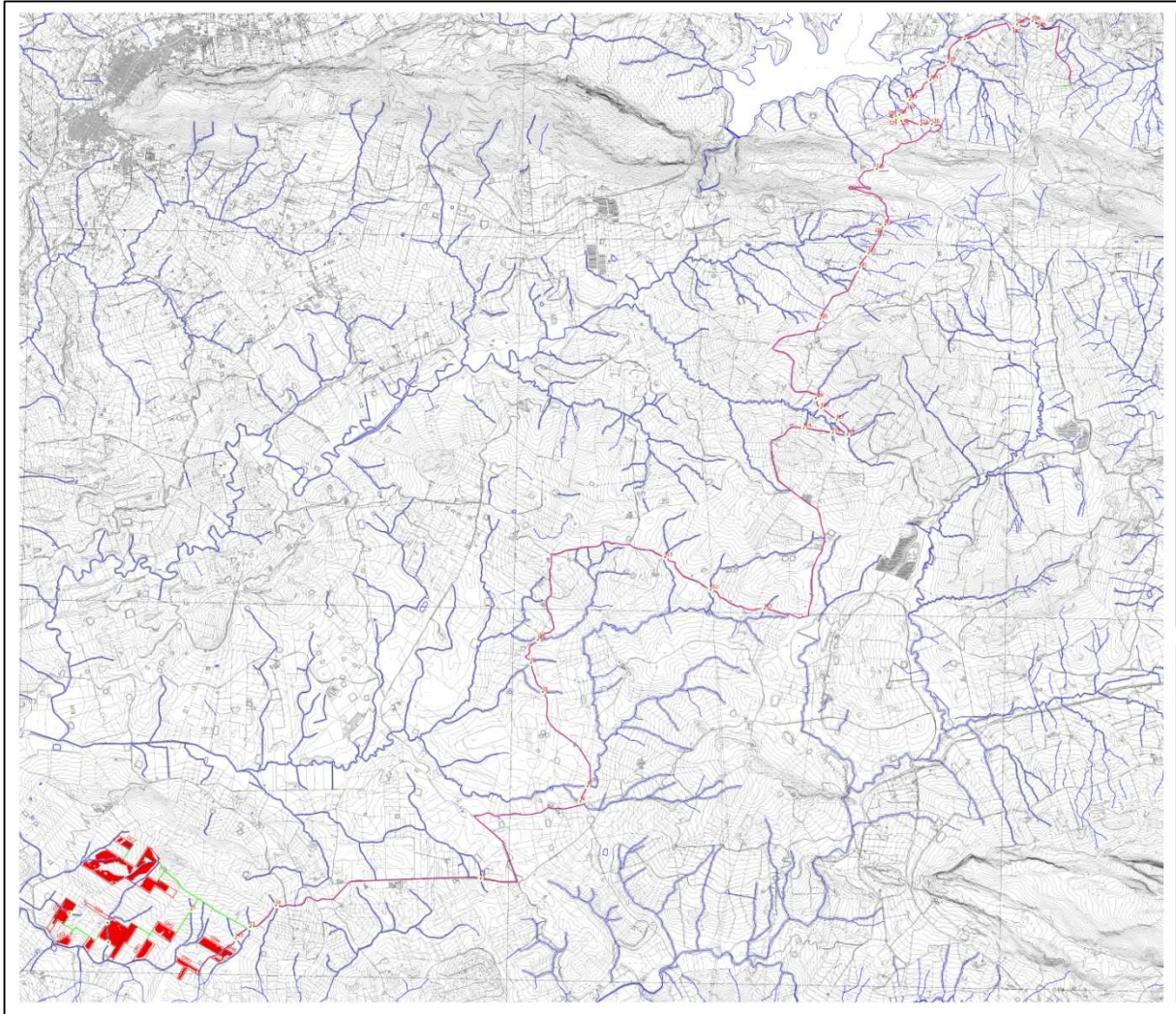


Figura 20. Carta dei punti di interferenza con il reticolo idrografico

Nell'ambito dei lavori sono state previste delle opere di protezione e regimentazione idrauliche al fine di salvaguardare il reticolo idrografico presente nei luoghi.

Le scelte progettuali sono state condotte in modo tale da avere opere ad "impatto zero" sull'esistente reticolo idrografico, recapitando le acque superficiali convogliate dai fossi di guardia presso gli impluvi ed in solchi di erosione naturali esistenti.

L'obiettivo che si è voluto raggiungere è stato quello di intercettare e allontanare tempestivamente le acque di scorrimento superficiale all'interno della zona oggetto di intervento, al fine di garantire la vita utile delle opere civili, riducendo le operazioni di manutenzione al minimo indispensabile.

In tale ottica sono stati dimensionati a protezione delle strutture (Piazzole, viabilità ed aree stazioni) canali e opere di attraversamento idraulico che consentano di smaltire efficientemente le acque di ruscellamento senza causare fenomeni di esondazione ed alluvionamento nelle aree circostanti. Tali opere, nel rispetto della Normativa vigente (NTC 2018) sono stati dimensionati adottando tempi di ritorno di 30 anni per i canali e di 200 anni per i tubi armco.

Successivamente si è passati a valutare gli effetti che la nuova urbanizzazione delle aree agricole determina nei confronti del principio dell'invarianza idraulica e idrologica di cui al DPCM del 7 marzo 2019. Lo studio ha consentito di progettare e dimen-

sionate apposite opere di laminazione (trincee e piccoli invasi) che attraverso il loro sviluppo volumetrico hanno consentito di abbattere le eccedenze idriche date dai differenti coefficienti di deflusso.

In questo modo è stato possibile mantenere inalterati i tempi di corrivazione delle acque superficiali e compensare la riduzione della infiltrazione efficace. Inoltre considerato che non è presente alcuna falda a causa della presenza di terreni argillosi di elevato spessore non è stato alterato il rimpinguamento di una eventuale falda idrica. Grazie a questi interventi mitigatori si è riusciti a raggiungere l'invarianza idrologico-idraulica dei siti così come previsto dalla Normativa vigente.

