

**ISTANZA VIA**  
**Presentata al**  
**Ministero della Transizione Ecologica**  
**e al Ministero della Cultura**  
**(art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)**

**PROGETTO**

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)**  
**COLLEGATO ALLA RTN**  
**POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp**  
**POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW**  
**Comune di Butera (CL)**

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

**22-00073-IT-BUTERA\_CV-R09**

**PROPONENTE:**

**TEP RENEWABLES (BUTERA PV) S.R.L.**  
**Viale Shakespeare, 71 00144 – Roma**  
**P. IVA e C.F. 16627641000 – REA RM - 1666510**

**PROGETTISTA:**

**ING. VALENTINA CASALINI**  
**Iscritta all' Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pisa al n. 2940 B-91**

**GEOLOGO:**

**DOTT.SSA CONCETTA PEREZ**  
**Iscritta all' Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 2733 sez. A**

Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
06/2022	0	Prima emissione	C.P.	V.C.	G. Calzolari

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>2 di 35</b>

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
1.1	DATI GENERALI DEL PROGETTO .....	4
2	STATO DI FATTO.....	5
2.1	LOCALIZZAZIONE IMPIANTO.....	5
2.1.1	Inquadramento catastale impianto .....	6
3	INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'IMPIANTO .....	7
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE .....	9
4.1	ASSETTO GEOLOGICO – STRUTTURALE.....	9
4.2	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRATIGRAFIA NELL'AREA DI PROGETTO .....	11
5	CENNI DI CLIMATOLOGIA .....	15
6	ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	17
7	CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE - AMBIENTALI .....	18
8	CARTA DEI DISSESTI E PERICOLOSITÀ IDRAULICA- REGIME VINCOLISTICO .....	20
9	STUDIO IDROLOGICO .....	25
9.1	INFORMAZIONI IDROLOGICO- CLIMATICHE .....	25
9.2	ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE – MODELLO TCEV SICILIA .....	25
9.3	MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI - STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST OPERAM .....	30
9.4	BACINO SCOLANTE DI PROGETTO.....	31
10	OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA.....	32
10.1	SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO .....	33
11	CONCLUSIONE.....	34

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	3 di 35

## 1 PREMESSA

Il presente documento riporta lo studio idrologico idraulico delle aree scolanti interessate dalle opere in progetto con valutazioni in merito alle possibili variazioni ante-operam – post-operam, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico denominato “BUTERA PV”, di potenza pari a 14,26 MWp in corrente alternata da installarsi in un terreno, di circa 37,70 ettari complessivi e una superficie recintata dedicata all’impianto di 16,25 ha, sito in “Contrada Baronessa” nel territorio Comunale di Butera (CL) e relative opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale. L’iniziativa progettuale mira a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di Energia Verde e allo Sviluppo Sostenibile in quanto risponde pienamente ai requisiti di rinnovabilità, inesauribilità, assenza di emissioni inquinanti ed è riconosciuta, insieme ad altre fonti di energia rinnovabile, come preferibile ad altre forme, nella produzione di energia elettrica, inoltre la scelta operata da parte della Società proponente, di sfruttare l’energia solare per la produzione di energia elettrica optando per il regime agro-voltaico, consente di coniugare le esigenze energetiche da fonte energetica rinnovabile con quelle di minimizzazione della copertura del suolo, allorché tutte le aree lasciate libere dalle opere, saranno rese disponibili per fini agronomici.

È importante sottolineare come la posa in opera di un sistema fotovoltaico non determini cambiamenti irreversibili del territorio inoltre, a parere della scrivente, il sito in oggetto ha delle caratteristiche, sia morfologiche che di esposizione, che lo possono far considerare parecchio idoneo per la destinazione d’uso al quale è chiamato.

