

Regione Sicilia
Libero consorzio di Caltanissetta
Comune di Butera



Regione Siciliana



Titolo del progetto

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN
IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "BUTERA" DELLA
POTENZA COMPLESSIVA DI 39,6 MW E DELLE RELATIVE
OPERE CONNESSE, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI
BUTERA (CL)**

Timbro e firma



Titolo elaborato

Relazione geologica e idrogeologica

Codice elaborato

REL023

Stato del progetto

DEFINITIVO

Scala del disegno

-

Ingegneria



Proponente



GREEN ENERGY 6 S.r.l. Corso Europa, 13
20122 Milano (MI) P. IVA: 12889050964

Rev.	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione	15/11/2023	Dott. M. Fiocco	Dott. M. Fiocco	Dott. M. Fiocco



1. PREMESSA E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA D'INDAGINE

Su incarico della VALLEVERDE ENERGIA S.r.l. è stato condotto uno studio geologico in un'area (di seguito denominata area d'indagine) ubicata nel territorio comunale di Butera (CL), sulla quale dovrà essere realizzato un impianto eolico denominato "Butera".

Il parco oggetto di tale relazione sarà interessato dall'installazione di n. 6 aerogeneratori, dalla realizzazione del cavidotto di collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) e le altre opere connesse. Il tracciato dell'elettrodotta seguirà prevalentemente la viabilità esistente.

I terreni interessati dalla installazione degli aerogeneratori dell'impianto ricadono sui seguenti fogli di mappa del N.C.T. del Comune di Butera (CL).

Comune	Foglio	Particella	Note
BUTERA	170	41	WTG01
BUTERA	171	82	WTG02
BUTERA	175	40	WTG03
BUTERA	175	99	WTG04
BUTERA	119	24	WTG05
BUTERA	118	337	WTG06

Altre particelle sono interessate dalla realizzazione delle piste di accesso e delle piazzole, della cabina di parallelo e della Sottostazione Elettrica di trasformazione (SSE).

Dal punto di vista fisiografico l'area d'indagine si colloca all'interno del bacino idrografico del T. Comunelli.

In seguito al suddetto studio, condotto sulla base di dati di letteratura e delle conoscenze tecniche dello scrivente, è stata redatta la presente relazione. Questa ha lo scopo di verificare la fattibilità geologica dell'opera nell'ambito delle procedure autorizzative, volte all'ottenimento dei vari nulla osta a carattere ambientale e vincolistico. A tal proposito ci si riserva di approfondire il presente studio tramite indagini geognostiche e sismiche, in ottemperanza alla normativa vigente, nelle successive fasi progettuali e comunque in seguito all'ottenimento dei suddetti nulla osta, inerenti alla compatibilità ambientale, rilasciati dagli enti preposti.

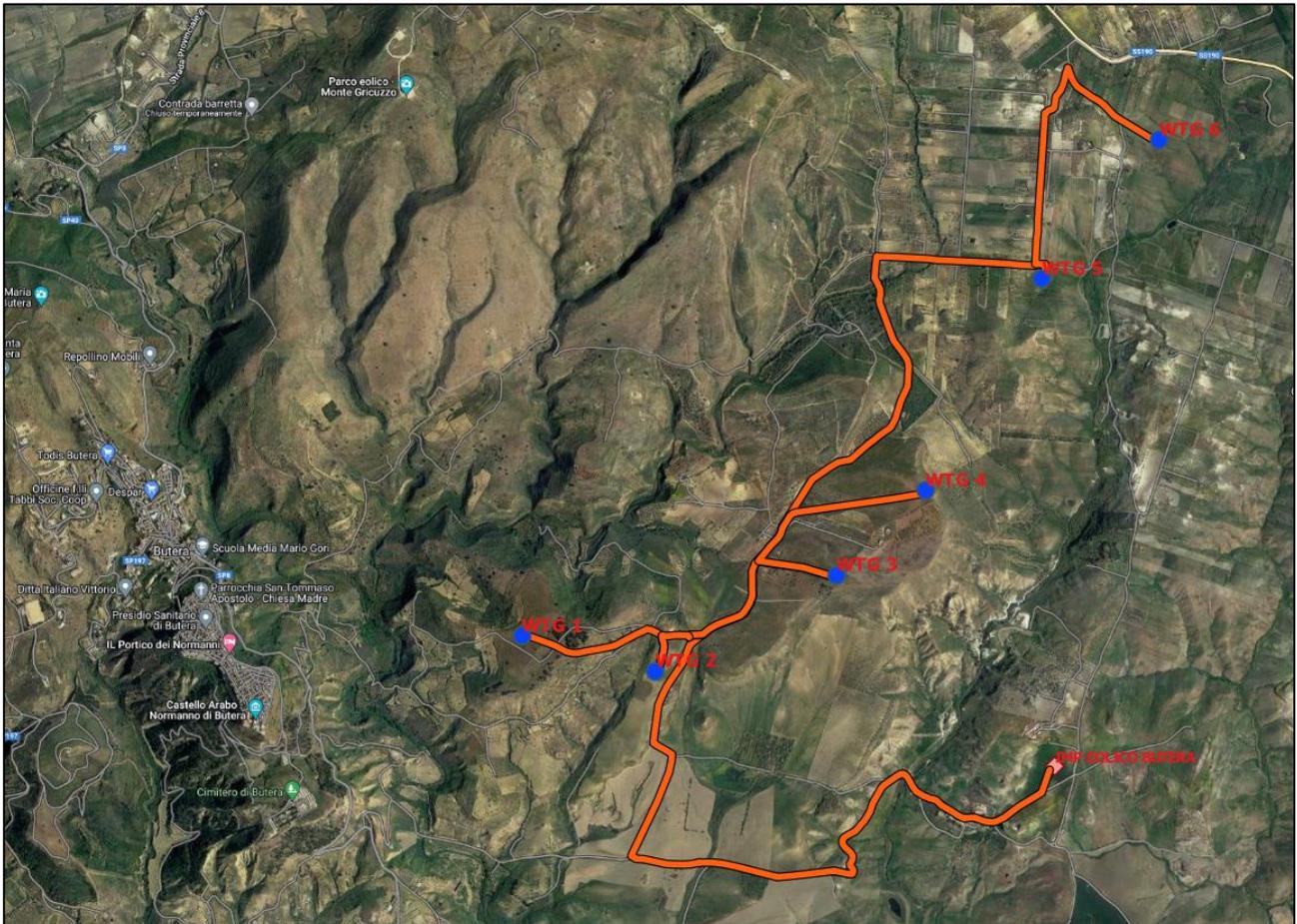
All'interno della presente relazione sono allegate le seguenti tavole:

- TAVOLA 1 – INQUADRAMENTO DELL'AREA
- TAVOLA 2 – COROGRAFIA DELL'AREA
- TAVOLA 3 – PLANIMETRIA CATASTALE
- TAVOLA 4 – GEOLOGIA DELL'AREA

TAVOLA 1 – INQUADRAMENTO DELL'AREA

IMMAGINE DA SATELLITE

Copyright: GOOGLE EARTH



Di seguito si riportano le coordinate geografiche e la quota media dell'area di indagine, rilevate nella zona di baricentro dell'intero impianto, individuata nel sito di impianto dell'aerogeneratore WGT4..

COORDINATE GEOGRAFICHE (datum WGS84)

Comune	Latitudine	Longitudine	Quota max. (s.l.m.)	Quota min. (s.l.m.)	Quota media (s.l.m.)
Butera	37°11'39.67"N	14°13'29.02"E	370 m	180 m	275 m

TAVOLA 2 – COROGRAFIA DELL'AREA
LAYOUT IMPIANTO SU STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE
Scala originaria 1:5.000 (immagine fuori scala)

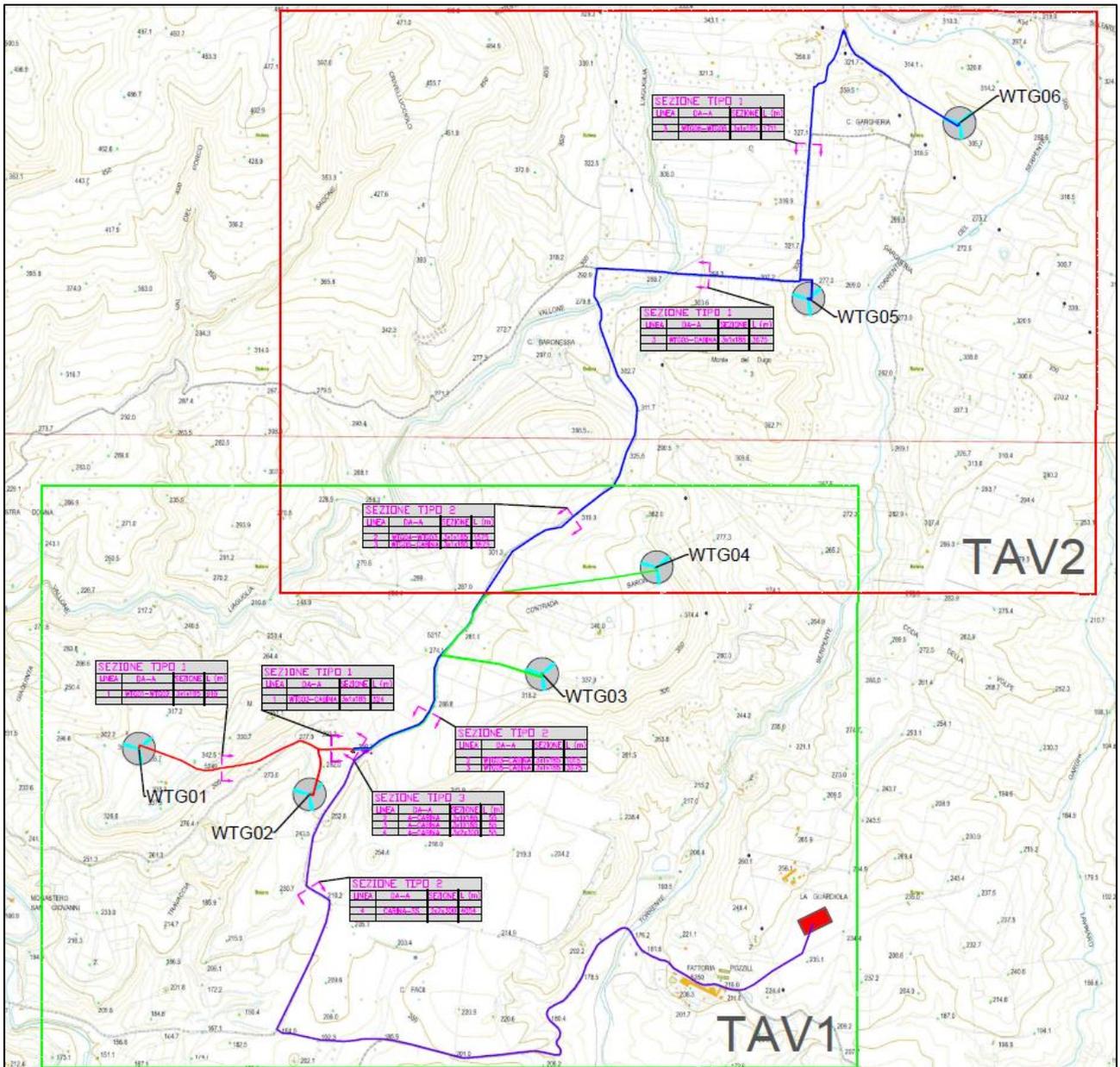
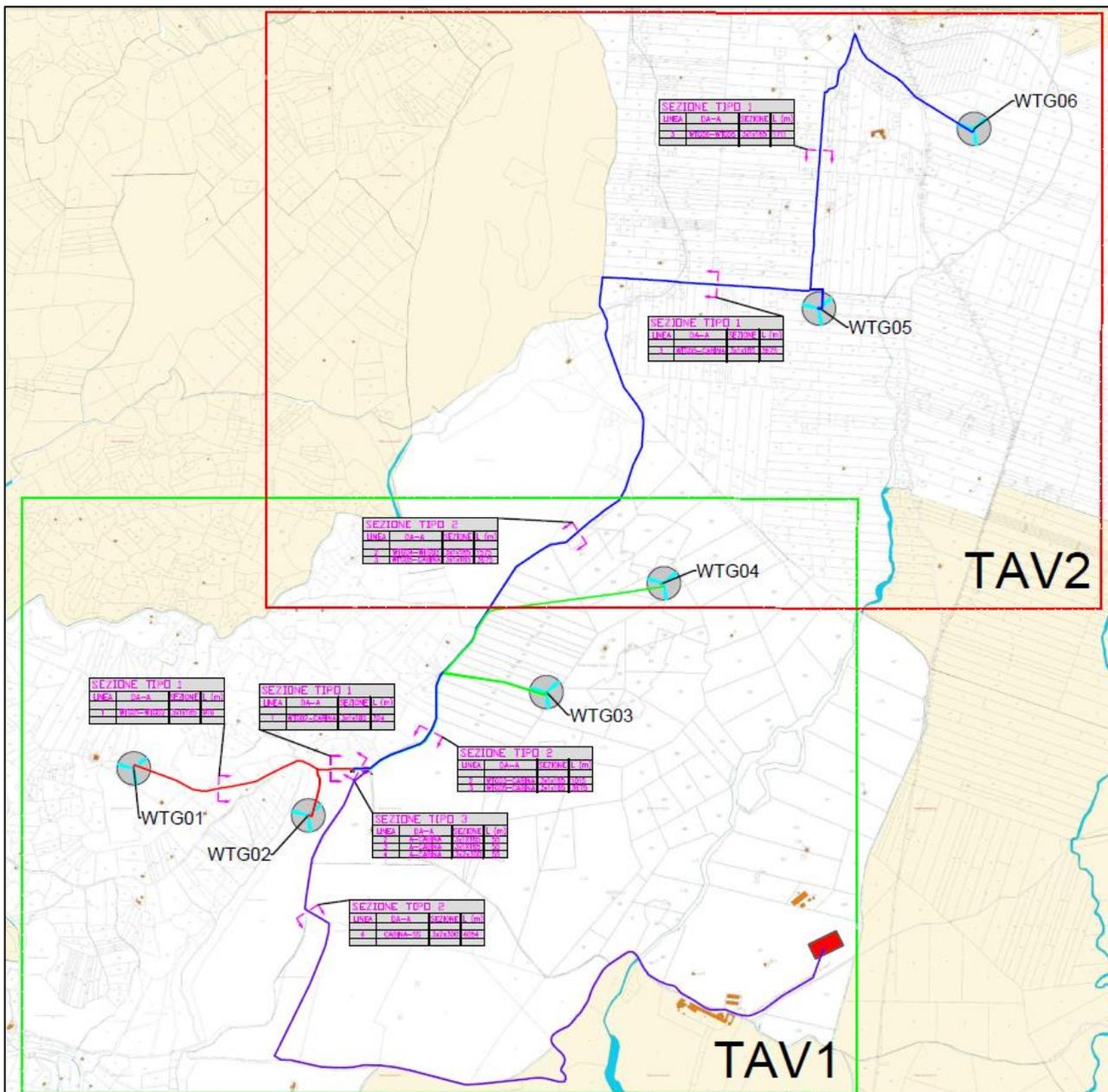


TAVOLA 3 – PLANIMETRIA CATASTALE
LAYOUT IMPIANTO SU STRALCIO PLANIMETRIA CATASTALE





2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'impianto eolico in oggetto risulta costituito da n. 6 aerogeneratori Gamesa modello SG-6.6-170 aventi potenza nominale di 6,6 MW/cad per una potenza complessiva di 39,6 MW.

Oltre agli aerogeneratori ed alle opere strettamente necessarie, quali viabilità di accesso e piazzole di montaggio/stoccaggio, il progetto prevede la realizzazione di:

- Elettrodotto interrato di alta tensione a 36kV fino a cabina di parallelo;
- Elettrodotto interrato di alta tensione 36 kV: da cabina di parallelo a scomparti consegna 36 kV su sottostazione elettrica;
- Cabina elettrica di parallelo AT 36 kV;

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/150/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Chiamamonte Gulfi - Favara".

Aerogeneratore

Gli aerogeneratori in progetto si compongono dei seguenti elementi: struttura di fondazione; torre di sostegno composta da trami in acciaio, mozzo, tre lame, rotore, moltiplicatore di giri, generatore, sistemi di controllo ed orientamento, navicella, trasformatore, componentistica elettrica, impianto di messa a terra. La torre di sostegno è del tipo tubolare a cinque trami con unioni bullonate, idoneamente ancorata alla struttura di fondazione. All'estremità superiore sarà collegata, tramite idonea bullonatura, la navicella contenete gli elementi tecnologici necessaria alla conversione dell'energia, il rotore (collegato all'albero di trasmissione) e le lame (o pale) per la captazione del vento. In ogni aerogeneratore, all'interno della navicella e della torre di sostegno, sono contenute tutte le apparecchiature di bassa tensione (raddrizzatori, inverter, quadro di comando e controllo aerogeneratore) e di alta tensione (trasformatore BT/AT, quadro AT di sezionamento e protezione).