Tutte le presenti considerazioni trovano ampie ed esaustive spiegazioni, calcolazioni ed illustrazioni nella relazione idrogeologico idraulica e nella relazione degli interventi di invarianza idraulica allegati al progetto.

7. LITOTECNICA

Per la caratterizzazione litotecnica dell'area rilevata si è fatto riferimento alla *Circolare n. 3 del 20 Giugno 2014 "Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici" in particolare all'allegato D (Guida schematica alla definizione di unità litotecniche)*, che ha permesso di redigere la carta Litotecnica in scala 1:10000. La legenda proposta è stata sviluppata partendo da una bipartizione in unità di **substrato geologico e terreni di copertura**, secondo *l'allegato D alla circolare 20/06/2014*, 3 "Guida schematica alla definizione di unità litotecniche".

Questa suddivisione ha permesso di suddividere i depositi con caratteristiche geotecniche scadenti e da depositi con caratteristiche discrete.

TERRENI DI COPERTURA

Depositi alluvionali

Depositi alluvionali: G) Sedimenti a grana medio fine. Materiali coesivi. G2) Limi sabbiosi. Materiali sciolti. G1c) Sabbie inglobanti frammenti spigolosi o arrotondati.

Coltri eluviali

Coltri eluviali: G) Sedimenti a grana medio fine. Materiali coesivi. G2c) Limi sabbiosi inglobanti frammenti spigolosi o arrotondati di dimensione variabili dal millimetro al decimetro. Spessori variabile da 0.70 m – 4.20 m.

Detrito di falda

Detriti di falda: F) Materiali sciolti. F1) Frammenti lapidei arrotondati o spigolosi eterometrici.

Accumuli di frana

H) Sedimenti a grana fine. Materiale eterogeneo a componente prevalentemente argillosa con giacitura caotica; F) sedimenti a grana grossa, F1) frammenti lapidei e/o spigolosi. Spessori variabili 5 – 10 m.

SUBSTRATO GEOLOGICO

A) Successioni carbonatiche. A1 Poliedri giustapposti volume medio oltre 1 mc. Rientrano in questa categoria i calcari e calcari

dolomitici della F.ne Inici; rocce coerenti, massivi e verso l'alto della formazione si trovano livelli biocalcarenitici.

A) Successioni carbonatiche. A2) Poliedri giustapposti volume medio oltre 0.1 mc. La successione (F.ne Amerillo), è caratterizzata da Calcari selciferi sottilmente stratificate, passano verso l'alto a calcari massivi con grana finissima alternati alle calcilutiti

B) Successioni con alternanze di litotipi diversi. Successioni ordinate B4; litotipi argillosi in percentuale superiore (60%-70%) ai litotipi lapidei. Spessore circa 250 m. rientrano in questa categoria le argille giallo rossastre e peliti sabbiose della F.ne Castellana Sicula. Litotipi pseudocoerenti alternati a litotipi litoidi delle peliti sabbiose più coerenti.

B) Successioni con alternanze di litotipi diversi. Successione strutturalmente ordinate con percentuale di litotipi argillosi superiore ai litotipi lapidei. Rientrano a questa categoria la F.ne del Flysch Numidico caratterizzati da peliti e peliti sabbiose con intercalazioni di litotipi più duri di siltite e arenarie con grado di cementazione alto. Sono delle rocce pseudocoerenti.

C) Successioni conglomeratico sabbioso argilloso: H) Sedimenti a grana fine; H1) argille; G) Sedimenti a grana medio fine; G1) Sabbie. Verso l'alto livelli arenacei a medio grado di cementazione. Rientrano in questa categoria le Marne di S. Cipirrello

che sono costituiti dalle marne argillose e sabbiose che passano verso l'alto a livelli arenacei. Sono delle rocce pseudocoerenti con diverso grado di cementazione per i livelli arenacei.

C) Successioni conglomeratico sabbioso argilloso. H) Sedimenti a grana fine. H1) argille. G) Sedimenti a grana medio fine. Materiali cementati. G3) Sabbie. Appartengono a questa categoria i litotipi della F.ne Terravecchia, costituiti da peliti sabbiose, pseudocoerenti.

DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEI TERRENI DI COPERTURA

Depositi Eluviali

Depositi scarsamente cementati, costituiti da limi sabbiosi con trovanti di varia natura e pezzatura con dimensioni variabili dal millimetro al decimetro, anisotropi. Spessori non oltre i 5 m. Sono dei terreni con caratteristiche geotecniche discrete con carico di rottura inferiore ai 2 Kg/cm^q.

Depositi alluvionali

Sono dei terreni costituiti da materiali sciolti assimilabili a ghiaie, sabbie, limi e ciottoli di varia natura, sono dei depositi formati da particelle libere, prive di leganti naturali, appoggiate le une sulle altre. Nelle aree golinali sono caratterizzati da depositi a grana fine o finissima, costituiti principalmente da limi, limi argillosi.

Sono particolarmente franose se sciolti. Rientrano nella categoria delle rocce incoerenti. Sono terreni mediamente scadenti. I cedimenti sono generalmente il fattore determinante.

Detrito di falda: Non definibili dal punto di vista geotecnico.

Depositi di frana

Sono costituiti da materiali eterogenei a componente e struttura caotica, all'interno di questi depositi possono includere delle masse litoidi. Terreni particolarmente scadenti dal punto di vista geotecnico. Spessori variabile tra i 2 m – 10 m.

DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEL SUBSTRATO GEOLOGICO

Successioni carbonatiche (A)

Sono terreni costituiti da litotipi coerenti, caratterizzate da Calcari, calcari dolomitici e calcari selciferi. Sono delle formazioni particolarmente tettonizzate con giacitura non perfettamente preservata, dotati di buone caratteristiche geotecniche e di carichi di rottura mediamente elevati. Laddove intensamente fratturati danno luogo a fenomeni di disfacimento con crolli localizzati e successiva formazione di accumuli detritici. Sono dotati di buone caratteristiche geotecniche, non danno luogo a cedimenti ed il carico di rottura è superiore a 2 kg/cm².

Successioni con alternanze di litotipi diversi (B)

Sono terreni costituiti da una alternanza di litotipi coerenti e pseudocoerenti, caratterizzate da argille e peliti sabbiose alternati a livelli di arenarie e siltite; Sono delle formazioni poco tettonizzate con giacitura preservata. (B4).

Sono dotati di buone caratteristiche geotecniche e di carichi di rottura mediamente elevati. Laddove intensamente fratturati danno luogo a fenomeni di disfacimento con crolli localizzati e successiva formazione di accumuli detritici. Sono dotati di buone caratteristiche geotecniche, non danno luogo a cedimenti ed il carico di rottura è superiore a 2 kg/cm².



Successione conglomeratico – sabbioso – argilloso (C)

Sono dei depositi costituiti da argille, argille marnose, argille e peliti sabbiose con intercalazioni di arenarie. Sono dotati di coesione da discreta a buona, la parte superficiale di questi depositi potrebbero risultare alterati con caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità. Carico di rottura inferiore a 2 kg/cm².

8. PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Nell'ambito del presente studio relativo alla compatibilità geomorfologica ai sensi dell'art 15; legge regionale 16/16 redatto ai sensi della circolare ARTA n. 3 del 20/06/2014; la carta della pericolosità geologica rappresenta uno strumento efficace di conoscenza del territorio fisico per perimetrare aree ove non è consigliabile costruire delle strutture o è necessario adottare opportuni accorgimenti progettuali per poterle realizzare. Nel caso in oggetto sono stati studiati i caratteri litologici, idrogeologici, geomorfologici e litotecnici al fine di poter approdare alla carta della instabilità potenziale. Tale carta rappresenta i parametri di tipo geografico-fisico, geologico-ambientali, che maggiormente condizionano la dinamica di versante e che rappresentano i singoli fattori predisponenti alla franosità.

A seguito della elaborazione di questa carta si è eseguito un incrocio con le carte del PAI piano stralcio del bacino per l'assetto idrogeologico 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.

In tale elaborato viene considerata anche l'impedenza offerta dalla vegetazione; la potenziale propensione al dissesto di un versante, può quindi essere in parte inibita o accentuata dalla presenza di una determinata copertura vegetale.

L'ultima sovrapposizione con la carta geomorfologica è stata propedeutica per l'individuazione e la rappresentazione di tutte quelle forme legate all'orografia e alla struttura, le forme legate all'azione delle acque correnti superficiali e le forme legate all'azione della gravità. Nella carta geomorfologica in scala 1:10000 sono stati collocati tutti i fenomeni geomorfologici presenti, siano essi attivi, inattivi o quiescenti.

Quest'ultima fase ha permesso di predisporre l'elaborato di sintesi rappresentato dalla carta della pericolosità geologica. Questa rappresenta la propensione di una determinata area all'insorgere di movimenti di massa e comunque la valutazione del reale stato di pericolosità presente sul territorio, intesa come la probabilità che un determinato fenomeno si verifichi, che non può essere disgiunta dalla determinazione della dinamica evolutiva del fenomeno stesso e delle cause che lo hanno generato. Pertanto tenuto conto della definizione di **PERICOLOSITÀ** che esprime la probabilità che un fenomeno, potenzialmente distruttivo e di determinata intensità, si verifichi in un dato periodo ed in una data area, esprimibile anche come:

Pericolosità = suscettività x cinematica e dimensione del fenomeno

risulta necessario definire i fattori generali di un generico dissesto idrogeologico, quindi sulla base delle conoscenze geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche, individuare e delimitare porzioni di territorio all'interno delle quali si verifica una distribuzione omogenea delle diverse tipologie dei fenomeni franosi. La valutazione qualitativa e quantitativa dei dissesti si basa sulla concomitanza di diversi fattori che ne sono all'origine come:

- condizioni geolitologiche;
- condizioni idrogeologiche;
- condizioni morfologiche;
- condizioni metereologiche;
- copertura vegetale;
- interventi diretti dell'uomo.

Questi fattori possono essere inglobati in due grandi categorie: fattori antropici e fattori naturali.

Sulla base di quanto relazionato si conclude che nell'area in esame non sono presenti elementi che possano determinare fattori di pericolosità e successivamente di rischio e pertanto si può affermare che l'area oggetto di studio è libero da fattori di pericolosità.

Per quanto ciò detto e per quanto rappresentato nella carta della Pericolosità geologica in allegato, si può affermare che la realizzazione delle strutture previste è possibile ed idonea, poiché non determinerà alcuna interferenza con gli equilibri geostatici locali e sulla stabilità globale dell'area di impianto.

Nell'ambito del presente studio relativo alla compatibilità geomorfologica ai sensi dell'art 15; legge regionale 16/16 redatto ai sensi della circolare ARTA n. 3 del 20/06/2014; la carta della pericolosità geologica rappresenta uno strumento efficace di conoscenza del territorio fisico per perimetrare aree ove non è consigliabile costruire delle strutture o è necessario adottare opportuni accorgimenti progettuali per poterle realizzare. Nel caso in oggetto sono stati studiati i caratteri litologici, idrogeologici, geomorfologici e litotecnici al fine di poter approdare alla carta della instabilità potenziale. Tale carta rappresenta i parametri di tipo geografico-fisico, geologico-ambientali, che maggiormente condizionano la dinamica di versante e che rappresentano i singoli fattori predisponenti alla franosità.