L’area prescelta risulta ideale per la realizzazione di un impianto fotovoltaico grazie alle seguenti caratteristiche:

- Rispetto agli strumenti di tutela territoriale, in quanto l’intervento risulta sostanzialmente coerente con le previsioni urbanistiche, ambientali e paesaggistiche, sia pure condizionato all’ottenimento delle relative autorizzazioni;
- L’area di progetto identificata è libera da ostacoli e ciò permette all’impianto di beneficiare appieno dell’irraggiamento solare e di condizioni ottimali per la semplicità di installazione;
- Il sito è raggiungibile dalla viabilità già esistente, permettendo una semplificazione logistico- organizzativa dell’accessibilità durante la fase di cantiere, e della viabilità definitiva prevista per la gestione dell’impianto;
- Il sito risulta vicino alla cabina primaria, condizione che comporta una favorevole modalità di connessione alla RTN.

La tecnologia impiantistica prevede l’installazione di moduli fotovoltaici bifacciali su strutture metalliche in acciaio zincato mobili sospese (tracker) di tipo mono-assiale ancorate a terra mediante opere infrastrutturali e di fondazione che il progettista riterrà più idonee in base alle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e sismiche del sottosuolo indagato, esposte di seguito in questa relazione.

Catastalmente l’area ricade nelle particelle, come riportato negli elaborati grafici del progetto, censite presso il Catasto terreni del Comune di Butera: Foglio n° 175 particelle n°19, 20, 21, 25, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 71, 75, 77, 78, 93, 95, 96, 97, 99, 102, 104, 105.

Le aree scelte per l’installazione del Progetto Fotovoltaico sono interamente contenute all’interno di aree di proprietà privata *Inquadramento Catastale Impianto* su cui TEP Renewables (BUTERA PV) S.r.l. ha acquisito il diritto di superficie per un periodo di 30 anni.

Lo studio è stato commissionato alla sottoscritta Geologo Dr.ssa Concetta Pérez (O.R.G.S. n°2733 sez. A) dalla Soc. TEP RENEWABLES (BUTERA PV) S.r.l., la quale è una società del Gruppo TEP

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	4 di 35

Renewables con sede legale in Gran Bretagna, ha uffici operativi in Italia, Cipro e USA, e sarà finalizzato alla ricostruzione dei rapporti stratigrafici tra le singole unità litotecniche costituenti il suolo di fondazione e alla loro caratterizzazione geotecnica e sismica secondo la nuova normativa vigente.

La presente relazione descrive gli interventi per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici interne all'impianto fotovoltaico "BUTERA PV", recapitando le acque superficiali convogliate dai fossi di guardia, in progetto, presso gli impluvi ed i solchi di erosione naturali.

L'obiettivo che si vuole raggiungere è quello di intercettare e allontanare tempestivamente le acque di scorrimento superficiale all'interno del parco fotovoltaico, al fine di garantire la vita utile delle opere civili, riducendo le operazioni di manutenzione al minimo indispensabile.

## 1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella Tabella 1.1 sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

*Tabella 1.1: Dati di progetto*

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP RENEWABLES (BUTERA PV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Comune di Butera - provincia di Caltanissetta
<b>Denominazione impianto:</b>	<b>BUTERA PV</b>
Area lorda (ha)	37,70
Area utile (ha)	16,18
Dati catastali area di progetto:	Foglio n° 175 (particelle 19, 20, 21, 25, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 71, 75, 77, 78, 93, 95, 96, 97, 99, 102, 104, 105)
Potenza di picco (MW <sub>p</sub> ):	14,26 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare.
Punto di Connessione:	Futura SE BUTERA 2 @ 36kV
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker mono-assiale
Inclinazione piano dei moduli:	da +55°/ - 55°
Azimuth di installazione:	0°
Slope max area utile	15%
N. Cabine di campo:	n. 7 Cabine distribuite nell'area interessata dall'impianto fotovoltaico
Posizione cabina elettrica di consegna:	n.1 Cabina FV in campo e n.1 in prossimità della SE
Rete di collegamento:	Alta Tensione – 36 kV da Stazione di Utenza a S.E. Butera
Coordinate sito:	37°11'38.30"N 14°13'20.94"E Altitudine media 340 m s.l.m.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>5 di 35</b>