Opere elettriche

Le opere elettriche sono costituite da:

- Impianto eolico: costituito da n°6 aerogeneratori che convertono l'energia cinetica del vento in energia elettrica per mezzo di un generatore elettrico. Un trasformatore elevatore porta la tensione al valore di trasmissione interno dell'impianto;
- linee interrate in AT a 36 kV: convogliano la produzione elettrica degli aerogeneratori alla Cabina di parallelo 36 kV;

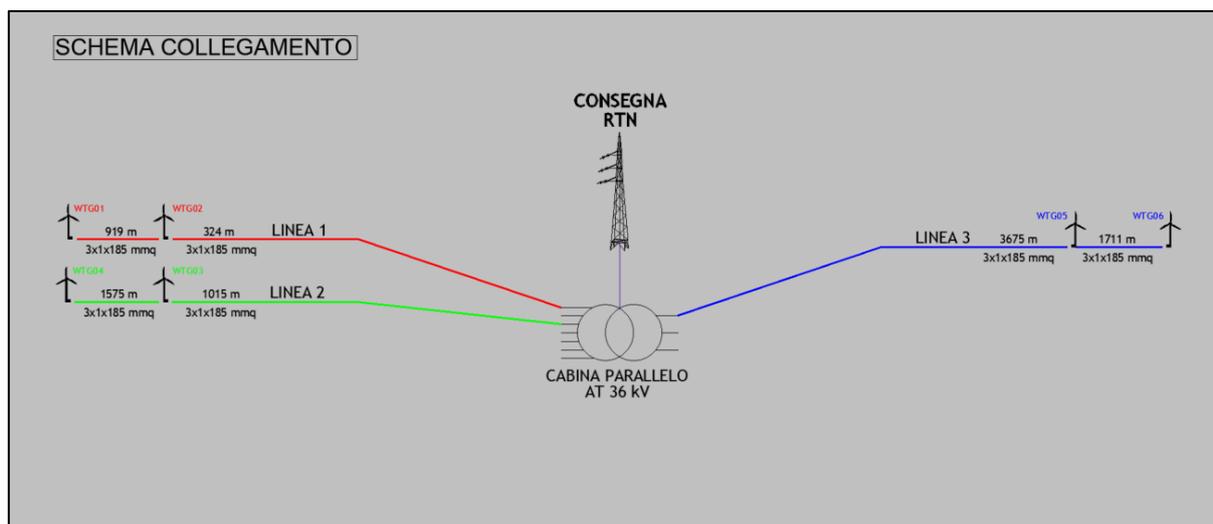
- la Cabina di parallelo 36 kV: consente il parallelo di tutte le linee AT 36 kV afferenti dalla centrale per l'immissione al punto di consegna su scomparti arrivo nella sezione 36 kV della sottostazione elettrica 36/150/220 kV;

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/150/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Chiamamonte Gulfi - Favara".

Cavidotto

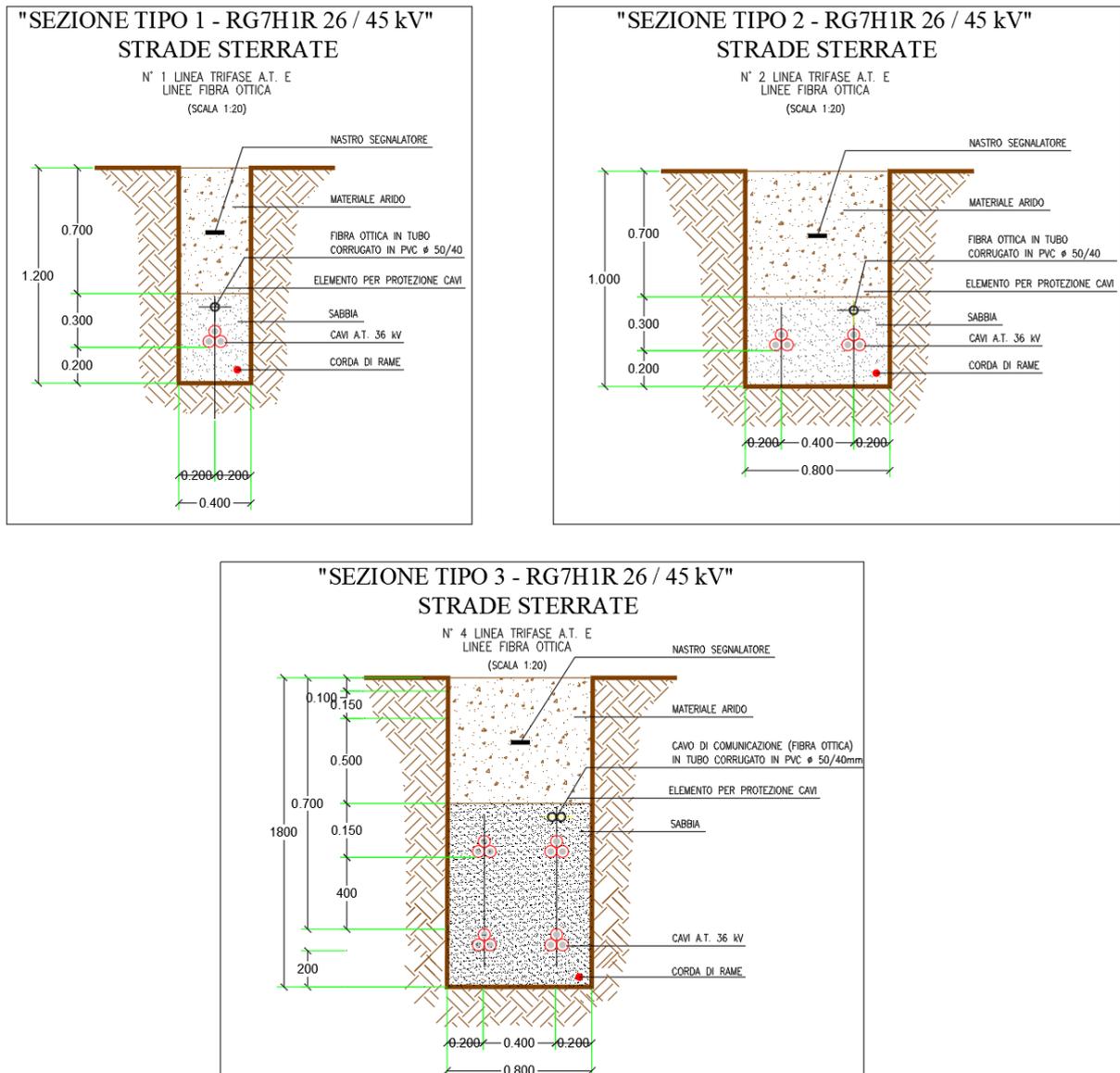
Per il cavidotto si è adottata la tensione di esercizio di 36 kV. I cavi considerati sono del tipo armonizzato RG7H1R 26/45 kV ad elica visibile in rame, isolati in XLPE (polietilene reticolato). Il trasporto dell'energia in AT a 36 kV avverrà mediante cavi interrati posati sul letto di sabbia, secondo quanto descritto dalla modalità della norma CEI 11-17. La sezione dei cavi di ciascun tronco di linea è calcolata in modo da essere adeguata all'energia da trasportare nelle condizioni di massima generazione delle turbine e per garantire una caduta di tensione non superiore al 2% come indicato nella relazione sui sistemi elettrici. Il tracciato del cavidotto interrato si sviluppa nel territorio del Comune di Butera, in provincia di Caltanissetta. Il detto tracciato, suddiviso in n° 4 linee (3 interne al parco, 1 dalla cabina di parallelo alla sottostazione) afferenti alla cabina di parallelo AT (36 kV), può essere riassunto nel prospetto a seguire.

Figura 2.1 – Schema di collegamento.



Il tracciato del cavidotto interrato interessa strade esistenti (come le strade Provinciali e Comunali) e nuove piste permanenti oltre a piste di campagna. Le sezioni di posa del cavidotto vengono riportate nella Figura 2.2.

Figura 2.2 - Sezioni di posa cavidotto.



La cabina di parallelo sarà generalmente composta da scomparti 36 kV di arrivo linea, interruttore, misure, ecc. Il trasporto dell'energia in AT a 36 kV dalla cabina di parallelo agli scomparti di consegna



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Fiocco

Ordine dei Geologi del Lazio n. 1703 sez. A – P. IVA 09331721002

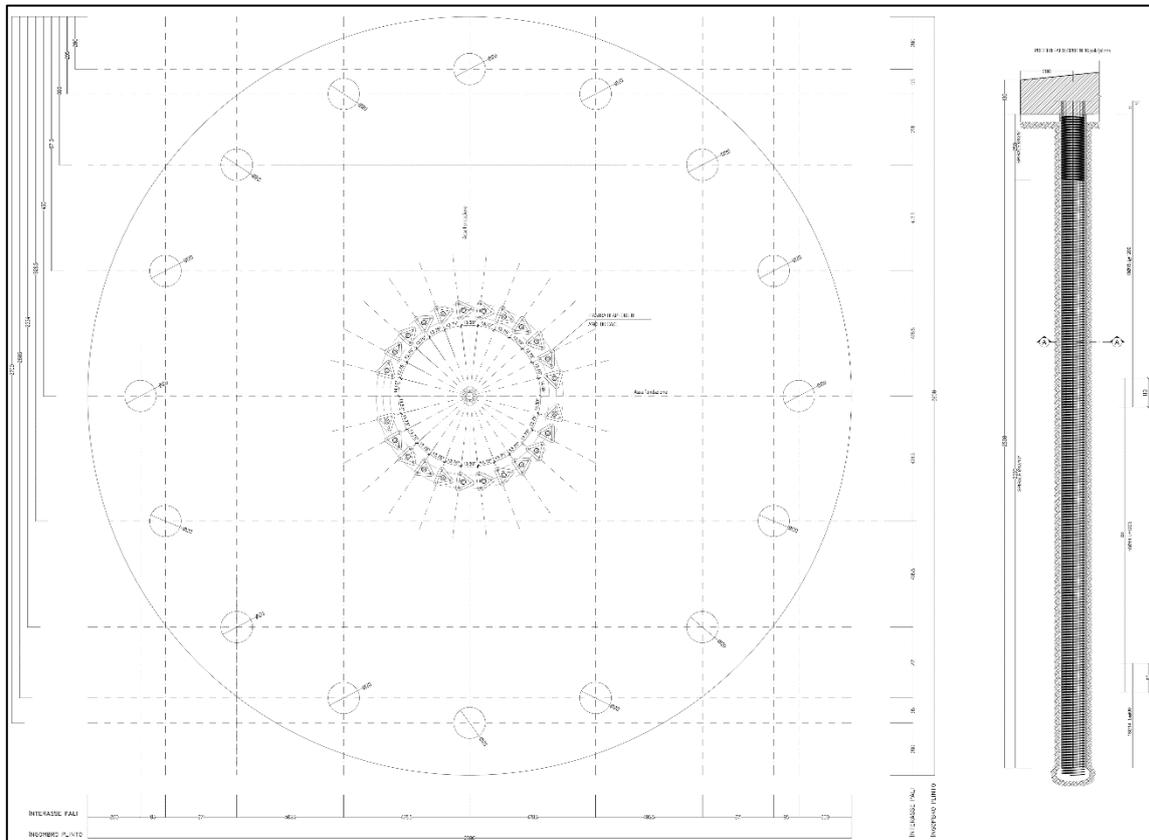
www.studiogeologia.com – m.fiocco@studiogeologia.com

36 kV della sottostazione elettrica di utenza 36/150/220 kV, avverrà mediante cavi interrati posati su letto di sabbia, con le stesse modalità descritte per le linee 1-5 in arrivo dagli aerogeneratori.

Opere civili

Gli scavi per la realizzazione dei plinti di fondazione verranno effettuati con l'utilizzo di macchine per il movimento terra, evitando scoscendimenti, franamenti ed in modo tale che le acque scorrenti alla superficie del terreno non si riversino negli scavi. In relazione alle indagini geologiche preliminari effettuate ed al calcolo preliminare delle strutture di fondazione al momento è prevista la realizzazione di plinti di fondazione circolari con diametro di circa 29 m e profondità di 3,00 m circa dal piano campagna, con 16 pali di fondazione del diametro di 1,2 m e lunghezza pari a 25,00 m. Per la realizzazione del plinto di fondazione sarà effettuato uno scavo di profondità pari a 3,00 m circa rispetto al piano di campagna; quindi, si provvederà alla realizzazione dei pali di fondazione ed alla successiva pulizia del fondo dello scavo del plinto, il quale verrà successivamente ricoperto da uno strato di circa 10 cm di magrone, al fine di garantire l'appianamento della superficie. Dopo la realizzazione del magrone di sottofondazione verrà posato la gabbia di ancoraggio (anchor cage) e si procederà a montare l'armatura del plinto. In fase di esecuzione potranno avvenire variazioni sulla geometria e caratteristiche delle fondazioni in virtù degli studi geotecnici da eseguirsi, pur mantenendo le condizioni del progetto approvato. Per quanto riguarda le specifiche tecniche relative alle opere in cemento armato, in particolare per ciò che concerne i plinti di fondazione degli aerogeneratori, si rimanda alla relazione specialistica "Relazione Opere Civili" e agli elaborati grafici di riferimento.

Figura 2.3 - Disposizione pali di fondazione.

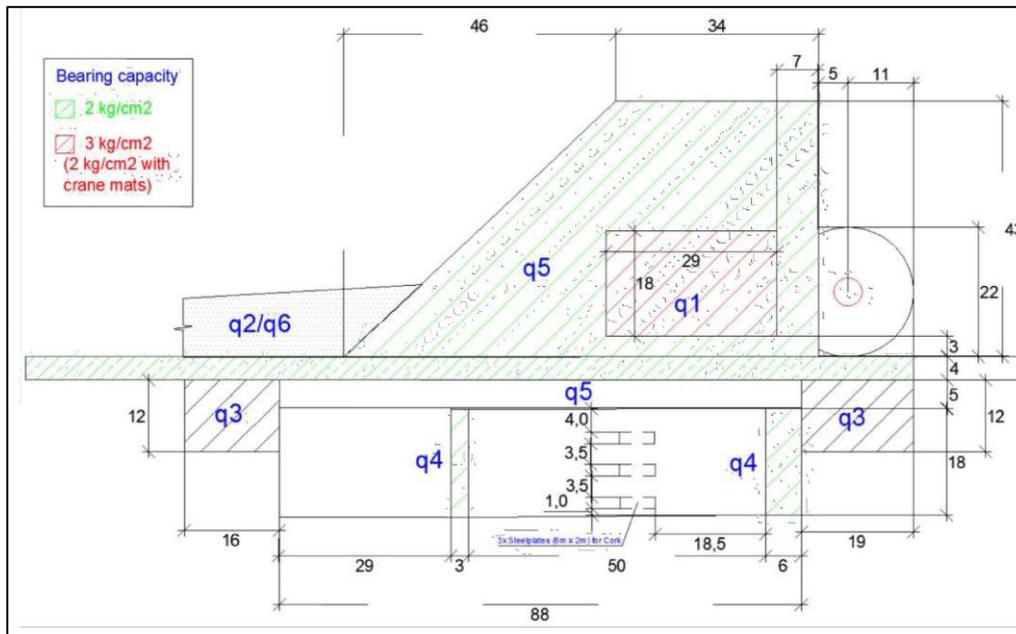


Piazzole aerogeneratori

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore sarà realizzata una piazzola con funzione di servizio. Tali piazzole saranno utilizzate nel corso dei lavori per il posizionamento delle gru necessarie all'assemblaggio ed alla posa in opera delle strutture degli aerogeneratori. La pendenza massima non potrà superare lo 0,25%. Le caratteristiche strutturali delle piazzole di nuova realizzazione saranno:

- Scavo di sbancamento per apertura della sede stradale, con uno spessore medio di 30 cm;
- Eventuale posa di geotessile di separazione del piano di posa degli inerti;
- Strato di fondazione per struttura stradale, dello spessore di 40 cm per l'area destinata ad ospitare la gru di montaggio dell'aerogeneratore e di 30 cm per l'area di lavoro e stoccaggio, da eseguirsi con materiale lapideo duro proveniente o dagli scavi dei plinti stessi, o da cave di prestito (misto cava), avente assortimento granulometrico con pezzatura 7-10 cm; Si prevede il compattamento a strati, fino a raggiungere in sito una densità (peso specifico apparente a secco) pari al 100% della densità massima ASHO modificata in laboratorio.