A seguito della elaborazione di questa carta si è eseguito un incrocio con le carte del PAI piano stralcio del bacino per l'assetto idrogeologico 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.

In tale elaborato viene considerata anche l'impedenza offerta dalla vegetazione; la potenziale propensione al dissesto di un versante, può quindi essere in parte inibita o accentuata dalla presenza di una determinata copertura vegetale.

L'ultima sovrapposizione con la carta geomorfologica è stata propedeutica per l'individuazione e la rappresentazione di tutte quelle forme legate all'orografia e alla struttura, le forme legate all'azione delle acque correnti superficiali e le forme legate all'azione della gravità. Nella carta geomorfologica in scala 1:10000 sono stati collocati tutti i fenomeni geomorfologici presenti, siano essi attivi, inattivi o quiescenti.

Quest'ultima fase ha permesso di predisporre l'elaborato di sintesi rappresentato dalla carta della pericolosità geologica. Questa rappresenta la propensione di una determinata area all'insacco di movimenti di massa e comunque la valutazione del reale stato di pericolosità presente sul territorio, intesa come la probabilità che un determinato fenomeno si verifichi, che non può essere disgiunta dalla determinazione della dinamica evolutiva del fenomeno stesso e delle cause che lo hanno generato. Pertanto tenuto conto della definizione di **PERICOLOSITÀ** che esprime la probabilità che un fenomeno, potenzialmente distruttivo e di determinata intensità, si verifichi in un dato periodo ed in una data area, esprimibile anche come:

Pericolosità = suscettività x cinematica e dimensione del fenomeno

Risulta necessario definire i fattori generali di un generico dissesto idrogeologico, quindi sulla base delle conoscenze geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche, individuare e delimitare porzioni di territorio all'interno delle quali si verifica una distribuzione omogenea delle diverse tipologie dei fenomeni franosi. La valutazione qualitativa e quantitativa dei dissesti si basa sulla concomitanza di diversi fattori che ne sono all'origine come:

- condizioni geolitologiche;
- condizioni idrogeologiche;
- condizioni morfologiche;
- condizioni metereologiche;

- copertura vegetale;
- interventi diretti dell'uomo.

Questi fattori possono essere inglobati in due grandi categorie: fattori antropici e fattori naturali.

Sulla base di quanto relazionato si evince che nell'area in esame in corrispondenza dell'impianto oggetto di studio non sono presenti manifestazioni franose in atto, le aree a dissesto PAI ricadono al di fuori dell'area di studio.

Per quanto detto è per quanto rappresentato nelle carte della Pericolosità geologica, si può affermare che la realizzazione delle strutture previste è possibile ed idonea, poiché non determinerà alcuna interferenza con gli equilibri geologici locali e sulla stabilità globale dell'area di impianto.

9. PERICOLOSITA' SISMICA

La valutazione della pericolosità sismica del territorio esaminato è stata approntata grazie ad una analisi approfondita degli elementi caratterizzanti nonché dall'analisi degli elementi bibliografici presenti nell'area di studio.

La valutazione della pericolosità sismica ha la finalità di fornire gli elementi per realizzare gli strumenti atti alla mitigazione degli effetti dell'evento sismico (RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO). Tale obiettivo si concretizza con l'individuazione di parametri e indici rispetto ai quali dovranno essere eseguiti gli interventi strutturali nelle aree da insediare. Questi parametri misurano lo scuotimento del suolo e gli eventuali effetti cosismici.

Lo scuotimento, derivante dalla deformazione reversibile del terreno, viene in genere definito a seguito di uno studio di pericolosità sismica il cui risultato è espresso da curve di probabilità dei parametri del moto, riferiti ad un certo periodo di osservazione e ad un litotipo avente caratteristiche geofisiche uniformi (**Substrato geologico**). Il passo successivo consiste nel determinare se e come l'azione sismica di base, funzione delle caratteristiche generali di sismicità delle aree prossime al sito, sia modificata a causa delle particolari caratteristiche topografiche, geomorfologiche, stratigrafiche e meccaniche dei terreni di copertura.

Per una prima valutazione sui fenomeni di amplificazione sismica locale per le zone stabili e su eventuali fenomeni di instabilità è necessaria la conoscenza del modello geologico tecnico secondo gli standard di rappresentazione per la Microzonazione sismica (MS).

In particolare sono state individuate sia le problematiche geologiche che gli effetti di sito attendibili nell'area di studio.

Visto che il territorio di studio non rientra nel Piano nazionale per gli interventi di prevenzione del rischio sismico previsti dall'art. 11 del D.L. 28/04/2009 n. 39, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24 Giugno 2009 n. 77.

I fattori di caratterizzazione e risposta sismica locale dovranno essere definiti sulla base di dati esistenti ed implementate con indagine integrative. In particolare dovranno essere individuate sia le problematiche geologiche che gli effetti di sito attendibili nell'area di studio in cui devono essere distinte le zone interessate da:

- fenomeni franosi in atto e quiescenti;
- aree potenzialmente franose;
- aree di fondovalle;
- aree suscettibili a potenziali fenomeni di liquefazione;

Pertanto, lo studio è stato approntato secondo la circolare ARTA n. 3 del 20/06/2014 attenendosi ai contenuti relativi agli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica e successivi aggiornamenti, approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla conferenza unificata delle regioni e delle province autonome che definiscono la metodologia per la redazione della Carta Geologico – Tecnica (CGT_MS) e della relativa legenda.

Nella CGT_MS è possibile rappresentare le unità affioranti in unità geologico-tecniche attribuibili ai terreni di copertura o al substrato geologico.

Per i terreni di copertura sono previsti codici derivanti dal Sistema di classificazione dei suoli (UnifiedSoilClassification System mod., ASTM, 1985), con i quali sono esclusivamente classificabili diversi tipi di formazioni superficiali clastiche non consolidate, sulla base dei loro caratteri granulometrici.