## 2 STATO DI FATTO

### 2.1 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO

L'area interessata dall'installazione dell'impianto si colloca all'interno di una zona orografica dell'entroterra collinare della Sicilia sud-orientale, sita in località "Contrada Baronessa" nel territorio comunale di Butera (CL) a 3,3 km a Est dalla stessa città e a 12 km dal mare raggiungibile da strada provinciale S.P. 8 dalla quale dista 3,9 Km e dalla SS 190 dalla quale dista 3,23 Km, situata altimetricamente a quota media di 340 m s.l.m.

Questa area in oggetto risulta essere adatta allo scopo avendo una buona esposizione ed essendo raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

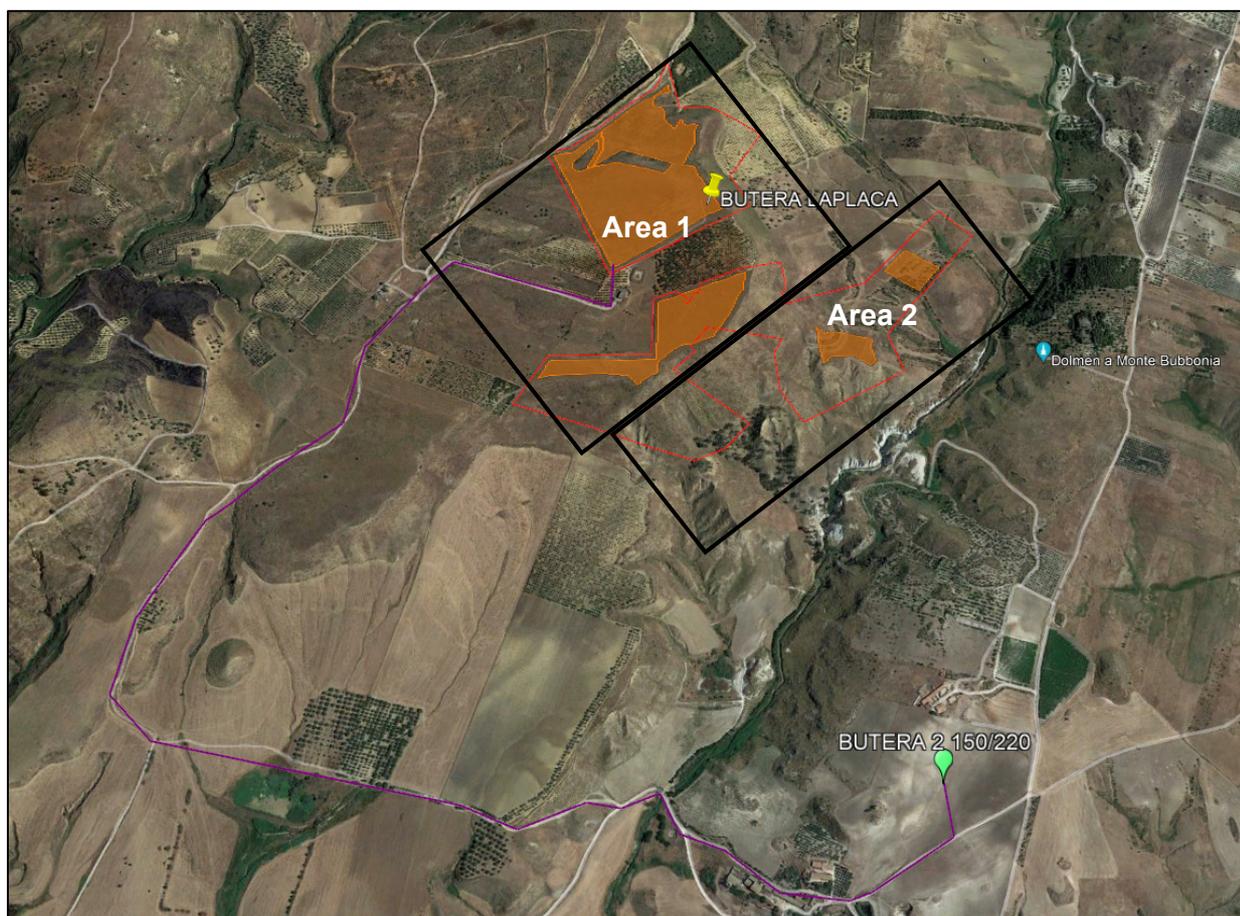


Figura 2.1: Inquadramento territoriale riguardante l'intera area in cui insistono tutte le opere di progetto fino al punto di connessione alla stazione elettrica "SE RTN 220/150 kV BUTERA 2 (CL)" - Fonte: Google Earth Pro

L'impianto fotovoltaico sarà tecnicamente connesso in parallelo alla RTN nel rispetto delle norme CEI e delle condizioni di TERNA S.p.A. L'ipotesi di connessione prevede il collegamento dell'impianto alla SE RTN 220/150 kV BUTERA 2 (CL) con realizzazione di stallo a 36 kV come da nuovo standard di connessione approvato dalla ARERA in data 20.10.2021. La lunghezza della linea di connessione individuata dall'impianto FV alla Futura SE BUTERA 2 è di circa 4,15 km. (Fig. 2.1) Attraverso la valutazione delle ombre si è cercato minimizzare e ove possibile eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	<b>Rev.</b> 0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Pag.</b> 6 di 35

### 2.1.1 Inquadramento catastale impianto

In riferimento al Catasto Terreni del Comune di Butera (CL), l'impianto occupa le aree di cui al Foglio n°175 sulle particelle indicate nella tabella seguente:

*Tabella 2.1: Particelle catastali*

FOGLIO	PARTICELLE
N° 175	n°19, 20, 21, 25, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 71, 75, 77, 78, 93, 95, 96, 97, 99, 102, 104, 105.

Si riporta di seguito uno stralcio dell'inquadramento catastale Rif. "Inquadramento catastale impianto":