Figura 2.4 - Sezione tipo piazzola



Per una migliore comprensione dell'intervento si rimanda agli elaborati grafici e alle relazioni specialistiche di progetto.



3. INQUADRAMENTO E VERIFICA DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO

La Legge 183/1989 sulla difesa del suolo ha stabilito che il *bacino idrografico* debba essere l'ambito fisico di pianificazione che consente di superare le frammentazioni e le separazioni finora prodotte dall'adozione di aree di riferimento aventi confini meramente amministrativi.

Il bacino idrografico è inteso come “*il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d'acqua direttamente o a mezzo di affluenti, nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente*” (art. 1).

L'intero territorio nazionale è pertanto suddiviso in bacini idrografici classificati di rilievo nazionale, interregionale e regionale.

Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici:

- Alpi Orientali;
- Fiume Po;
- Appennino Settentrionale;
- Appennino Centrale;
- Appennino Meridionale;
- Sardegna;
- Sicilia.

Strumento di governo del bacino idrografico è il Piano di Bacino, che si configura quale documento di carattere *conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.*

Come evidenziato nell'inquadramento geografico, l'area d'indagine ricade all'interno del bacino idrografico del T. Comunelli; questo è ad oggi governato dal **Autorità di Bacino Distrettuale della Sicilia**, tramite i vari strumenti di pianificazione territoriale, tra cui il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e il Piano di Gestione del Alluvioni (PGRA).

Figura 3.1 – Distretti idrografici post L. 221/2015.



L'Autorità di bacino Distrettuale della Sicilia

L'Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia è stata istituita con l'art. 3 della legge regionale 8 maggio 2018 n. 8, presso la Presidenza della Regione, quale dipartimento della



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Fiocco

Ordine dei Geologi del Lazio n. 1703 sez. A – P. IVA 09331721002

www.studiogeologia.com – m.fiocco@studiogeologia.com

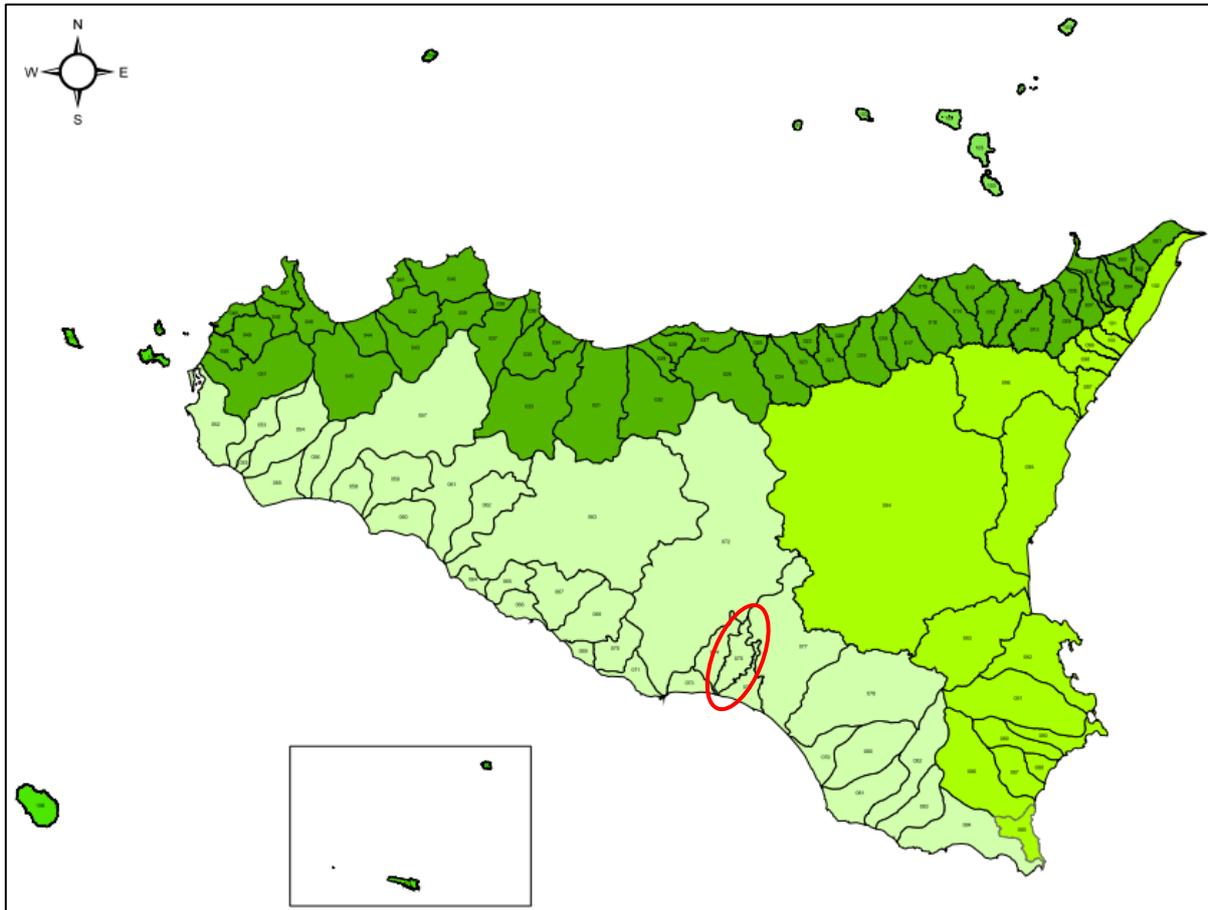
Presidenza della Regione. Sono organi dell'Autorità di bacino: la conferenza istituzionale permanente, il segretario generale, che è il dirigente generale del dipartimento regionale Autorità di bacino, la conferenza operativa, la segreteria tecnica operativa.

L'Autorità di bacino ha il compito di assicurare la difesa del suolo e la mitigazione del rischio idrogeologico, il risanamento delle acque, la manutenzione dei corpi idrici, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico e la tutela degli aspetti ambientali nell'ambito dell'ecosistema unitario del bacino del distretto idrografico della Sicilia, in adempimento degli obblighi derivanti dalle direttive UE di settore. Transitano, inoltre, all'Autorità di bacino le competenze in materia di demanio idrico di cui al comma 7 dell'articolo 71 della legge regionale del 15 maggio 2013, n. 9 e successive modifiche ed integrazioni.

L'Autorità di bacino provvede, ai sensi del comma 10 dell'articolo 63 del decreto legislativo n. 152/2006 e successive modifiche ed integrazioni: ad elaborare il Piano di bacino distrettuale e i relativi stralci, tra cui il piano di gestione del bacino idrografico, previsto dall'articolo 13 della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000 e successive modifiche ed integrazioni, e il piano di gestione del rischio di alluvioni, previsto dall'articolo 7, della direttiva 2007/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007, nonché i programmi di intervento; ad esprimere parere sulla coerenza con gli obiettivi del Piano di bacino dei piani e programmi dell'Unione europea, nazionali, regionali e locali relativi alla difesa del suolo, alla lotta alla desertificazione, alla tutela delle acque e alla gestione delle risorse idriche; all'organizzazione ed al funzionamento del servizio di "Polizia idraulica" di cui al Regio decreto 25 luglio 1904, n. 523, fatto salvo quanto previsto dagli articoli 10 e 12 del medesimo Regio decreto n. 523 del 1904.

Il "Distretto Idrografico della Sicilia", così come disposto dall'art. 64, comma 1, lettera g), del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., comprende i bacini della Sicilia, già bacini regionali ai sensi della Legge 18/05/1989, n. 183 (n. 116 bacini idrografici, comprese le isole minori), ed interessa l'intero territorio regionale (circa 26.000 Km²).

Figura 3.2 – Carta dei bacini idrografici e delle aree intermedie. In rosso è indicato in bacino idrografico in cui ricade l'area di indagine.



3.1. Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)

In attuazione alle disposizioni della L. 183/89 e successive modifiche ed integrazioni, il PAI affronta, quale piano stralcio di settore, la problematica relativa alla difesa del suolo, in stretta connessione con gli aspetti pianificatori, di difesa dei versanti e di regimazione idraulica.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) è quindi 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.

La finalità sostanziale del P.A.I. è pervenire ad un assetto idrogeologico del territorio che minimizzi il livello del rischio connesso ad identificati eventi naturali estremi, incidendo, direttamente o indirettamente, sulle variabili Pericolosità, Vulnerabilità e Valore Esposto.



Pertanto, esso è un atto di Pianificazione territoriale di settore che fornisce un quadro di conoscenze e di regole, basate anche sulle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio, finalizzate a proteggere l'incolumità della popolazione esposta ed a salvaguardare gli insediamenti, le infrastrutture e in generale gli investimenti.

3.2. Il concetto di pericolosità e di rischio assunto dal PAI

La metodologia di valutazione del rischio è stata riferita alla definizione di rischio data dal D.P.C.M. 29/9/98 (Atto di indirizzo e coordinamento), cui si rimanda per completezza.

Secondo tale definizione il rischio è il risultato del prodotto di tre fattori:

- pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso;
- valore degli elementi a rischio (intesi come persone, beni localizzati, patrimonio ambientale);
- vulnerabilità degli elementi a rischio (che dipende sia dalla loro capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento, sia dall'intensità dell'evento stesso).

Già nel rapporto UNESCO di Varnes & Jaeger (1984) vengono date precise definizioni relative alle diverse componenti che concorrono nella determinazione del rischio di frana:

- Pericolosità (**H**): probabilità che un fenomeno potenzialmente distruttivo di determinata intensità si verifichi in un dato periodo di tempo ed in una data area. E' espressa in termini di probabilità annuale o di tempo di ritorno. La pericolosità definita in questo modo è pertanto riferita ad una determinata intensità del fenomeno: $H=H(I)$;
- Elementi a rischio (**E**): popolazione, proprietà, attività economiche, inclusi i servizi pubblici;
- Vulnerabilità (**V**): grado di perdita prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio risultante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una data intensità;
- Rischio totale (**R**): atteso numero di perdite umane, feriti, danni alle proprietà, interruzione di attività economiche, in conseguenza di un particolare fenomeno naturale.

Il rischio totale è pertanto espresso dal prodotto:

$$R = H \times V \times E$$

Nella valutazione della pericolosità da frana svolgono un ruolo determinante:



- l'intensità o magnitudo (M) intesa come “severità” meccanica e geometrica del fenomeno potenzialmente distruttivo. Può essere espressa in una scala relativa oppure in termini di una o più grandezze caratteristiche del fenomeno;
- lo stato di attività, che fornisce una valutazione di tipo temporale e quindi della propensione; la presenza di interventi di sistemazione comportano una diminuzione del valore della pericolosità.

Per quanto riguarda altri tipi di catastrofi naturali, quali gli eventi meteorologici estremi, le piene o i terremoti, la definizione dell'intensità di ogni evento è immediata in quanto può essere fatta corrispondere, rispettivamente, all'altezza di precipitazione, alla portata al colmo di piena o all'intensità macrosismica.

Dalla correlazione fra magnitudo e stato di attività è possibile ricavare una valutazione indicativa della pericolosità. Vengono, pertanto, individuate 5 classi di pericolosità, da P0 a P4, che ne rappresentano un'intensità via via crescente:

Figura 3.3 – Classi di pericolosità.

P0	Pericolosità bassa
P1	Pericolosità moderata
P2	Pericolosità media
P3	Pericolosità elevata
P4	Pericolosità molto elevata

Nel caso che le conoscenze sui fenomeni siano tali da ritenere opportuna una analisi del rischio potenziale, si è cercato di effettuare una valutazione in termini comparativi dei fattori pericolosità, valore, vulnerabilità.

Attraverso dunque la combinazione dei due fattori pericolosità P ed elementi a rischio E, si arriva alla determinazione del rischio.

La Figura 3.4 mostra le possibili combinazioni fra P ed E.

Figura 3.4 - Individuazione delle classi di rischio.

		Elementi a Rischio			
		E1	E2	E3	E4
Pericolosità	P0	R1	R1	R1	R1
	P1	R1	R1	R2	R2
	P2	R2	R2	R3	R4
	P3	R2	R3	R4	R4
	P4	R3	R3	R4	R4

La metodologia seguita nella redazione delle carte della pericolosità e del rischio geomorfologico, definita dal PAI, vuole essere, una guida per garantire, il più possibile, l'uniformità dei dati e delle situazioni rappresentate nel Piano.

Figura 3.5 - Classificazione del rischio.

R1	RISCHIO MODERATO: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.
R2	RISCHIO MEDIO: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
R3	RISCHIO ELEVATO: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
R4	RISCHIO MOLTO ELEVATO: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

3.3. Pericolosità dell'area d'indagine in relazione al PAI

In riferimento al concetto di pericolosità e di rischio assunto dal PAI, dall'analisi dei dati e degli elaborati, pubblicati sul sito dall'Autorità di Bacino Distrettuale della Sicilia, si evince quanto segue.



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Fiocco

Ordine dei Geologi del Lazio n. 1703 sez. A – P. IVA 09331721002

www.studiogeologia.com – m.fiocco@studiogeologia.com

Dal punto di vista della pericolosità geomorfologica e da frana, si evidenzia che nessuno degli aerogeneratori, costituenti il parco eolico in progetto, interferisce con le Aree di pericolosità geomorfologica, come definite dal PAI (vedi Figura 3.6).

Come si evince dalla Figura 3.6, in alcuni punti il tracciato del cavidotto interferisce con aree a pericolosità media P2 del PAI. A tal proposito si specifica che il cavidotto, nei suddetti punti, si sviluppa lungo la rete stradale esistente e che pertanto, la sua posa in opera, non rappresenterà un aggravio dal punto di vista delle condizioni di stabilità geomorfologica delle aree attraversate.

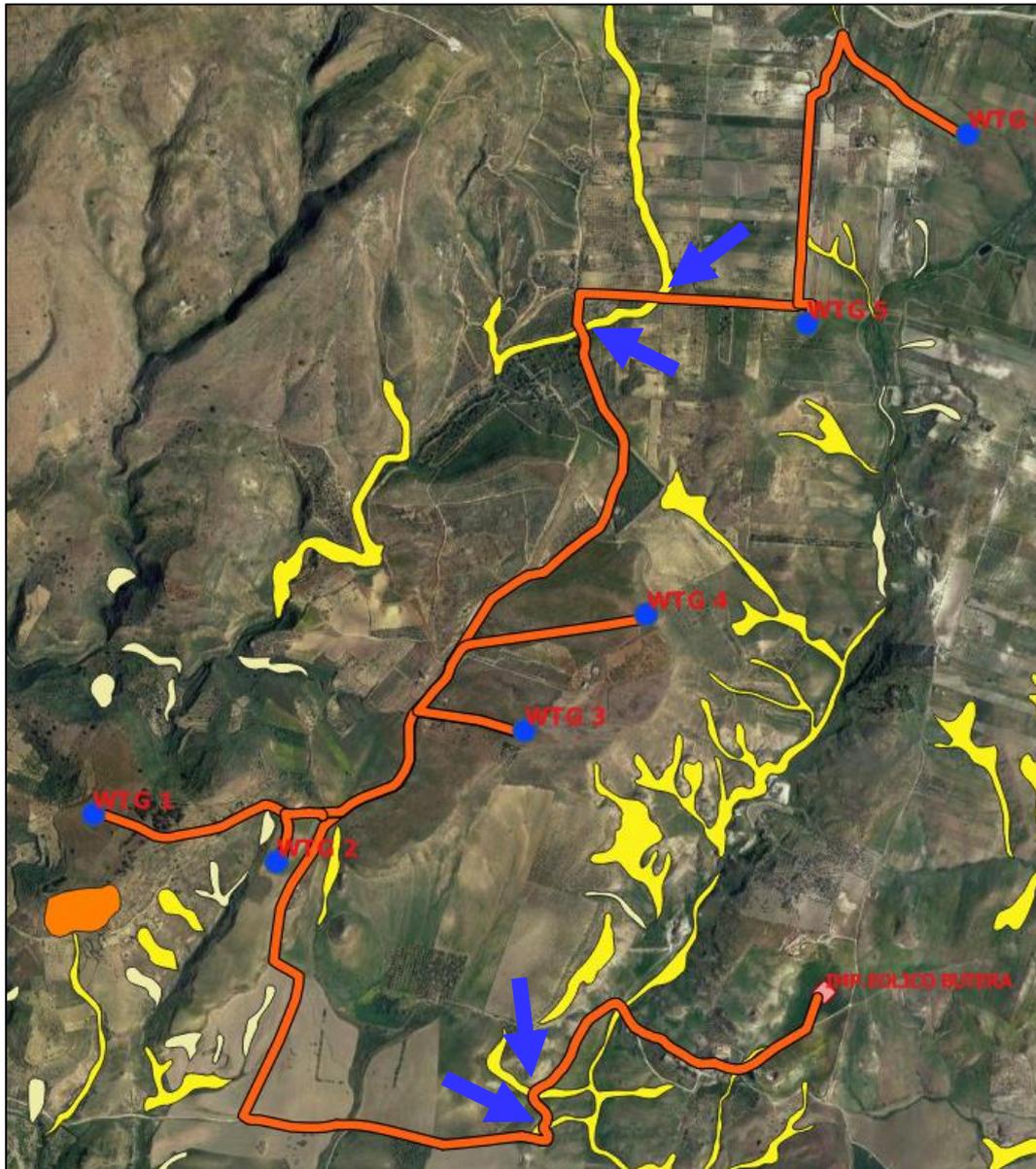
Per quel che concerne la pericolosità idraulica, non si ravvisa nessuna interferenza con aree PAI (vedi Figura 3.7).