Ulteriori informazioni sulle geometrie bidimensionali dei corpi litologici sono desumibili dall'attribuzione dei terreni di copertura a determinati ambienti genetico-deposizionali.

Una tipologia di terreno di copertura è interamente identificata con un codice a quattro lettere. Le prime due, maiuscole, si riferiscono ai caratteri granulometrici, mentre le altre due, in minuscolo, designano l'ambiente genetico-deposizionale. Per la distinzione delle unità geologico-tecniche dei terreni di copertura è necessario che per ciascun orizzonte rilevato in affioramento e/o attraversato da dati di sottosuolo, siano disponibili le informazioni utili a definire i due parametri di classificazione (es. granulometria, analisi di facies e geomorfologiche). La designazione degli orizzonti non consolidati si riferisce alla granulometria dominante di miscele di materiale clastico di diverse dimensioni.

Al substrato geologico sono assegnate tutte le unità geologico-tecniche costituite da rocce compatte, di natura lapidea (codice "LP") o granulare cementata (codice "GR") o coesiva sovraconsolidata (codice "CO"), o orizzonti caratterizzati da alternanze di litotipi in strati sottili non rappresentabili separatamente in carta (codice "AL"). A essi è stata introdotta una nuova tipologia di substrato geologico definito "Incoerente o poco consolidato" a cui è associato il codice "IS", con lo scopo di poter classificare all'interno delle unità del substrato quei terreni incoerenti o poco consolidati (ad esempio sabbie incoerenti, semicoerenti e argille poco consolidate plio-pleistoceniche, vulcanoclastiti incoerenti o semicoerenti) che per la loro posizione stratigrafica fanno parte del substrato geologico.

Per le unità del substrato geologico massive si usano i codici rispettivi a due lettere maiuscole. Gli stessi codici seguiti dalla "S" identificano orizzonti con analoghe caratteristiche litologiche, ma stratificati. Per indicare le unità del substrato geologico affette da alterazione/fratturazione si utilizza il prefisso SF da anteporre ai codici che designano la litologia.

Inoltre, dai dati di base e le indagini in sito, hanno consentito la mappatura delle aree instabili o potenzialmente instabili in caso di evento sismico, e delle forme geomorfologiche di superficie e/o sepolte particolarmente importanti per problematiche sismiche. (Carta della pericolosità sismica allegata).

Di seguito vengono riportate le caratteristiche salienti delle tipologie di substrato geologico e delle relative coperture rinvenute nell'area in studio.

SUBSTRATO (Zone stabili)

Le osservazioni su esposte hanno permesso di distinguere per l'area oggetto di studio diverse tipologie di substrato geologico con marcato differente comportamento tecnico-sismico, affiorante o sub-affiorante, che presentano caratteristiche fisico-meccaniche e condizioni di alterazione e fratturazione molto differenti, le cui caratteristiche peculiari vengono di seguito descritte:

SFLP/SFLPS Substrato lapideo fratturato/alterato/stratificato: Sono delle rocce carbonatiche perlopiù caratterizzati da calcari, calcari dolomitici e selciferi, litotipi massivi e tenaci di grosse dimensioni, stratificazione massiva. Indagini MASW eseguiti su queste rocce hanno restituito valori di $V_{s30} = V_{seq}$ superiori a 1000 m/s; con categoria di suolo di fondazione di tipo A.

CO Coesivo sovraconsolidato: A questo substrato sono stati fatti rientrare le argille e le peliti sabbiose della F.ne Castellana Sicula. Indagini sismiche MASW (M6) in prossimità di questi substrati hanno restituito un valore di V_{seq} pari a 328 m/s; con categoria di sottosuolo C. Le proprietà geotecniche sono caratterizzati da un graduale aumento con la profondità.

COS Coesivo sovraconsolidato, stratificato: A questa categoria appartengono le marne argillose e sabbiose della F.ne di San Cipirello, sono dei litotipi con un buon grado di coesione. Prove penetrometriche (Din 2 – Din 4) effettuate su quei substrati,

mostrano caratteristiche geotecniche abbastanza soddisfacenti che migliorano con la profondità. Per quanto riguarda le indagini MASW (M3) eseguiti su questi litotipi hanno restituito valori di $V_{seq} = 319$ m/s. con categoria di sottosuolo C.

COPERTURA (Zone soggette ad amplificazione sismiche)

Per quanto riguarda i terreni di copertura, questi sono stati raggruppati in funzione della litologia prevalente, dell'ambiente deposizionale che li ha originati e delle caratteristiche geologico-tecniche, nonché sismiche. Le varie tipologie di coperture distinte vengono di seguito esposte.

Copertura MLec: Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (Depositi eluvio). Poggiano sui substrati geologici coesivi sovraconsolidati (CO) e coesivo sovraconsolidato stratificato (COS). Le prove penetrometriche (Din 1; Din 3, Din 5; e Din 6) mostrano un miglioramento delle proprietà geotecniche con la profondità, con spessori variabili che superano i 5 metri di profondità. Mentre per quanto riguarda le caratteristiche sismiche, indagini effettuate su tali terreni (M1; M2; M4; M5) mostrano valori di V_{seq} variabili da 249 m/s a 341 m/s, pertanto rientrano nella categoria di sottosuolo C.

Copertura SMes – Sabbie limose, miscele di sabbia e limo; (depositi fluviali), sono rappresentate da depositi sciolti costituiti da limmi sabbiosi, sabbie e ciottoli. Indagini sismiche (M6) hanno restituito valori di $V_{seq} = 328$ m/s, e le caratteristiche geotecniche che migliorano con la profondità. Poggiano principalmente sul substrato coesivo sovraconsolidato (CO) da nord-ovest a sud-est, mentre nella porzione centrale dell'areale di studio sono coevi alla copertura MLec.

Falda detritica: non definibili dal punto di vista geotecnico e sismico.