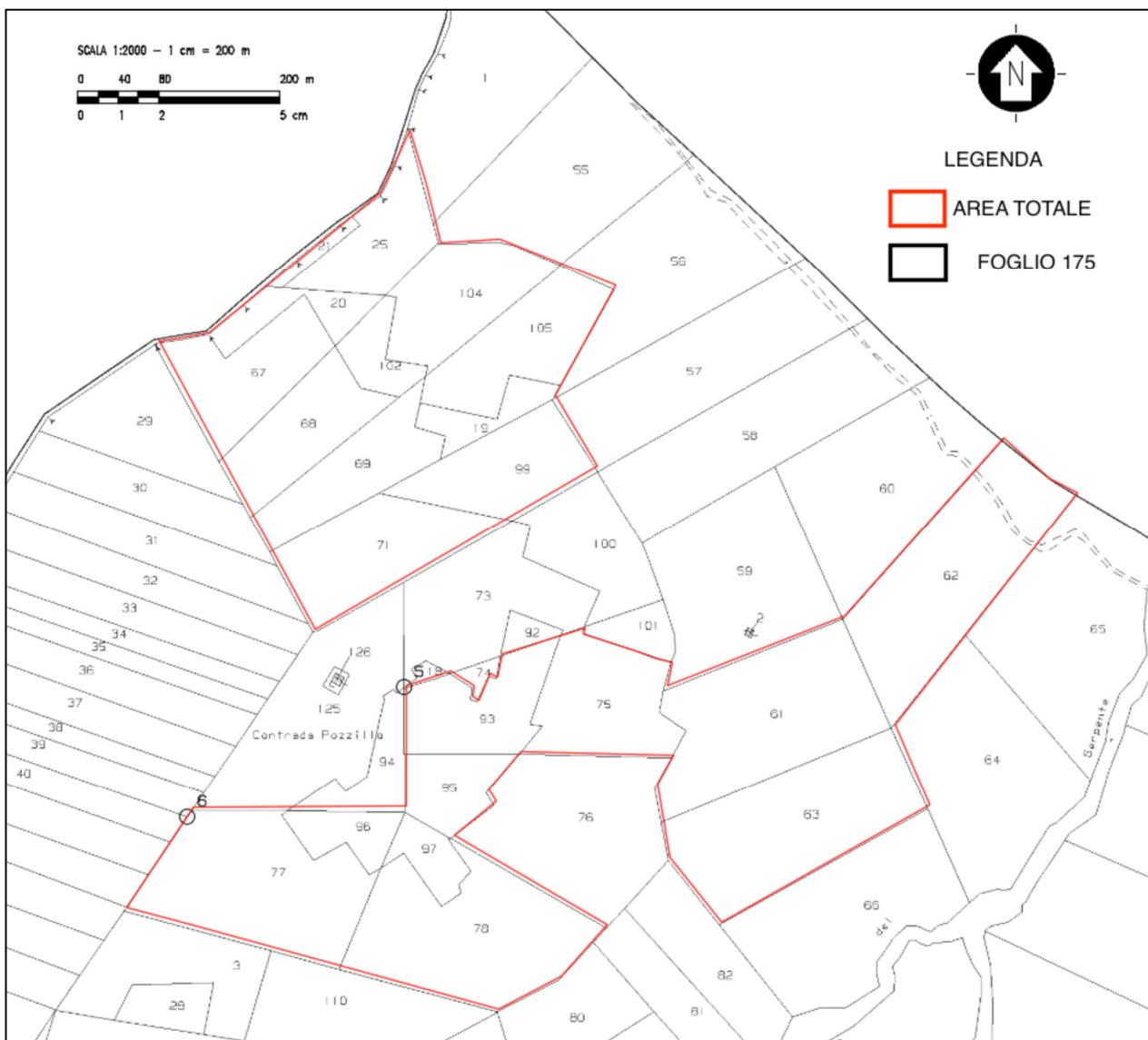


Figura 2.2: Inquadramento catastale impianto – scala originale 1: 5.000

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>7 di 35</b>

### 3 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'IMPIANTO

Dal punto di vista topografico, secondo la Cartografia ufficiale italiana I.G.M. la zona in esame è compresa interamente nella tavoletta denominata "BUTERA" Foglio n°272 IV quadrante orientamento S.E. realizzata sulla base del rilievo aerofotogrammetrico effettuato nel 1930 e successivo aggiornamento 1967, in scala 1: 25.000 e rientra nella sezione della Carta Tecnica Regionale nella Tavola n° 643030 in scala 1: 10.000. L'area in esame è ubicata nell'area sud-orientale della Sicilia, all'interno della zona orografia dell'Altipiano Ibleo, sita a 3,3 Km ad Est del centro abitato di Butera (CL), e a 12 km dal mare raggiungibile da strada provinciale S.P. 8 dalla quale dista 3,9 Km e dalla SS 190 dalla quale dista 3,23 Km, situata altimetricamente a quota media di 340 m s.l.m.