Alla luce di quanto finora esposto, si può affermare che l'impianto eolico, oggetto del presente studio:

- Non modifica l'assetto geomorfologico e idrografico dell'area di impianto;
- Non modifica il normale deflusso delle acque superficiali e sotterranee;
- Non comporta un aggravio delle condizioni di stabilità geomorfologica dell'area di intervento.

Si specifica che tale analisi è riferita all'attuale assetto geomorfologico dell'area in esame, verificato dal sottoscritto tramite le conoscenze personali e l'analisi dei dati bibliografici pubblicati dall'Autorità di Bacino Distrettuale della Sicilia nell'ambito della redazione del PAI.

Figura 3.6 - Stralcio della Carta della pericolosità geomorfologica (fonte: PAI – Shape file) con gli elementi di progetto (aerogeneratori e cavidotto). Le frecce blu indicano i tratti del cavidotto che interferiscono con aree PAI.



PERICOLOSITA

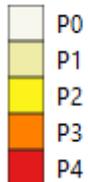


Figura 3.7 - Stralcio della Carta della pericolosità idraulica (fonte: PAI – Shape file).





4. IL VINCOLO IDROGEOLOGICO

4.1. Cenni sulla normativa di riferimento

Il R.D. 3267/23 relativo al “Riordino e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani”, ed il R.D. 1126/26 “Approvazione regolamento attuativo del R.D. 3267/23” hanno gettato le basi della tutela dell’assetto dei versanti e dei territori montani dal dissesto idrogeologico, sottoponendo a vincolo i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con i contenuti del Regio Decreto, possono con danno pubblico perdere di stabilità, subire denudazione o turbamento del regime delle acque (art 1 del RD 3267/23).

Sempre ai sensi della medesima normativa, la trasformazione dei boschi e dei terreni saldi in altre qualità di coltura, in terreni soggetti a periodica lavorazione e, come successivamente stabilito, in altre forme d’uso, è subordinata ad autorizzazione e a modalità appositamente prescritte allo scopo di prevenire i danni di cui all’art.1 del R.D. 3267/23. Vengono inoltre prescritte particolari forme di gestione dei boschi, dei terreni cespugliati nonché dei lavori di dissodamento dei terreni vegetati e saldi e dei terreni a coltura agraria. Anche il pascolo viene appositamente regolamentato.

Il Vincolo Idrogeologico in generale non preclude la possibilità di intervenire sul territorio, ma segue l’integrazione dell’opera con il territorio. Un territorio che deve rimanere integro e fruibile anche dopo l’azione dell’uomo, rispettando allo stesso tempo i valori paesaggistici dell’ambiente.

Il Vincolo Idrogeologico, regolamentando di fatto l’uso del suolo e i suoi cambiamenti, ha una valenza fortemente paesistica.

4.2. Il Vincolo idrogeologico nell’area d’indagine

Alla luce di quanto scaturito dagli studi condotti nella presente sede, si evidenzia che l’area di indagine ricade in una zona parzialmente sottoposta a vincolo idrogeologico (vedi Figura 4.1). A tal proposito si specifica che il “vincolo idrogeologico” non rappresenta un vincolo ostativo, e che per tanto si potrà ovviare a tale problematica seguendo l’iter normativo per la richiesta del nulla osta agli enti competenti.

Si ricorda, inoltre, che l’intervento in oggetto consiste nella messa in opera di un parco eolico, ed in quanto tale non comporta modifiche morfologiche del territorio, in riferimento all’articolo art 1 del RD 3267/23, tali da perdere di stabilità, subire denudazione o turbamento del regime delle acque.



5. GEOMORFOLOGIA

Come già accennato in premessa, il bacino di pertinenza dell'area d'indagine è rappresentato dal bacino idrografico del Torrente Comunelli. L'asta idrografica principale del bacino è rappresentata dal torrente da cui prende il nome (T. Comunelli), caratterizzato dalla presenza dei seguenti affluenti: Vallone Geremia, Rio San Giacomo, Vallone L'Aguglia, Torrente Sagone.

5.1. Il Bacino idrografico del Torrente Comunelli

5.1.1. Inquadramento geografico

Il bacino idrografico del Torrente Comunelli è localizzato a sud-ovest dei Monti Erei e precisamente ad ovest del bacino del Fiume Gela e dell'Area territoriale poco anzi descritta.

Il bacino in esame occupa una superficie di 107,81 Km² ed ha una forma allungata in direzione N-S; i bacini e le aree territoriali con i quali confina sono, procedendo in senso orario, i seguenti:

- nel settore nord-occidentale: Bacino del Fiume Imera meridionale;
- nel settore nord-orientale: Bacino del Fiume Gela;
- nel settore sud-orientale: Area territoriale tra il bacino del Fiume Gela e il bacino del Torrente Comunelli;
- nel settore sud-occidentale: Bacino del Torrente Rizzuto.

Lo spartiacque del bacino, procedendo in senso orario dall'estremità settentrionale, all'interno del centro abitato di Mazzarino, verso est si sviluppa lungo le cime di alcuni rilievi nelle Contrade Contrasto, Strada, Gargheria, Baronessa; quindi prosegue verso la foce lungo la vetta di Monte San Nicola (m 237 s.l.m.), lungo le cime dei rilievi in Contrada Santo Nicola e presso la Casa Santa Cristina per chiudere sulla costa meridionale della Sicilia, in prossimità della foce che si sviluppa ad W della zona balneare di Manfria.

Ad ovest, a partire dalla foce proseguendo verso nord lo spartiacque segue le cime di alcuni rilievi in prossimità di Masseria La Carruba, di Monte Pietroso (m 264,5 s.l.m.), Monte Moddemesi (m 366 s.l.m.), Monte Saraceno (m 385, 3 s.l.m.), Montagna del Signore (m 438,4 s.l.m.), Monte Judeca (m 526,6 s.l.m.), Monte Favara (m 512,3 s.l.m.), Monte Gibli (m 604 s.l.m.), che rappresenta anche la cima più elevata del bacino.

Dal punto di vista amministrativo, il bacino del Torrente Comunelli ricade interamente nella provincia di Caltanissetta e comprende i territori comunali di Mazzarino, Butera e Gela.



5.1.2. Assetto morfologico

L'assetto morfologico del bacino del Torrente Comunelli è prevalentemente collinare caratterizzato da rilievi che non superano i 600 metri di altitudine; soltanto nella sua parte meridionale, in prossimità della foce, la morfologia risulta pianeggiante, sviluppandosi nella zona di pianura alluvionale compresa tra Gela e Licata.

Il Torrente Comunelli nasce ad una quota di circa 470 metri s.l.m. a sud del centro abitato di Mazzarino nei pressi di Villa Alberti e prosegue con andamento N–S lungo un percorso di circa 25 Km sfociando nel Mar Mediterraneo tra le contrade Manfria, in territorio comunale di Gela, e Macconi, in territorio comunale di Butera; nel suo ultimo tratto, infatti, il Torrente Comunelli segna il confine comunale tra i 2 suddetti comuni.

Nel suo percorso iniziale il Torrente Comunelli assume un andamento piuttosto rettilineo, ma già nella zona intermedia del bacino, a nord del centro abitato di Butera, prosegue con un andamento meandriforme che mantiene fino alla foce.

Il reticolo idrografico del Torrente Comunelli presenta un pattern prevalente di tipo dendritico con uno sviluppo dell'asta principale in senso N – S.

La zona collinare risulta estremamente condizionata dalla variabilità delle caratteristiche di erodibilità delle litologie in affioramento: in corrispondenza di litotipi a maggiore competenza si sviluppano dei rilievi con versanti più acclivi, spesso a sommità tabulare dovuti a strutture geologiche sub-orizzontali o monocliniche. Nello specifico, il centro storico del comune di Butera che ricade all'interno del bacino idrografico si erge su una rocca con versanti sub-verticali acclivi ed a sommità tabulare, per lo più isolati rispetto alle zone adiacenti ad andamento piano-altimetrico collinare e sub-pianeggiante.

Laddove affiorano litotipi argilloso-marnosi il territorio presenta una morfologia più dolce.

Nella zona meridionale in prossimità della foce, l'elemento morfologico predominante è costituito dall'area pianeggiante compresa tra le Piane di Gela e di Licata.

5.2. Geomorfologia dell'area d'intervento

Dal punto di vista morfologico l'area interessata dal progetto è caratterizzata, nel complesso, da un paesaggio collinare piuttosto irregolare dovuto alla presenza di formazioni geologiche di diversa natura litologica e di diversa resistenza all'erosione dovuta agli agenti esogeni e soprattutto all'azione dell'acqua. Pertanto il paesaggio risulta irregolare e caratterizzato da strette valli che convergono in ampie vallate circondate da rilievi a differente andamento.



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Fiocco

Ordine dei Geologi del Lazio n. 1703 sez. A – P. IVA 09331721002

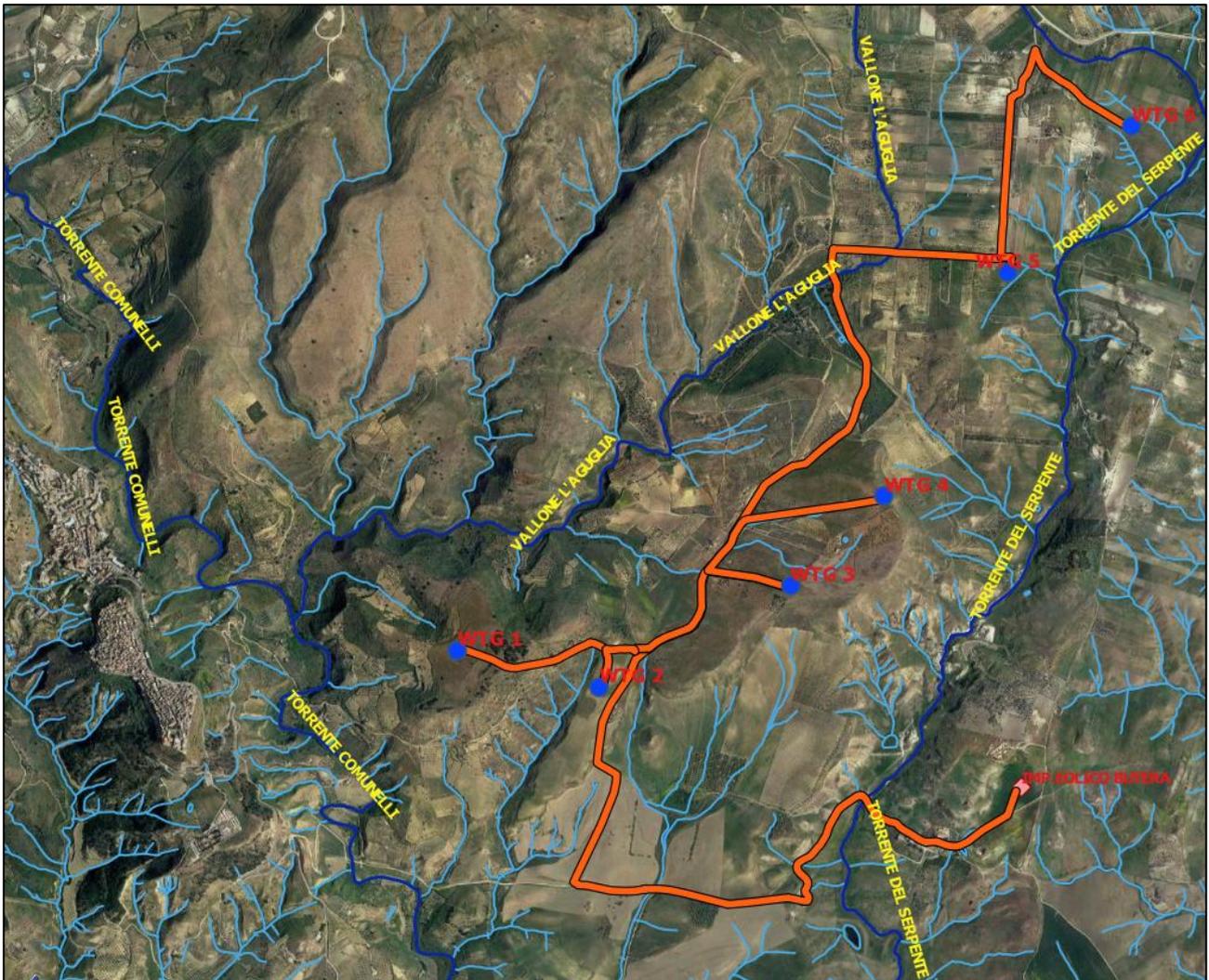
www.studiogeologia.com – m.fiocco@studiogeologia.com

Infatti, da un lato le litologie più facilmente erodibili, rappresentate dai termini argillosi, marnosi e sabbiosi, affiorano in corrispondenza di rilievi dall'andamento dolce, dall'altro quelle più coerenti, ovvero le litologie calcareo-marnose e calcarenitiche, danno luogo a rilievi e versanti più acclivi e dall'andamento accidentato.

L'area d'impianto presenta una quota topografica variabile tra i 370 m s.l.m., in prossimità dell'aerogeneratore WGT4, e i 230 m s.l.m. in prossimità della sottostazione elettrica.

Il drenaggio superficiale dell'area è garantito da impluvi naturali che confluiscono prevalentemente nel Vallone l'Aguglia, tributario in destra idrografica del T. Comunelli, e in minor parte nel T. Serpente. Le suddette aste fluviali sono caratterizzate da un regime di deflusso molto variabile e condizionato dagli andamenti meteorici. Nei periodi di particolare piena, legati a intense precipitazioni, si evidenziano elevate capacità erosive.

Figura 5.1 – Reticolo idrografico dell'area d'indagine.



-  Aerogeneratore
-  Cavidotto
-  Reticolo idrografico primario
-  Reticolo idrografico secondario



6. GEOLOGIA

6.1. *Inquadramento geologico a scala regionale*

La Sicilia è situata nel Mediterraneo centrale che è un esteso settore litosferico coinvolto nell'orogenesi alpina, la cui evoluzione geodinamica riflette la complessa interazione Mesozoica-Terziaria della placca Africana con quella Europea.

Il processo orogenetico ha determinato lo sviluppo di un "*Sistema Catena-Avanfossa*" con estesi raccorciamenti che hanno investito, a partire da quelli più interni verso quelli più esterni, i vari domini paleogeografici delineatisi durante il Mesozoico (LENTINI et alii, 1987), causandone la sovrapposizione in diverse unità tettoniche attualmente impilate nell'edificio a falde del settore di Catena.

In definitiva, l'attuale configurazione del Mediterraneo centrale deriva dalle fasi collisionali post-serravalliane dell'orogenesi, durante le quali i domini di pertinenza dell'originario margine Europeo hanno colliso con i settori del margine Afro-Adriatico, dando origine ad una "sutura" in cui sono coinvolte unità tettoniche derivanti dalla deformazione dei domini paleogeografici posti tra le due masse continentali (FINETTI et alii, 1996).

All'interno di questo contesto geologico-strutturale la Sicilia centro-meridionale costituisce un sito ottimale per lo studio delle deformazioni pellicolari relative all'avanzamento del fronte orogenico Maghrebide (GRASSO et alii, 1990). Quest'ultimo è costituito dall'unità alloctona nota in letteratura come "Falda di Gela" che attualmente occupa quasi totalmente l'Avanfossa Plio-Quaternaria Gela-Catania, affiorando estesamente dall'*offshore* gelese fino alle aree antistanti il margine settentrionale del *Plateau Ibleo*.

Dal punto di vista regionale la Falda di Gela rientra marginalmente nell'ampia unità paleogeografica nota in letteratura come "Bacino di Caltanissetta" compreso tra le aree emergenti dei Monti Sicani ad ovest e dei Monti Iblei ad est (DI GRANDE & MUZZICATO, 1986).