9.1. Aree instabili e/o potenzialmente instabili

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla instabilità di versante presenti nel territorio in esame, questi sono stati analizzati, distinguendoli per il loro stato di attività e per tipologia del fenomeno franoso in atto o potenziale, riportati nella Carta dei dissesti del P.A.I.

Per quanto riguarda il cinematiso dei dissesti si ha:

- stato attivo, qualora siano presenti evidenze morfologiche di movimento che, non avendo esaurito la loro evoluzione, possono considerarsi recenti, riattivabili nel breve periodo con frequenza e/o con carattere stagionale;
- stato quiescente, qualora siano presenti evidenze morfologiche che, non avendo esaurito la loro evoluzione, hanno la possibilità di riattivarsi;
- stato inattivo, qualora gli elementi morfologici siano riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali o non presentino condizioni di riattivazione o di evoluzione.

Le frane presenti nell'area in esame rilevata sono essenzialmente del tipo a cinematica veloce (Crolli - attivi), mentre i dissesti a scorrimento (Quiescente) e colamento (Attivi) sono principalmente a cinematiso lento; mentre per quanto riguarda le frane non definite e complessa (attive), il cinematiso risulta di difficile interpretazione.

Nessuna delle frane censita dal PAI ricadono nei pannelli che potrebbero compromettere una eventuale instabilità.

9.2. Liquefazione

In fase di progettazione e di verifiche sismiche di un qualsiasi manufatto, è necessario che si riscontri la stabilità dello stesso alla liquefazione. La stessa definisce 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. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

9.3. Esclusione dalla verifica a liquefazione

Nel caso si manifesti almeno una delle circostanze indicate dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, la verifica a liquefazione può essere omessa. Di seguito sono indicate le condizioni di riferimento:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g.

Per il calcolo dell'accelerazione massima vanno considerate l'accelerazione di base a_g e l'amplificazione S , data dal prodotto tra l'amplificazione stratigrafica S_s e quella topografica S_t :

$$a_{max} = a_g + S = a_g + S_s * S_t$$

Considerato che il valore di a_g per il sito considerato è uguale a 0,6 g, che il valore del coefficiente di amplificazione sismica $maxS$ è pari a 1,38 e che il valore del coefficiente di amplificazione topografica S è pari a 1 il loro prodotto restituisce un valore di accelerazione al suolo per lo stato limite SLV è pari a 0,882 la quale è superiore al limite definito di 0,1. Dunque questa circostanza risulta **non verificata**.

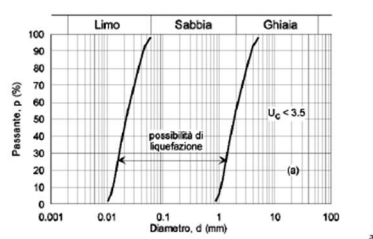
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.

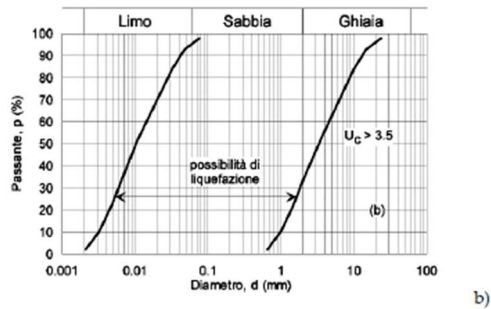
Circostanza **verificata** in quanto la falda è assente e pertanto non saranno suscettibili a fenomeni di liquefazione.

3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata ($N1$) $60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove ($N1$) 60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

La circostanza risulta **non verificata** in quanto non siamo in presenza di sabbie pulite anche se il valore della resistenza normalizzata ($N1$) 60 risulta essere ad alcune profondità maggiore del valore soglia di 30 indicato.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura seguente (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e nella figura seguente (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$. Non sono state effettuate delle analisi granulometriche sui terreni, ma la natura sabbiosa e ghiaiosa dei depositi porta a considerare che tali depositi siano esterni al fuso indicante la possibilità di liquefazione. Dunque questa circostanza risulta **non verificata**.





Come descritto in precedenza, una delle quattro circostanze (la numero 2) definite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 risulta verificata facendo sì che la verifica a liquefazione non sia necessaria in questa fase progettuale.

9.4. Forme geomorfologiche e faglie capaci

Ai fini del presente studio non sono state segnalate né orli di scarpata, né linee di cresta, né faglie attive e capaci in prossimità delle strutture di progetto così come risulta dal database delle strutture sismogenetiche disponibile per il territorio italiano, (DISS, Database of Individual Seismogenic Sources, Basili *et al.*, 2008).

9.5. Considerazioni sismiche locali conclusive

Il presente studio ha permesso di individuare **Zone stabili** in cui sono assenti effetti locali e gli scuotimenti attesi sono equiparabili a quelli forniti dagli studi di pericolosità sismica di base; **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica** in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio; e **Zone di attenzione per le instabilità** esposte ad attivazione di fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante).

10. GEOTECNICA

Per la caratterizzazione dei luoghi costituenti l'area dell'impianto, in accordo con quanto previsto dalle NTC 2018 e Circolare Applicativa n° 7 del 21/01/2019, in prima istanza è stato eseguito un lavoro di ricerca e censimento dei dati di carattere geologico esistenti (sondaggi meccanici, prove di laboratorio e indagini penetrometriche).

È stato elaborato un programma quali-quantitativo delle indagini necessarie a caratterizzare il substrato delle aree d'intervento. Sono state eseguite 7 prove penetrometriche dinamiche di tipo leggero (DL 030) che hanno consentito di caratterizzare strati-graficamente e geotecnicamente le aree caratterizzate dalla presenza di terreni coesivi.