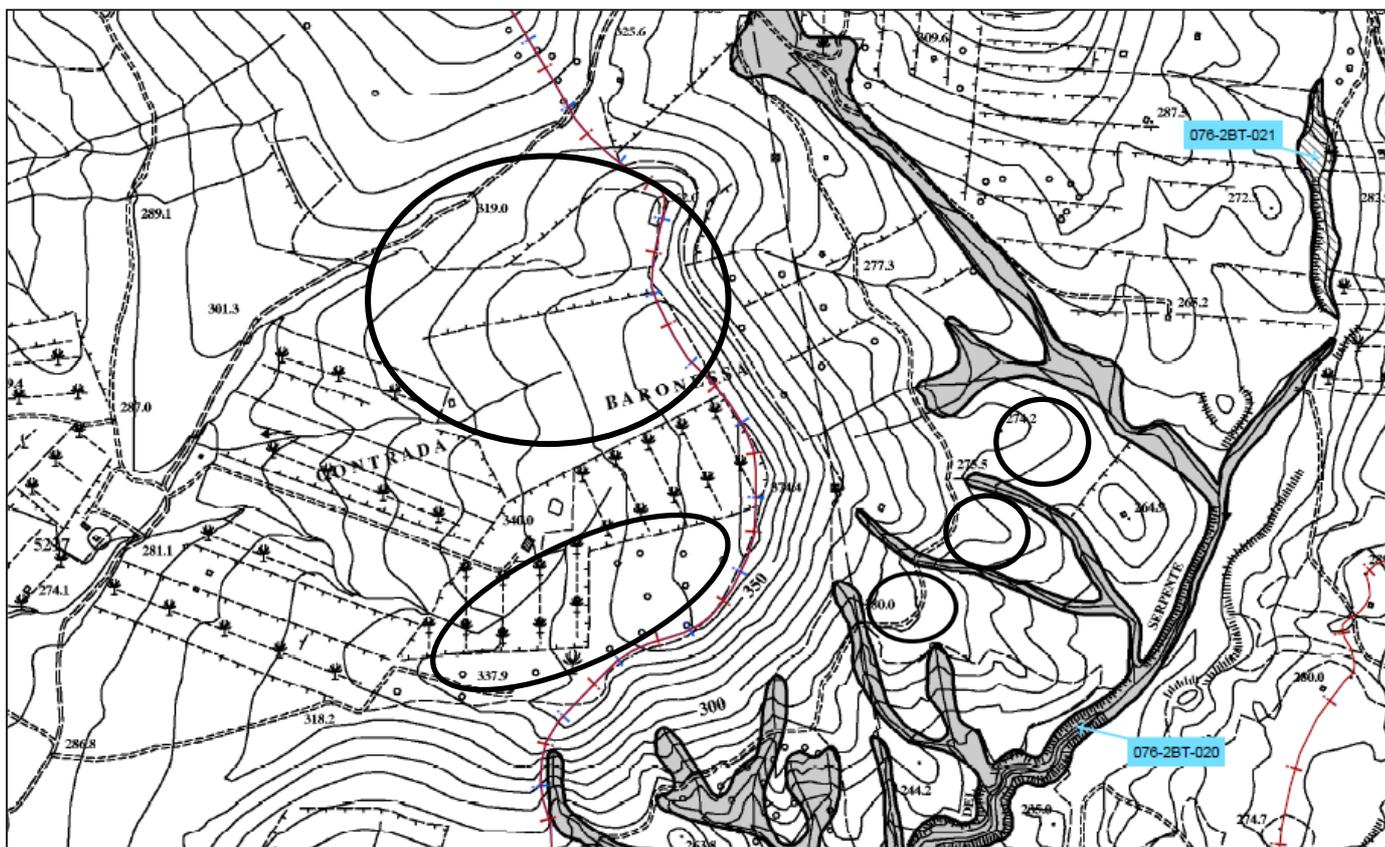
L'area utile interessata dall'impianto solare fotovoltaico denominato "BUTERA PV", di potenza pari a 14,26 MWp in corrente alternata da installarsi in un terreno di circa 37,70 ettari complessivi e una superficie recintata dedicata all'impianto di 16,25 ha. I terreni risultano distinti in catasto Terreni del Comune di Butera (CL) al Foglio di mappa urbana n° 175 particelle n°19, 20, 21, 25, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 71, 75, 77, 78, 93, 95, 96, 97, 99, 102, 104, 105, a destinazione urbanistica - agricola.