È in questo contesto geologico strutturale che si inquadra l'area oggetto del presente studio che dal limite occidentale del bacino idrografico del Fiume Gela si estende al limite orientale del bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale.

Questa area costituisce un buon campione di affioramento della Falda di Gela, caratterizzata da sovrascorrimenti pellicolari, che si smorzano all'interno dei depositi argillosi che pavimentano la Falda, e dominata da sistemi di pieghe ripiegate in cui i Trubi risultano sempre chiaramente coinvolti, a dimostrazione del fatto che l'attuale assetto strutturale della Falda è stato raggiunto dopo il



Pliocene inferiore. Queste deformazioni superficiali accomodano i forti tassi di raccorciamento dovuti ai *duplex* che interessano la parte più profonda della Falda di Gela.

Il fronte dell'edificio alloctono maghrebide è costituito prevalentemente dalle unità del "Complesso Sicilide" e delle relative coperture discordanti mio-plio-pleistoceniche, che hanno raggiunto tale posizione avanzando progressivamente verso l'esterno scavalcando le unità dei paleodomini originariamente più esterni grazie alla loro elevata plasticità; infatti queste "falde plastiche" sicilidi, in virtù delle proprie caratteristiche meccanico-fisiche, una volta messi in posto sulle unità più esterne non deformate e quindi in posizione strutturale più profonda, hanno sfruttato i meccanismi deformativi di tipo *duplexing* che hanno coinvolto tali unità (per lo più coperture silicoclastiche numidiche oligo-mioceniche), per poter migrare scivolando verso le aree più esterne. In definitiva questo avanzamento verso il fronte della catena è avvenuto quale risposta superficiale ai raccorciamenti in sottosuolo tra le unità maghrebidi esterne precedentemente sottoscorse alle unità del "Complesso Sicilide" (LENTINI et alii, 1996).

I terreni più antichi che "pavimentano" la Falda di Gela ed affioranti nell'area in esame, sono rappresentati dalle *Argille Scagliose brune* e dalle *Argille Scagliose variegata* legate rispettivamente ai lembi di Flysch Numidico e alle unità del Complesso Sicilide. Su questi terreni affiorano in discordanza i depositi argilloso-marnosi relativi ad un ciclo deposizionale Tortoniano e riferibile ad una *facies* distale della Formazione Terravecchia (SCHMIDT di FRIEDBERG, 1965).

In continuità stratigrafica seguono tutti i termini della Serie Solfifera messiniana, i Trubi e le Argille marnose medio-supraplioceniche. Infine in discordanza seguono i terreni "post-orogeni" rispetto alla messa in posto della Falda di Gela, e riferibili alle Argille e alle Sabbie quaternarie.

L'evoluzione geologico-strutturale dell'area in esame è stata determinata da una ben precisa successione temporale di fasi tettoniche così di seguito descritta:

- **Fase I)** traslativa, responsabile dell'inglobamento delle *Argille Scagliose variegata* creta-eoceniche all'interno delle *Argille Scagliose brune* oligo- mioceniche, che dovrebbe essere avvenuta al più tardi nel Tortoniano inferiore (OGNIBEN, 1960; RODA, 1971; DI GRANDE & MUZZICATO, 1986), suturata cioè dalla deposizione in discordanza delle *Argille marnose grigio-azzurre* pre- solfifere;
- **Fase II)** compressiva, di età inframesiniana (DECIMA & WEZEL, 1971), responsabile del primo piegamento dei depositi evaporitici ed inoltre della discordanza regionale che ha permesso l'identificazione a scala regionale di un "ciclo evaporitico superiore" ed uno "inferiore";



STUDIO DI GEOLOGIA

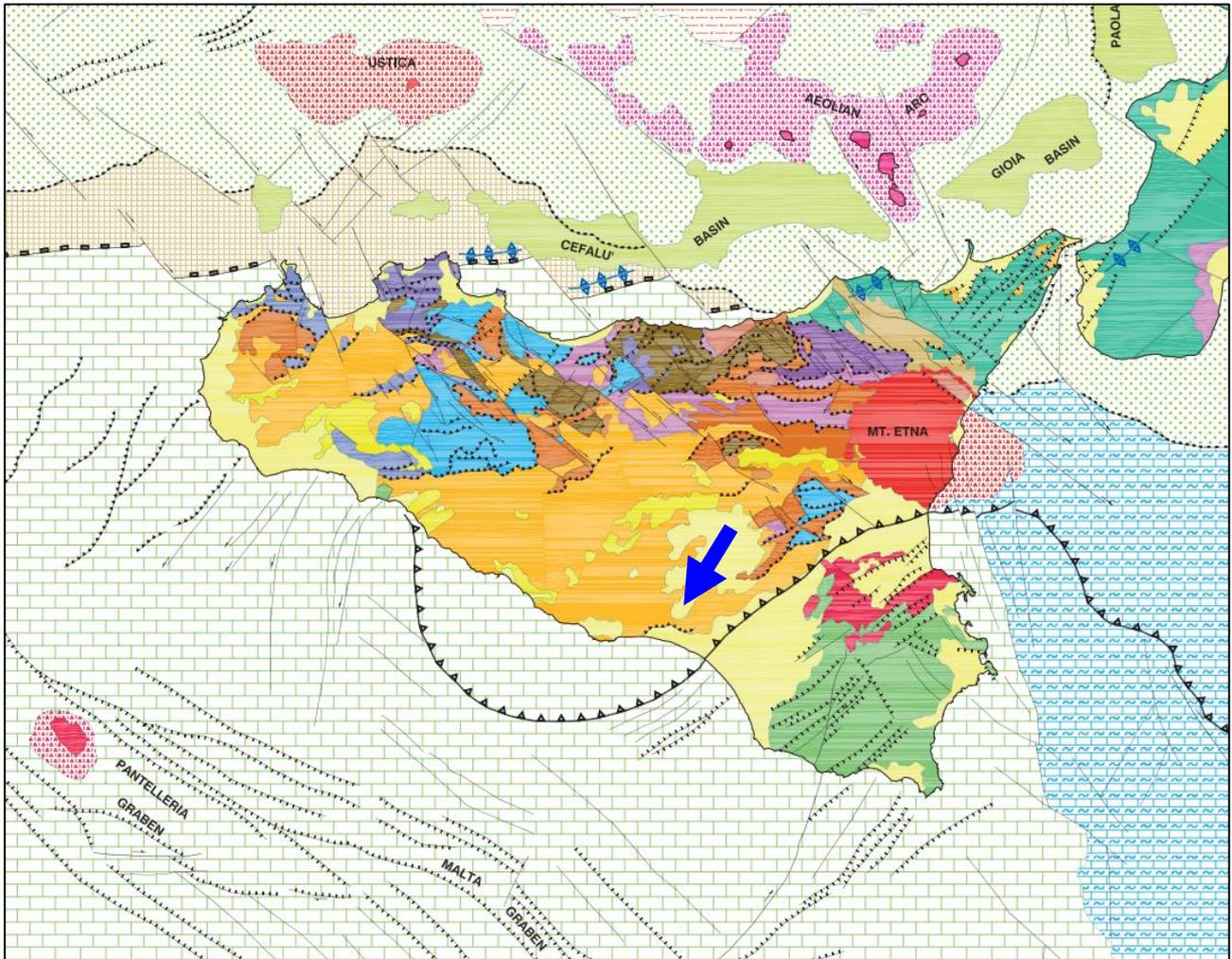
Dott. Geol. Marco Fiocco

Ordine dei Geologi del Lazio n. 1703 sez. A – P. IVA 09331721002

www.studiogeologia.com – m.fiocco@studiogeologia.com

- **Fase III)** compressiva sinsedimentaria, di età infrapliocenica (OGNIBEN, 1954; 1960; DECIMA & WEZEL, 1971; CITA, 1972; SPROVIERI, 1975; DI GRANDE & MUZZICATO, 1986) a cui bisogna riferire l'appoggio in *onlap* dei Trubi sui depositi sottostanti della Serie Gessoso-Solfifera, o pre-solfiferi, ed inoltre il coinvolgimento dei Trubi al nucleo dei sistemi plicativi delineatisi;
- **Fase IV)** compressiva, di età medio-pleiocenica, responsabile della discordanza sinsedimentaria tra le *Argille marnose azzurre* e i sottostanti Trubi (RODA, 1971), nonché dei segnali precoci del ripiegamento dei sistemi plicativi pre-esistenti;
- **Fase V)** traslativa, di età suprapliocenica-infrapleistocenica (RODA, 1971; DI GERONIMO & COSTA, 1978; DI GERONIMO et alii, 1979; DI GRANDE & MUZZICATO, 1986; BIANCHI et alii, 1987; LENTINI et alii, 1987; LARROQUE, 1993; LENTINI et alii, 1996), responsabile della messa in posto della Falda di Gela. Inoltre, a questa fase tettonica traslativa potrebbero essere riferite le fasi parossistiche del ripiegamento dei sistemi plicativi dell'area, nonché il blando piegamento che deforma le *Argille marnose azzurre* medio- supraplioceniche e il conseguente appoggio in discordanza angolare delle soprastanti *Argille sabbiose grigio-brune* infrapleistoceniche (RODA, 1965; DI GRANDE & MUZZICATO, 1986);
- **Fase VI)** di età probabilmente suprapleistocenica, a carattere compressivo, legata presumibilmente ai movimenti tardivi della Falda di Gela, con attivazione di lineamenti tettonici di scorrimento;
- **Fase VII)** di età suprapleistocenica (DI GERONIMO et alii, 1979), responsabile dei fenomeni di terrazzamento fluviale che caratterizzano l'area, e dei sistemi di faglie dirette che accomodano il generale sollevamento avvenuto.

Figura 6.1 - Schema strutturale della Sicilia (da LENTINI et alii, 2004). La freccia azzurra indica l'ubicazione dell'area di indagine.



6.2. *Geologia dell'area d'indagine*

6.2.1. **Assetto stratigrafico**

Dallo stralcio della carta geologica di seguito allegato (Tav. 4 – Geologia dell'area), si evince che l'area d'indagine è interessata dalla presenza in affioramento dai depositi terrigeni plio-pleistocenici. Nella fattispecie, i litotipi affioranti nell'area d'impianto, che verranno interessati direttamente dagli interventi e dalle opere progettuali, sono riconducibili prevalentemente ai termini sabbiosi e argillosi e in minor parte a quelli calcareo-marnosi (Trubi).



Calcari marnosi e marne calcaree - Trubi

Stanno al di sopra dei Gessi o, molto più frequentemente, a diretto contatto con il Calcarea di Base. Si tratta di marne calcaree e calcari marnosi dovuti alla variazione della concentrazione di carbonato di calcio in soluzione; sono di colore bianco crema ricchi in microfaune a *Globigerine spp.*, abbastanza compatte, a fratturazione concoide, stratificate in livelli di 20-60 cm, con frequenti grumi ferruginosi ed intercalati in alternanza da livelli più argillosi tendenti al grigio. La stratificazione dei Trubi è spesso mascherata da un elevato grado di fratturazione in direzione trasversale o subnormale ad essa.

I Trubi poggiano in discordanza angolare sui livelli sottostanti, piegati da una fase compressiva tardo-miocenica. In effetti, se un acme tettonico inframessiniano è stato già riconosciuto da DECIMA & WEZEL (1971) per la Sicilia, certamente una tettonica, pur di minore intensità, fu in atto anche durante tutto il messiniano superiore e durante la sedimentazione stessa dei Trubi, come dimostrano anche le frequenti intercalazioni di Argille Brecciate a differenti livelli stratigrafici messiniani e bassopliocenici (A.B. III e A.B. IV): esse sono evidenti prove di un fenomeno tettonico molto più lungo e continuo nel tempo (SPROVIERI, 1975).

Complessivamente, anche i Trubi risultano piegati ed ampiamente coinvolti nelle strette pieghe dei Gessi e del Calcarea di Base; pur tuttavia nell'area in esame la formazione dei Trubi risulta assai poco sviluppata dal punto di vista estensionale, e gli affioramenti appaiono per lo più localizzati e discontinui.

Il contatto con le sovrastanti *Argille marnose azzurre* medio-supra-plioceniche è marcato da una discordanza angolare.

Nell'area in esame lo spessore della formazione non è ben valutabile per mancanza di buone esposizioni, ma sembra aggirarsi intorno agli 80-100 m.

Argille sabbiose grigio-brune

Affiorano estesamente con giacitura sub-orizzontale nella Piana di Gela, ove vengono ricoperte dalle alluvioni attuali, per poi riaffiorare nuovamente a sud nella collina ove si erge l'abitato di Gela.

Un'ottima esposizione di tali terreni la si può riscontrare ad est dell'abitato di Gela, lungo la fascia costiera che da Monte Lungo si estende sino a Falconara: in riva al mare è possibile ammirare una falesia argillosa soggetta all'azione modellatrice dell'erosione accelerata, con l'attivazione di diverse aree calanchive.



Si tratta di argille marnose passanti verso l'alto a marne argillose, arricchendosi via via con un discreto contenuto sabbioso, di colore grigio, grigio-azzurro o azzurro al taglio fresco, grigio-bruno o grigio-nocciola in superficie. La formazione ha uno spessore totale affiorante di circa 100 m.

Verso l'alto passano generalmente e gradualmente in continuità stratigrafica alle Sabbie e calcareniti gialle. Invece, poco ad ovest del limite territoriale del bacino del Fiume Gela, e specificatamente a nord-ovest del rilievo collinare dell'abitato di Gela e a Monte Lungo si può invece osservare, anziché un passaggio graduale, una discordanza angolare tra le marne siltose inferiori e le sovrastanti sabbie giallo-rossastre perfettamente orizzontali.

Sabbie e calcareniti gialle

Lembi di questa formazione affiorano alla sommità delle spianate collinari presenti nell'area: in ordine, da sud verso nord, dall'abitato di Gela con annessa sommità di Monte Lungo alla Rocca dell'abitato di Butera passando per la sommità del Monte San Nicola.

Mostrano giacitura sub-orizzontale e stratificazione parallela; sono sabbie gialle a grana fine e media, contenenti ripetute intercalazioni di calcareniti detritico-organogene molto competenti.

La formazione ha una potenza complessiva di 50 m; i livelli sabbiosi in genere hanno maggiore potenza di quelli calcarenitici, i quali entro i livelli sabbiosi formano intercalazioni frequentemente discontinue e sporgenti, messe in evidenza dall'erosione selettiva.

Alluvioni terrazzate

Si tratta di depositi di limitata estensione, morfologicamente pianeggianti, con spessori che non superano i 10-15 m e costituiti da sabbie, ghiaie e ciottoli ben arrotondati con dimensioni fino a decimetriche.

Rappresentano il ringiovanimento dei corsi d'acqua a causa delle fasi tettoniche suprapleistoceniche che hanno sollevato a più riprese l'area in esame determinando la formazione di una gradinata di terrazzi marini e continentali distribuiti tra l'attuale livello del mare e le quote massime di 150 m (DI GERONIMO et alii, 1979). Infatti nell'area i depositi alluvionali terrazzati affiorano dislocati a varie quote e si possono così distinguere:

- **Alluvioni terrazzate fluviali antiche (I Ordine)** poste ad una quota maggiore rispetto all'alveo dei torrenti che solcano verso sud le spianate morfologiche dell'area in esame: in ordine, da est verso ovest, i torrenti Gattano, Comunelli e Rizzuto;
- **Alluvioni terrazzate fluviali recenti (II Ordine)** poste alla medesima quota degli alvei dei predetti torrenti ma al di fuori degli stessi: affioranti estesamente lungo tutta la pianura



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Fiocco

Ordine dei Geologi del Lazio n. 1703 sez. A – P. IVA 09331721002

www.studiogeologia.com – m.fiocco@studiogeologia.com

alluvionale del comprensorio Gela-Marina di Butera, interrotta da qualche locale affioramento di Argille sabbiose grigio-brune infrapleistoceniche.

Alluvioni attuali e coperture detritiche

Le alluvioni attuali hanno in totale un'estensione molto limitata, essendo circoscritte al fondovalle dei principali corsi d'acqua. Si tratta di depositi prevalentemente ghiaioso- sabbiosi, di ridotto spessore. Un po' ovunque, specialmente alla base dei pendii più scoscesi, si è soliti rilevare falde di detrito formate principalmente dall'accumulo di elementi lapidei per lo più calcarei immersi in una matrice pelitica.