Le indagini penetrometriche dislocate, sono identificate con il seguente riferimento prova:

DIN 1	Profondità	5.80 m
DIN 2	Profondità	5.80 m
DIN 3	Profondità	4.80 m
DIN 4	Profondità	2.40 m
DIN 5	Profondità	4.50 m
DIN 6	Profondità	5.80 m
DIN 7	Profondità	4.50 m

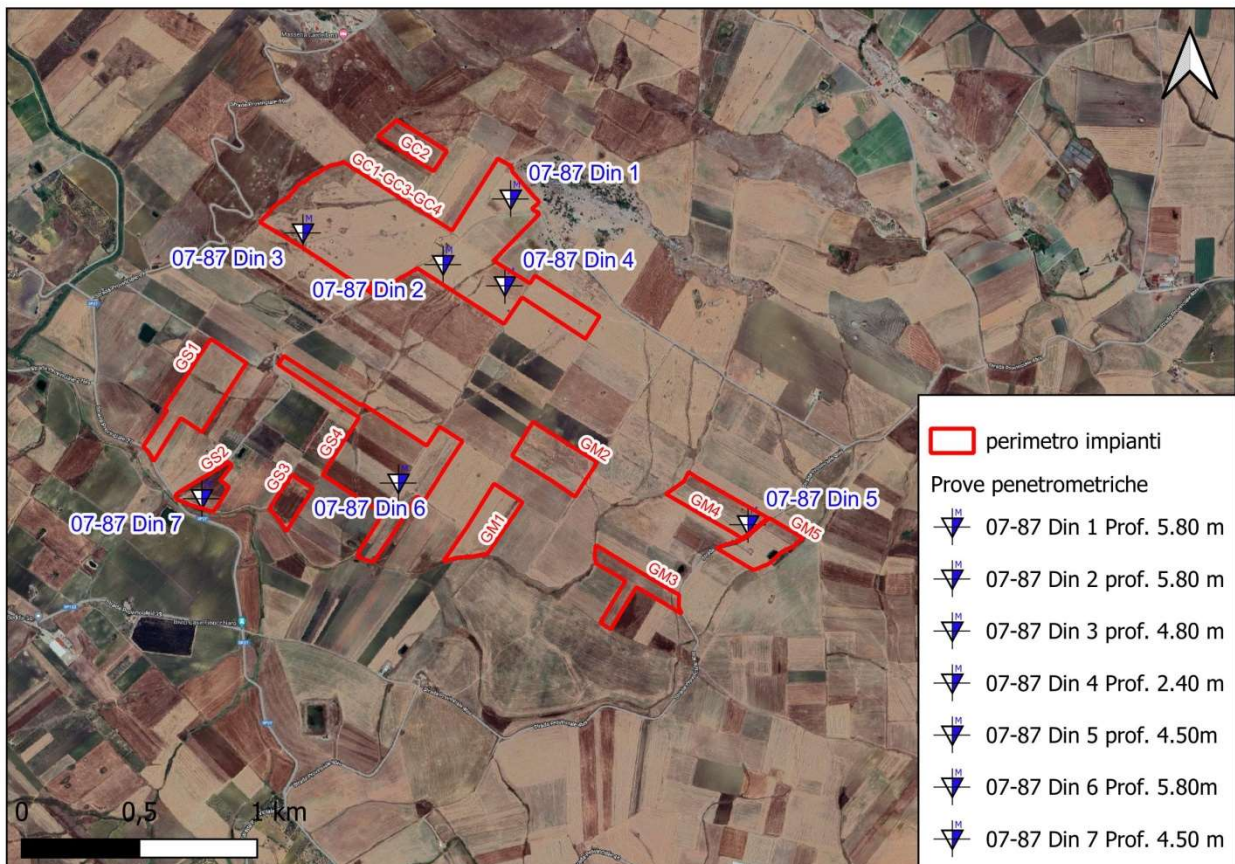


Figura 21. Carta delle indagini penetrometriche

Per i dettagli sulle interpretazioni e sui parametri desunti vedasi Relazione Geotecnica e sismica.

11. SISMICITA' DEL SITO E CARATTERISTICHE DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Al fine di valutare la velocità delle onde S nei primi 30 metri sono state eseguite delle indagini sismiche di tipo MASW che analizzando la dispersione delle onde di Rayleigh hanno consentito di determinare il profilo verticale della VS e di conseguenza del parametro Vs equivalente sul sito dell'impianto.

Le indagini eseguite (Figura 20) hanno restituito i seguenti valori di Vs equivalente e categoria di suolo di fondazione:

MASW 1	Vseq 341 m/sec	Categoria sottosuolo C
MASW 2	Vseq 292 m/sec	Categoria sottosuolo C
MASW 3	Vseq 319m/sec	Categoria sottosuolo C
MASW 4	Vseq 285 m/sec	Categoria sottosuolo C
MASW 5	Vseq 249 m/sec	Categoria sottosuolo C
MASW 6	Vseq 328m/sec	Categoria sottosuolo C

Pertanto in accordo con le norme tecniche per le costruzioni (DM 17/01/2018) le aree che saranno interessate dal presente studio, ricadono su terreni ascrivibili alla seguente Categoria di sottosuolo **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.** (MASW 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6);