TAVOLA 4 – GEOLOGIA DELL'AREA

STRALCIO CARTA LITOLOGICA – PAI

Scala originaria 1:50.000 (immagine fuori scala)



-  Alluvioni attuali e terrazze
-  Sabbie e calcareniti gialle
-  Argille sabbiose grigio-brune
-  Calcari marnosi e marne calcaree (Trubi)
-  Aerogeneratore
-  Cavidotto



7.1. Cenni sull'assetto idrogeologico

La permeabilità e il comportamento idrogeologico dei terreni affioranti nel bacino idrografico del T. Comunelli sono strettamente legati alla loro natura litologica e sedimentologica ed al loro assetto strutturale.

Si possono distinguere litotipi caratterizzati da una diversa permeabilità. Sabbie, arenarie e calcareniti rappresentano i litotipi caratterizzati da permeabilità primaria per porosità. Litotipi caratterizzati da permeabilità primaria per fratturazione sono invece rappresentati dai calcari, gessi, calcari marnosi della Serie Gessoso-Solfifera, interessati anche da fenomeni di dissoluzione chimica che possono accentuarne il grado di permeabilità.

Litotipi impermeabili o scarsamente permeabili sono rappresentati dalle formazioni argillose, le quali costituiscono, ai vari livelli stratigrafico-strutturali ed in presenza dell'opportuna continuità laterale, i bedrock che consentono l'accumulo idrico sotterraneo.

La dinamica idrica sotterranea risulta quindi strettamente influenzata dalla sovrapposizione di strati a diversa permeabilità. Acquiferi di varia entità sono presenti in terreni permeabili, sia per porosità che per fratturazione e/o carsismo. Il limite di permeabilità è costituito dal passaggio a sottostanti terreni di natura argillosa.

Inoltre la presenza di formazioni sabbiose caratterizzate da alternanze di livelli sabbiosi e sabbiosolimosi con intercalazioni di argille e argille marnose determina spesso la formazione di acquiferi composti da più falde sovrapposte, in relazione ai rapporti giacitureali delle argille e delle sabbie, e di accumuli di acqua sospesi a carattere stagionale, strettamente influenzati dal regime delle precipitazioni e da eventuali alimentazioni occulte da parte di falde acquifere alimentate da altri bacini idrogeologici adiacenti.

Ad ogni modo, generalmente la direzione di flusso delle acque di circolazione idrica sotterranea avviene presumibilmente verso sud.

Gli elementi climatici influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee e, essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione.

L'evaporazione è sempre modesta nei mesi freddi e nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcarea a causa dell'elevata permeabilità di tali litotipi che favorisce l'infiltrazione delle acque ruscellanti.



Quindi, la ricarica degli acquiferi dell'area in esame avviene sostanzialmente nel periodo piovoso ottobre-aprile, mentre durante l'estate, caratterizzata da lunghi periodi di siccità ed elevate temperature, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno.

Occorre evidenziare, inoltre, come i centri abitati che ricadono all'interno dell'area di indagine (come Butera) si ergono su rilievi collinari alle cui sommità, per lo più tabulari, affiorano sabbie e calcareniti pleistoceniche caratterizzate da una buona permeabilità ed un'ottima potenzialità filtrante che possono facilmente immagazzinare le acque di precipitazione meteorica.

Tali livelli permeabili confinati in basso da litotipi limosi o argillo-limosi impermeabili, hanno però quasi sempre almeno quattro elementi negativi che ne limitano la possibilità di accumulo e che rendono le aree povere di "riserve" idriche:

- spessore troppo piccolo dello strato permeabile che giace al di sopra dei livelli argillosi impermeabili, con conseguente limitazione del potere di accumulo;
- non adeguata continuità orizzontale dei livelli arricchiti della componente sabbiosa;
- scarsa piovosità della zona che comporta dei tempi di ricarica delle falde idriche fin troppo lunghi per poter bilanciare il fabbisogno della popolazione;
- intensa urbanizzazione dei luoghi, ricchi di insediamenti abitativi costituenti spesso i centri cosiddetti "storici", con opere di urbanizzazione primaria che limitano notevolmente l'infiltrazione delle acque meteoriche in sottosuolo.

Nonostante tali limitazioni, nei centri storici si assiste spesso al rinvenimento di livelli di circolazione idrica a volte di derivazione non meteorica, ma imputabili piuttosto ad una cattiva regimentazione delle acque reflue ed allo stato fatiscente che caratterizza buona parte delle condotte idriche e fognarie di tali centri.

7.2. Assetto idrogeologico dell'area d'indagine

Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dall'affioramento di terreni prevalentemente impermeabili dove non è presente alcuna falda freatica utilizzabile a scopi civili ed agricoli. Numerosi, infatti, sono i laghetti collinari diffusi lungo i versanti argillosi.

Localmente sono presenti lembi di modesta estensione di rocce permeabili per fratturazione, fessurazione o porosità (calcari solfiferi, gessi, arenarie, trubi).

Vista la limitatezza dell'estensione delle aree di alimentazione e la litologia ricca in solfati, carbonati e sali, tali affioramenti non danno luogo a falde freatiche di interesse.



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Fiocco

Ordine dei Geologi del Lazio n. 1703 sez. A – P. IVA 09331721002

www.studiogeologia.com – m.fiocco@studiogeologia.com

Anche le parti pianeggianti dove affiorano i depositi alluvionali sono di scarso interesse da un punto di vista idrogeologico per la presenza prevalente di terreni fini (limi, limi sabbiosi e sabbie limose) che non consentono la formazione di falde freatiche di interesse.



8. SISMICITA'

Negli studi per la valutazione delle azioni sismiche è indispensabile considerare la pericolosità sismica di base, intesa come la probabilità che un evento sismico di una certa Magnitudo avvenga in un'area secondo un determinato periodo di ritorno.

La Pericolosità sismica di base è definita calcolando il valore atteso di uno o più parametri che descrivono il terremoto su terreno rigido e compatto (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito), ed attraverso tali valori è possibile predisporre una classificazione sismica del territorio, finalizzata alla pianificazione territoriale e/o dell'emergenza ed alla programmazione delle attività di prevenzione.

Nei paragrafi successivi verranno esaminati tutti i dati utili alla caratterizzazione sismica del sito d'indagine.

8.1. *Evoluzione della normativa recente in materia antisismica.*

O.P.C.M. n.3274 del 2003

Il recente riordino della normativa antisismica in Italia inizia con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 2003 che fornisce i primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. E' in questa ordinanza che viene introdotta la classificazione dei terreni in base al parametro V_{S30} .

NTC 23 settembre 2005

Il 23 settembre 2005 vengono pubblicate in Gazzetta Ufficiale le nuove NTC, che contengono tutta la normativa italiana relativa alla progettazione degli edifici.

È previsto che le nuove NTC entrino in vigore il 23 ottobre 2005; per la precisione in tale data inizia un periodo di 18 mesi di applicazione sperimentale durante il quale è possibile far riferimento alla vecchia normativa (legge 1086/1971, legge 64/1974).

O.P.C.M. 3519 del 2006

Nel corso del 2006 una nuova Ordinanza (OPCM 3519/2006) ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 (vedi Figura 8.1) quale riferimento ufficiale, e ha definito i criteri che le Regioni devono seguire per aggiornare le afferenze dei Comuni alle 4 zone sismiche.

Tuttavia, questa Ordinanza non obbliga le Regioni a aggiornare tali afferenze.



DM 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”

Il 4 febbraio 2008 viene pubblicato in Gazzetta Ufficiale il *DM 14 gennaio 2008* contenente le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, la cui entrata in vigore era prevista per il 5 marzo 2008.

Le norme definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, le prestazioni richieste in termini di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità. Forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

A fine gennaio 2008 una Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri fornisce indicazioni per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, con riferimento alle NTC.

La proroga assegnata al decreto non si applica alle verifiche tecniche e alle nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici di interesse strategico e alle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

Lo stesso vale per gli edifici e le opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un loro eventuale collasso.

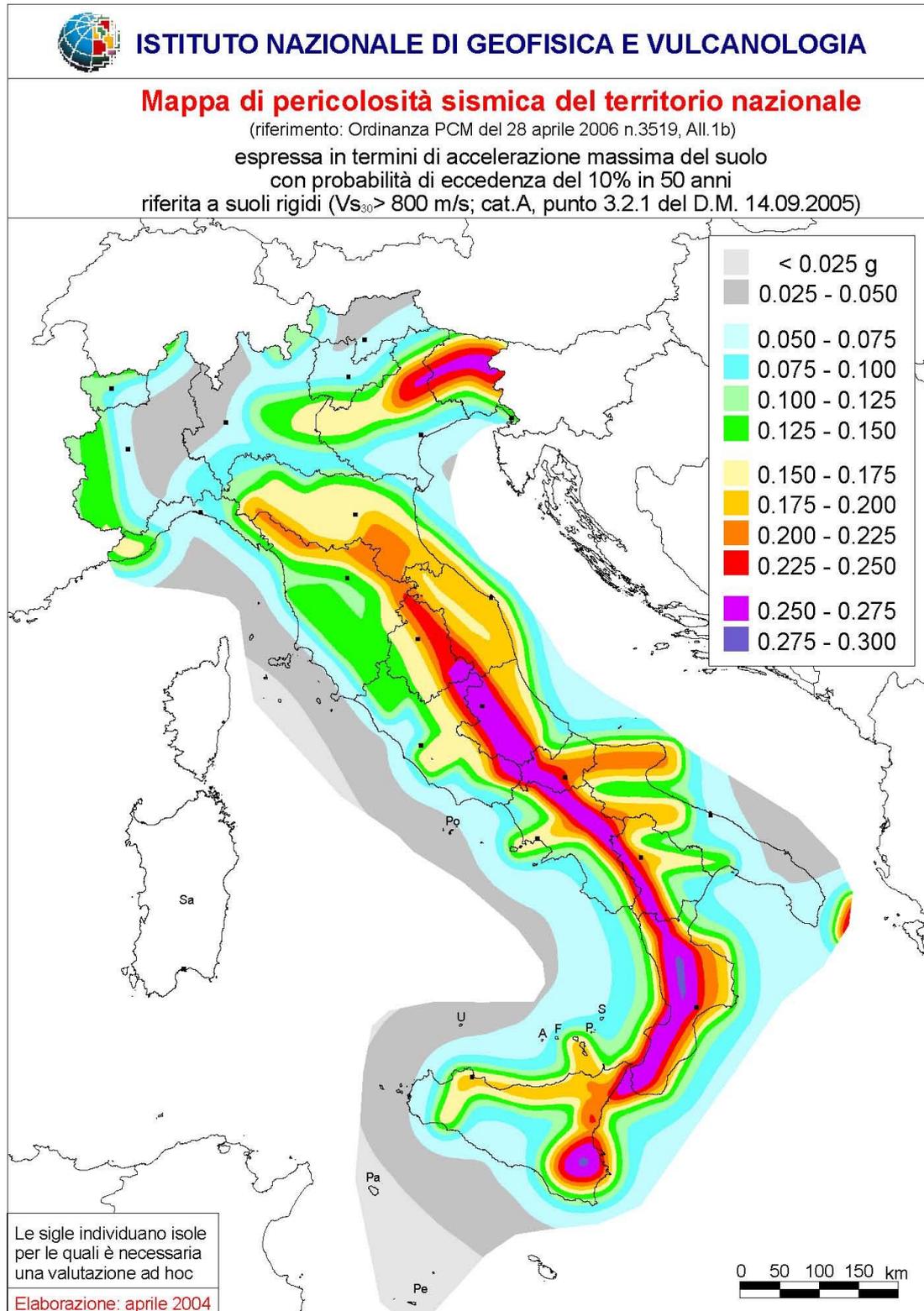
Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti fornisce, con la Circolare 617/2009, le istruzioni per l'applicazione delle nuove NTC di cui al DM del 14 gennaio 2008, che rappresenta – ha spiegato il Ministero – “la più avanzata espressione normativa a tutela della pubblica incolumità nel settore delle costruzioni”.

L'8 aprile del 2009 la Commissione Ambiente della Camera ha impegnato il Governo a rendere nel più breve tempo possibile obbligatoria l'applicazione del DM 14 gennaio 2008, abrogando la proroga al 30 giugno 2010. L'applicazione di tali norme diventa obbligatoria dal 1 luglio 2009, come previsto dalla legge n.77 del 24 giugno 2009.

D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”

Dopo circa 10 anni di assenza di decreti o circolari riguardanti aggiornamenti o supplementi alla normativa sismica, è stato pubblicato il Nuovo D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”, entrato in vigore il 22 marzo 2018. Questo ha leggermente modificato le categorie di suolo e di cui, in data 21 gennaio 2019, sono state pubblicate le istruzioni per l'applicazione.

Figura 8.1 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM 3519/06)



8.2. Sismicità dell'area in esame

8.2.1. Sismicità storica

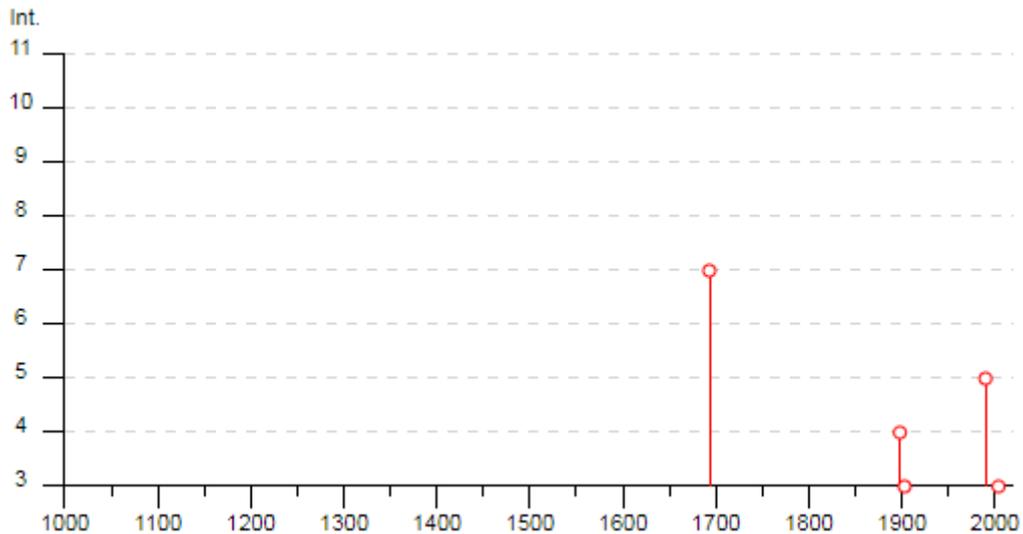
Dall'analisi del Catalogo Parametrico dei terremoti italiani (Database macrosismico italiano dal 1000 al 2020 – DBMI15), redatto e pubblicato dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), si deduce che il territorio di Butera è stato interessato da almeno 12 eventi sismici in epoca storica, a partire dal 1693, come riportato nella Figura 8.2.

Tale dato, inoltre, si evince dalla Figura 8.3 (Database macrosismico italiano dal 1000 al 2020), nella quale spicca il terremoto della Sicilia sud-orientale del 11 gennaio del 1693, avente intensità al sito di 7 MCS.

Figura 8.2 - Estrazione dal catalogo macrosismico DBMI15 degli eventi sismici storici che hanno interessato il territorio comunale di Butera. (Int = intensità risentita al sito; NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto; Io = intensità epicentrale; Mw = magnitudo).

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
NF	1897	02	11	23	33	0	Ionio meridionale	96	5	5.03
NF	1897	05	28	22	40	0	Ionio	132	6	5.46
4	1898	11	03	05	59		Calatino	48	5-6	4.51
3	1903	07	13	08	19		Calatino	46	5	4.14
NF	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
2	1980	01	23	21			Monti Iblei	122	5-6	4.39
NF	1990	10	29	08	16	1	Stretto di Sicilia	40		4.79
5	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
3	2004	12	30	04	04	5	Monti Iblei	48	4	3.82
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56

Figura 8.3 - Diagramma dei terremoti storici di massima intensità.



8.2.2. Classificazione sismica

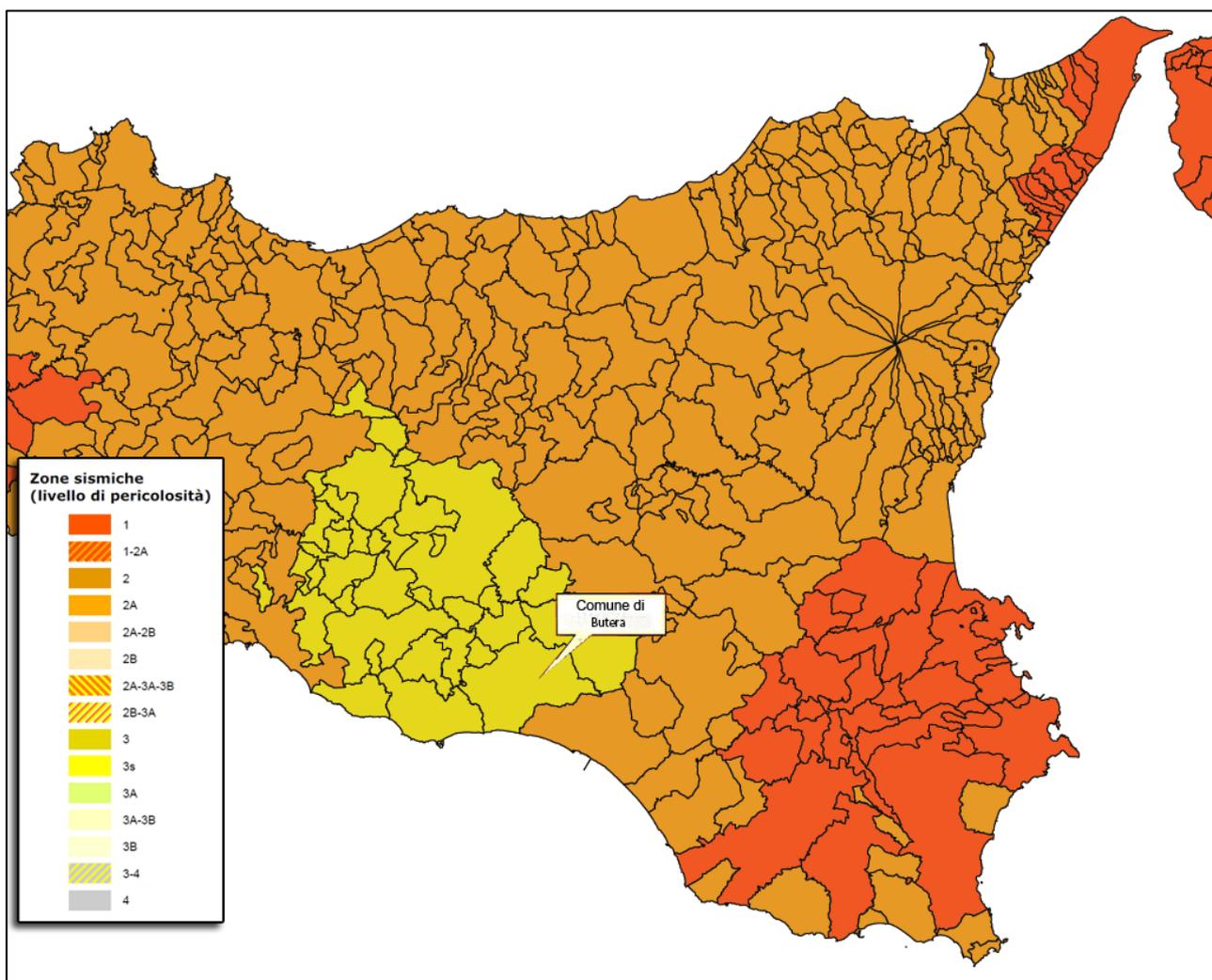
Come è noto, un terremoto può trasmettere sia sollecitazioni dinamiche con fenomeni di amplificazione locale, che dare luogo a fenomeni di instabilità dinamica con cedimenti, liquefazione e frane. Pertanto in fase di progettazione di opere in zone sismiche, è necessario partire dall'ipotesi di un "terremoto di progetto", basato sulla conoscenza della sismicità della zona.

In base all'emanazione dei criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale tramite l'OPCM 3274/03, in seguito aggiornata con l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006 "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale", si evidenzia che il Comune Butera (CL), in riferimento alla Classificazione sismica dei comuni italiani aggiornata al 31 marzo 2023 dal Dipartimento della Protezione Civile, ricade in una zona identificata come "zona 3" (vedi Tabella 8.1).

Tabella 8.1 – Estratto da "Classificazione sismica dei comuni italiani – 2023 - Dipartimento della Protezione Civile".

Regione	Provincia	Cod_Istat	Denominazione	Zona sismica 2023
Sicilia	Caltanissetta	85003	Butera	3

Figura 8.4 - Zone sismiche aggiornate dall'OPCM 3274/2003 e recepite dalle Regioni – Aggiornamento al 2023.



8.2.3. Pericolosità sismica

Con pericolosità sismica si intende lo scuotimento del suolo atteso in un sito a causa di un terremoto. Essendo prevalentemente un'analisi di tipo probabilistico, si può definire un certo scuotimento solo associato alla probabilità di accadimento nel prossimo futuro.

Per far fronte alla pericolosità sismica di sito, nell'ambito della progettazione si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), le quali adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture. Pertanto, in riferimento alle NTC, la pericolosità sismica è intesa come



il danneggiamento di una costruzione causato dall'azione sismica di terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. Pertanto, i parametri di pericolosità sismica di base (definita da uno studio condotto dall'INGV) sono definiti convenzionalmente nel rispetto delle ipotesi seguenti:

- condizioni di campo libero, ovvero assenza di manufatti sul terreno;
- superficie topografica orizzontale (categoria T1);
- sito di riferimento rigido (categoria A).

Ovviamente è raro che tali ipotesi si verificano nelle situazioni reali, pertanto, nell'ambito delle attività di progettazione, dovranno essere apportate delle opportune modifiche agli spettri di risposta mediante degli opportuni coefficienti di amplificazione (NTC 2018).

Dalla pericolosità sismica di base si ricava la risposta sismica locale, tenendo conto delle condizioni morfologiche e stratigrafiche del sito di costruzione.

Con le NTC 2008 (D.M. del 14/01/2008), è stato superato il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche, proponendo una nuova zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di a_g pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale.

Il reticolo di riferimento, costituito da 10.751 punti, ed i parametri di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati sul sito web <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

8.2.3.1. Reticolo di riferimento e mappa di pericolosità sismica

Come già evidenziato, il reticolo di riferimento per l'intero territorio nazionale è fornito e reso pubblico dall'INGV.

Le Norme Tecniche utilizzano gli stessi nodi su cui sono state condotte le stime di pericolosità sismica da parte di INGV. Le coordinate e l'identificatore dei nodi (ID) coincidono. Rispetto al numero di dati pubblicati da INGV (circa 16.000 nodi), le Norme hanno ridotto le aree in mare e riportano 10.751 nodi.

In Figura 8.5 si riporta la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale edita dall'INGV.

I colori indicano i diversi valori di accelerazione del terreno che hanno una probabilità del 10% di essere superati in 50 anni. Indicativamente i colori associati ad accelerazioni più basse indicano zone meno pericolose, dove la frequenza di terremoti più forti è minore rispetto a quelle più pericolose, ma questo non significa che non possano verificarsi.



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Fiocco

Ordine dei Geologi del Lazio n. 1703 sez. A – P. IVA 09331721002

www.studiogeologia.com – m.fiocco@studiogeologia.com

Gli scuotimenti più forti, con valori delle accelerazioni del suolo superiori a 0.225 g ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$, accelerazione di gravità), sono attesi in Calabria, Sicilia sud-orientale, Friuli-Venezia Giulia e lungo tutto l'Appennino centro-meridionale. Valori medi sono riferiti alla Penisola Salentina, lungo la costa tirrenica tra Toscana e Lazio, in Liguria, in gran parte della Pianura Padana e lungo l'intero Arco Alpino. La Sardegna è la regione meno pericolosa con valori di scuotimento atteso moderati.

La Figura 8.6 riporta evidenziata l'area d'indagine in cui ricade il sito oggetto della presente analisi.

Si evidenzia che, in questa sede, le analisi sulla pericolosità sismica, di seguito riportate, saranno focalizzate su un punto baricentrico rispetto all'area di intervento, rimandando alle successive fasi progettuali eventuali approfondimenti.

Figura 8.5 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM 3519/06).

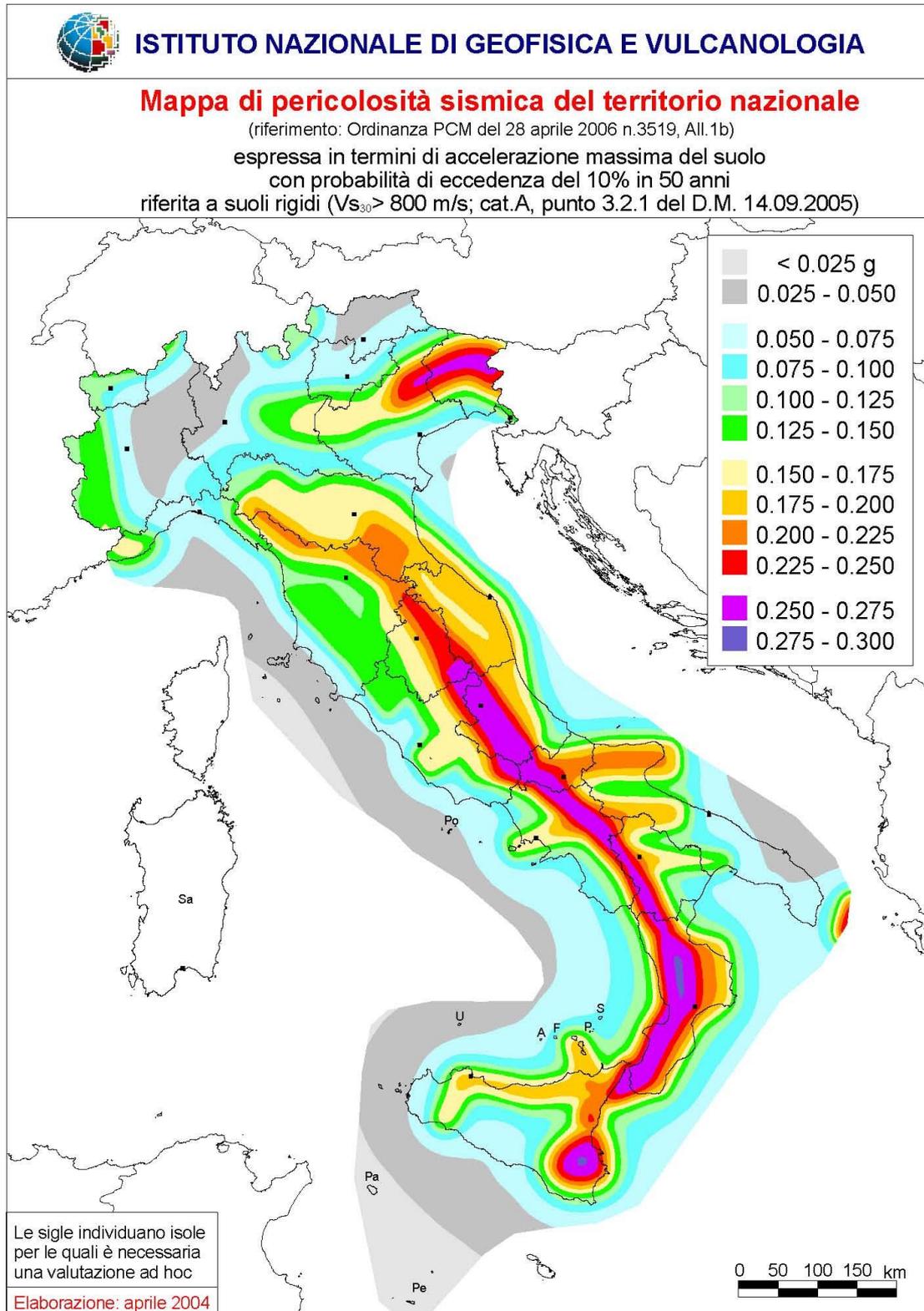
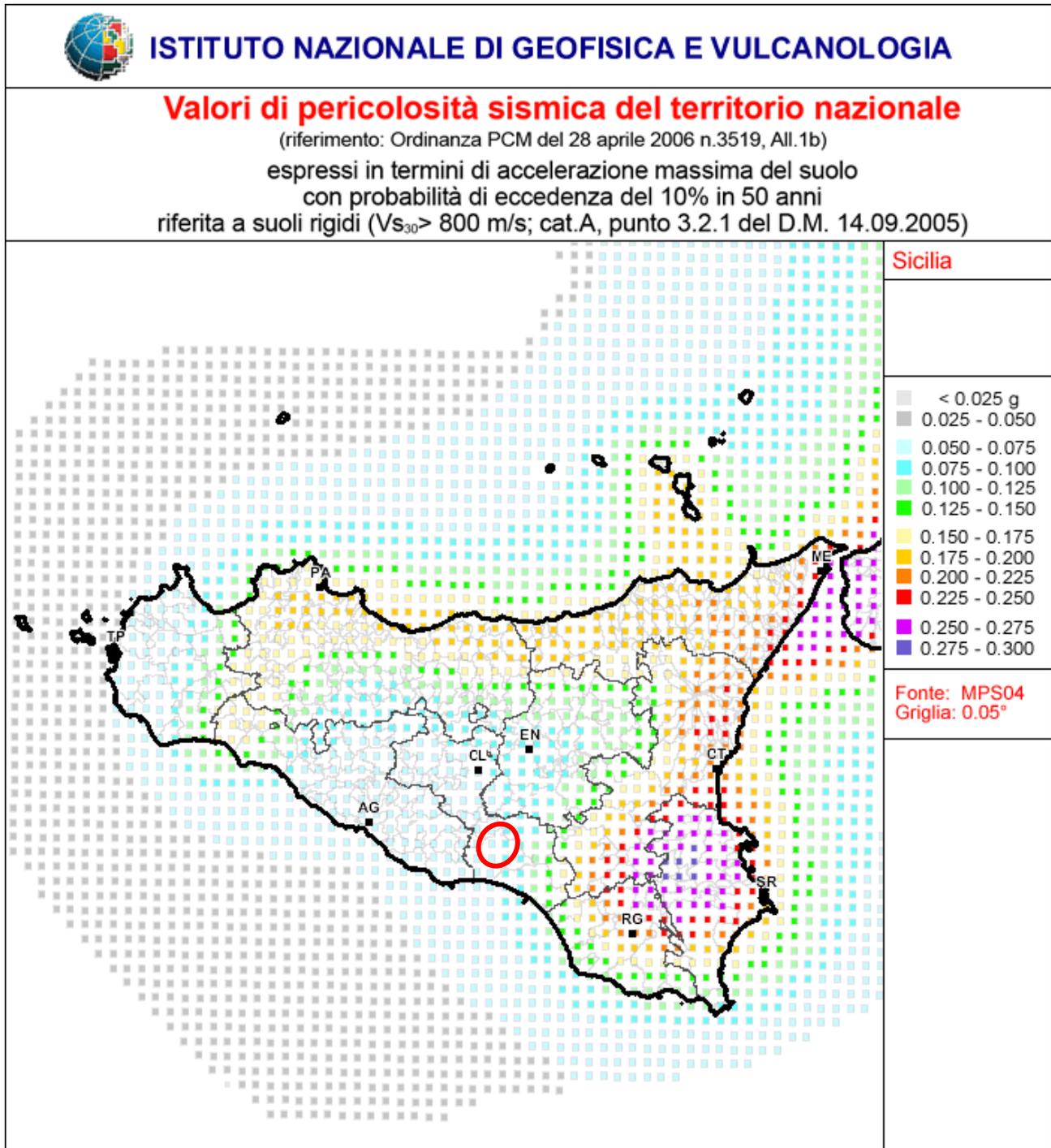
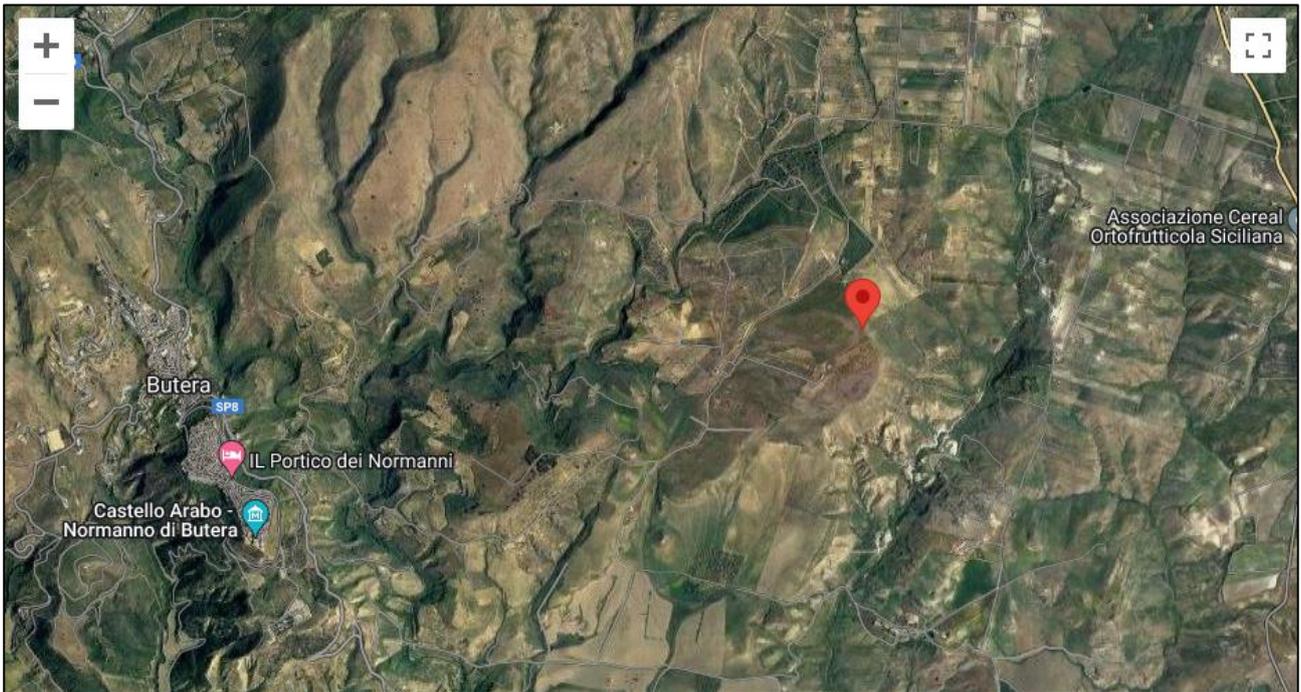


Figura 8.6 - INGV: Mappa di pericolosità sismica regionale (OPCM 3519/06). In rosso è indicata l'area in cui ricade il sito d'indagine.