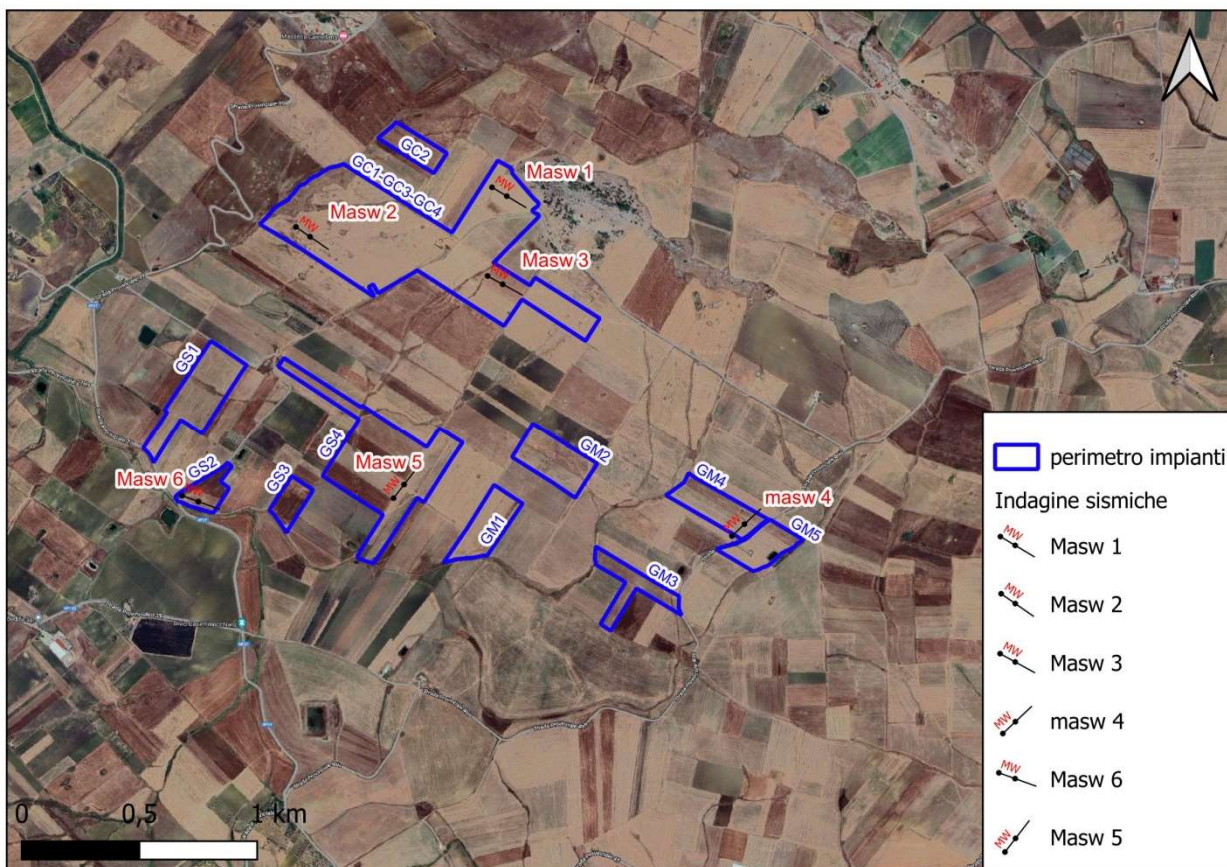


Figura 22. Indagini MASW

Per i dettagli sulle interpretazioni e sui parametri desunti vedasi Relazione Geotecnica e sismica.

12. CONCLUSIONI

L'impianto in progetto ricade all'interno dei territori comunali di Monreale (PA), Piana degli Albanesi (PA), Santa Cristina Gela (PA) e Belmonte Mezzagno (PA) in Provincia di Palermo.

L'area dell'impianto di produzione è posizionata su un'area caratterizzata per lo più da litotipi coesivi e pseudocoerenti con buone caratteristiche geotecniche, che per la conformazione morfologica dei luoghi non destano problemi di stabilità.

Non si rilevano dissesti interferenti con le strutture in progetto né tanto meno evidenze che lascino presagire dei dissesti potenziali. Si ritiene che i siti d'intervento siano geomorfologicamente idonei ad accogliere le strutture progettate e che le stesse non interferiscano negativamente con l'assetto geomorfologico del territorio. Tuttavia in fase esecutiva sarà necessario apposite opere di drenaggio su alcune aree sulle quali stagionalmente si instaurano modeste filtrazioni di acqua nei terreni costituenti il versante che appesantendosi potrebbero evolvere verso forme di dissesto.

Le opere di connessione saranno realizzate in un'area priva di dissesti in cui le condizioni morfologiche sub-pianeggianti sono ostative all'innesco di fenomenologie morfo-degradanti.

Tutto ciò permette di dedurre che nelle sedi d'intervento vi siano condizioni geomorfologicamente favorevoli alla realizzazione delle strutture dell'impianto agrivoltaico e che le stesse non pregiudichino l'assetto geomorfologico del territorio.

Dal punto di vista sismico viste le considerazioni fatte ai precedenti paragrafi, l'assenza di faglie attive nelle vicinanze, la mancanza di elementi che possano indurre fenomeni di liquefazione, nonché di condizioni che possano indurre fenomeni di amplificazione sismica sui siti d'intervento, si ritiene che non ci siano condizioni pregiudizievoli o limitanti nei confronti delle strutture in progetto. Dal punto di vista geotecnico e sismico si è cercato di analizzare i contesti sito-specifici per fornire gli elementi numerici utili alla progettazione di livello definitivo. Le indagini eseguite hanno consentito di appurare che le strutture dell'impianto ricadono su terreni a comportamento coesivo pseudocoerente (argille). Tutti i siti sono caratterizzati da parametri geotecnici e sismici discreti, con spessori delle coperture modeste e profondità del substrato compreso tra 0,2 metri e 3 metri. In ogni caso nella fase esecutiva si dovrà approntare una campagna di indagini in situ e laboratorio che accerti i parametri geotecnici desunti durante la campagna di indagini attualmente eseguita per accertare puntualmente gli spessori dei vari depositi e dimensionare correttamente le strutture di fondazione.

Anche dal punto di vista sismico sono stati forniti i dati di input per calcolare le sollecitazioni attese desunte dallo studio della morfologia dei luoghi e dalla tipologia di categoria di suolo di fondazione. Quest'ultima calcolata attraverso l'ausilio di indagini specifiche (Masw) ha consentito di ricavare la categoria di suolo di fondazione per tutte le varie aree interessate dalle strutture.

Tanto doveva il sottoscritto a seguito dell'incarico ricevuto ed espletato.