Per l'analisi del sito in esame sono state ricavate le coordinate geografiche medie rappresentative del sito (prese al centro del sito) riferite al *Datum* ED 50, come riportato in Figura 8.7.

Figura 8.7 - Sito oggetto d'indagine.

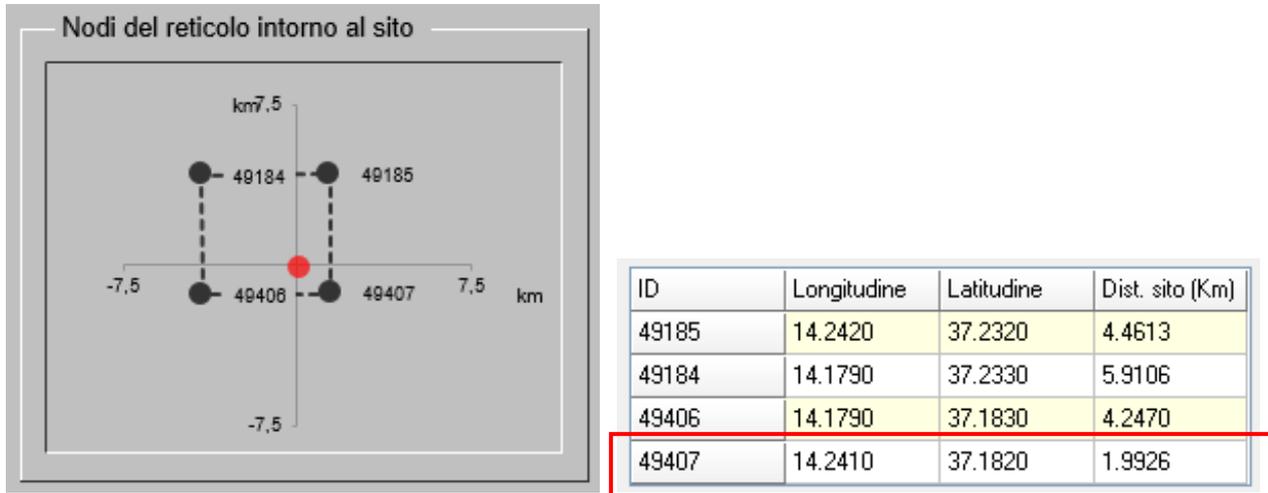


COORDINATE GEOGRAFICHE (<i>Datum</i> ED50)		
Comune	Latitudine	Longitudine
Butera	37.19435	14.22473

Tramite le coordinate geografiche è stato individuato il nodo più vicino al sito d'indagine.

In Figura 8.8 sono riportati i nodi nell'intorno del sito d'indagine. Da questa si evince che il nodo più vicino al sito è il seguente: ID 49407 con una distanza stimata di circa 1,99 Km.

Figura 8.8 - Nodi del reticolo intorno al sito d'indagine.



In riferimento alla Mappa di pericolosità sismica dell'INGV si possono individuare i nodi del reticolo più vicini al sito d'indagine inserendo le coordinate geografiche individuate in precedenza.

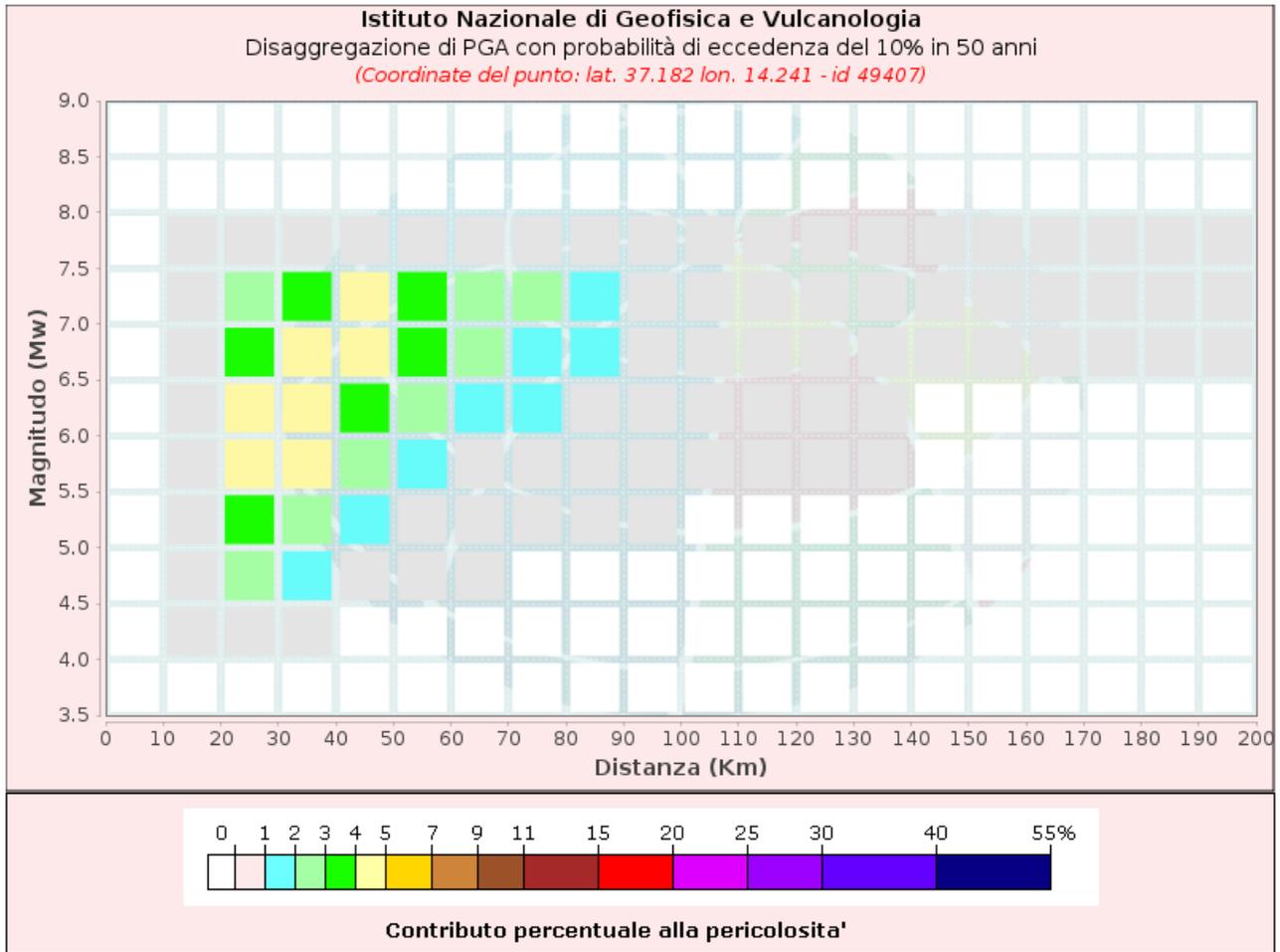
La Figura 8.9 mostra il "Modello di pericolosità sismica MPS04-S1" centrata sul sito d'indagine.

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante.

Le coordinate selezionate individuano il nodo della griglia di calcolo, più vicino all'area d'intervento, identificato con l'ID 49407. Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

Il sito ricade nel territorio comunale di Butera e il nodo più vicino (ID 49407) è caratterizzato da valori di accelerazione di picco su terreno rigido (a_g) compresi tra **0.075 - 0.100**.

Figura 8.10 - Grafico di disaggregazione del valore ag con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.



- Distanze epicentrali (R) degli eventi comprese tra 10 e 200 km;
- Terremoto di scenario con la massima probabilità, pari al 4,94 %, si ha per magnitudo compresa tra 6.0-6.5 con distanze epicentrali comprese tra 30-40 km.

8.2.3.2. Parametri di pericolosità sismica

Il calcolo degli spettri di risposta sismica si basa su tre parametri fondamentali che definiscono la pericolosità sismica di base:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri vengono forniti in corrispondenza del reticolo di riferimento edito dall'INGV e definito tramite le coordinate di latitudine e longitudine. Per ogni nodo del reticolo geografico i parametri sono forniti in corrispondenza di determinati periodi di ritorno T_R (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni). I parametri a_g , F_0 e T_c^* per tutti i punti del reticolo sono elencati negli allegati A e B del D.M. 14/1/2008. Tali parametri servono a determinare la forma spettrale da utilizzare nei calcoli in combinazione sismica.

In riferimento alle coordinate geografiche, di cui alla Figura 8.7, si riportano di seguito i valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per i periodi di ritorno T_R , riferiti al sito d'indagine.

Tabella 8.3 - Valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per i periodi di ritorno T_R .

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0,026	2,442	0,208
50	0,033	2,467	0,256
72	0,037	2,494	0,286
101	0,043	2,502	0,319
140	0,050	2,570	0,338
201	0,057	2,665	0,355
475	0,087	2,556	0,448
975	0,128	2,491	0,530
2475	0,197	2,536	0,566

Considerando per SLV un tempo di ritorno T_R pari a 475 anni, per il sito d'indagine si stima un valore di a_g pari a 0,087 (Tabella 8.3).

8.2.4. Condizioni topografiche

La normativa vigente prevede che per condizioni topografiche complesse debbano essere predisposte specifiche analisi di risposta sismica locale, mentre per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione.

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 $i > 30^\circ$

Le su descritte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste e dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza superiore a 30 m.

L'area oggetto di studio risulta ubicata in una zona con pendii aventi inclinazioni media minore di 15° , per cui, in base a tale classificazione, essa ricade in **categoria T1**, ovvero:

T1 Pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

In funzione di una categoria topografica T1, si valuta un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1,0 (Tabella 8.4).

Tabella 8.4 – Coefficiente di amplificazione topografica.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4



9. CONCLUSIONI

Come già evidenziato in premessa, si ricorda che il presente studio è stato svolto unicamente allo scopo di verificare la fattibilità dell'opera di progetto da un punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico, nell'ambito delle procedure autorizzative, volte all'ottenimento dei vari nulla osta a carattere ambientale e vincolistico. Si ricorda, inoltre, che questo è stato basato esclusivamente sull'analisi di dati di letteratura, non confermati da dati sperimentali. A tal proposito ci si riserva di approfondire il presente studio tramite indagini geognostiche e/o geofisiche, in ottemperanza alla normativa vigente, nelle successive fasi progettuali e comunque in seguito all'ottenimento dei suddetti nulla osta, inerenti alla compatibilità ambientale, rilasciati dagli enti preposti.

In particolare, dallo studio è emerso quanto segue:

- Dal punto di vista morfologico l'area interessata dal progetto è caratterizzata, nel complesso, da un paesaggio collinare piuttosto irregolare dovuto alla presenza di formazioni geologiche di diversa natura litologica e di diversa resistenza all'erosione da parte degli agenti esogeni e soprattutto all'azione dell'acqua. Pertanto il paesaggio risulta irregolare e caratterizzato da strette valli che convergono in ampie vallate circondate da rilievi a differente andamento.

L'area d'impianto presenta una quota topografica variabile tra i 370 m s.l.m., in prossimità dell'aerogeneratore WGT4, e i 230 m s.l.m. in prossimità della sottostazione elettrica.

Il drenaggio superficiale dell'area è garantito da impluvi naturali che confluiscono prevalentemente nel Vallone l'Aguglia, tributario in destra idrografica del T. Comunelli, e in minor parte nel T. Serpente.

Si evidenzia che, l'intervento non apporterà modifiche significative di carattere morfologico, idrografico e idraulico, nonché al normale deflusso delle acque superficiali.

- Dal punto di vista geologico l'area d'intervento è interessata dalla presenza in affioramento dai depositi terrigeni plio-pleistocenici. Nella fattispecie, i litotipi affioranti nell'area d'impianto, che verranno interessati direttamente dagli interventi e dalle opere progettuali, sono riconducibili prevalentemente ai termini sabbiosi e argillosi e in minor parte a quelli calcareo-marnosi (Trubi).
- Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dall'affioramento di terreni prevalentemente impermeabili dove non è presente alcuna falda freatica utilizzabile a scopi civili ed agricoli. Localmente sono presenti lembi di modesta estensione di rocce permeabili per fratturazione, fessurazione o porosità (calcarei solfiferi, gessi, arenarie, trubi). Vista la limitatezza



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Fiocco

Ordine dei Geologi del Lazio n. 1703 sez. A – P. IVA 09331721002

www.studiogeologia.com – m.fiocco@studiogeologia.com

dell'estensione delle aree di alimentazione e la litologia ricca in solfati, carbonati e sali, tali affioramenti non danno luogo a falde freatiche di interesse.

- Dall'analisi degli elaborati del PAI è emerso che: dal punto di vista della pericolosità geomorfologica e da frana, nessuno degli aerogeneratori, costituenti il parco eolico in progetto, interferisce con le *Aree di pericolosità geomorfologica*, come definite dal PAI. In alcuni punti il tracciato del cavidotto interferisce con aree a pericolosità media P2 del PAI. A tal proposito si specifica che il cavidotto, nei suddetti punti, si sviluppa lungo la rete stradale esistente e che pertanto, la sua posa in opera, non rappresenterà un aggravio dal punto di vista delle condizioni di stabilità geomorfologica delle aree attraversate.

Per quel che concerne la pericolosità idraulica, non si ravvisa nessuna interferenza con aree PAI

- Dall'analisi degli elaborati cartografici inerenti ai vincoli presenti nell'area, è stato riscontrato che l'intervento in oggetto interferisce con aree sottoposte a Vincolo idrogeologico (disciplinato dal R.D.L.3267/23). A tal proposito si evidenzia che il "vincolo idrogeologico" non rappresenta un vincolo ostativo, e che per tanto si potrà ovviare a tale problematica seguendo l'iter normativo per la richiesta del nulla osta agli enti competenti.
- Dal punto di vista della classificazione sismica si rileva che il territorio comunale di Butera ricade in una zona con livello di rischio sismico 3, avente un'accelerazione di picco a(g) tra 0.075-0.100.

Regione	Provincia	Cod_Istat	Denominazione	Zona sismica 2023
Sicilia	Caltanissetta	85003	Butera	3

Vengono di seguito sintetizzati i parametri caratteristici del sito d'intervento:

Regione	Sicilia
Comune di riferimento	Butera
Zona sismica	3
Accelerazione di picco a(g)	0.075-0.100
Categoria Topografica	T1



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Fiocco

Ordine dei Geologi del Lazio n. 1703 sez. A – P. IVA 09331721002

www.studiogeologia.com – m.fiocco@studiogeologia.com

COORDINATE GEOGRAFICHE (*datum* WGS84)

Comune	Latitudine	Longitudine	Quota max. (s.l.m.)	Quota min. (s.l.m.)	Quota media (s.l.m.)
Butera	37°11'39.67"N	14°13'29.02"E	370 m	180 m	275 m

- Inoltre, si evidenzia che l'intervento di progetto:
 - non prevede modificazioni morfologiche significative rispetto all'assetto attuale;
 - non apporterà modifiche significative al normale deflusso delle acque superficiali e sotterranee;
 - non comporterà alterazioni all'attuale assetto idrogeologico.
 - non comporta un aggravio delle condizioni di stabilità geomorfologica dell'area di intervento.

Roma, 15 novembre 2023

Dott. Geol. Marco Fiocco