L'area oggetto dell'intervento, presenta le seguenti coordinate geografiche:

Lotto: Lat. 37°11'38.30"N

Long. 14°13'20.94"E

#### Inquadramento su C.T.R. n° 643030



Aree interessate dal progetto



	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	9 di 35

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

### 4.1 ASSETTO GEOLOGICO – STRUTTURALE

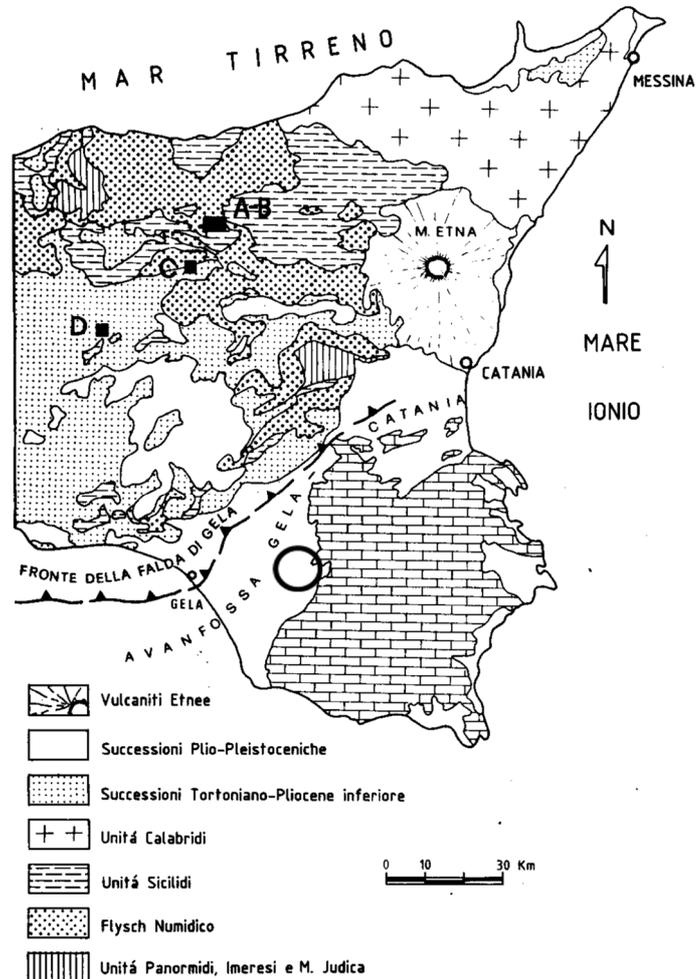
I terreni oggetto di studio rientrano nel quadro geo-strutturale della Sicilia Sud-Orientale e fanno parte del bacino idrografico del Torrente Cuminelli il quale si inquadra geologicamente a sud-ovest dei Monti Erei e precisamente ad ovest del bacino del Fiume Gela. Dal punto di vista scientifico, l'area iblea è nota in quanto interessata da grandi discontinuità tettoniche di tipo distensivo che la delimitano sia verso Sud-Est con la "Scarpata di Malta" (COLANTONI, 1975), evidenziata dai recenti studi di geologia marina, sia verso Ovest e Nord-Ovest con la "Falda di Gela" (RODA, 1973), messa in posto durante il Pleistocene inferiore, 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).

L'evoluzione geologico-strutturale dell'intero bacino, dove è compresa l'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 variegatae* cretaeoceniche all'interno delle *Argille Scagliose brune* oligomioceniche, che dovrebbe essere avvenuta al più tardi nel Tortonianiano inferiore (OGNIBEN, 1960; RODA, 1971; DI GRANDE & MUZZICATO, 1986), suturata cioè dalla deposizione in discordanza delle *Argille marnose grigio-azzurre* presolfifere;
- **Fase II)** compressiva, di età inframessiniana (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";
- **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-pleistocenica, responsabile della discordanza sinsedimentaria tra le *Argille marnose azzurre* e i sottostanti Trubi (RODA, 1971), nonché dei segnali precoci del ripiegamento dei sistemi plicativi preesistenti;
- **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-supra-pleistoceniche e il conseguente appoggio in discordanza angolare delle soprastanti *Argille sabbiose grigio-brune* infra-pleistoceniche (RODA, 1965; DI GRANDE & MUZZICATO, 1986);
- **Fase VI)** di età probabilmente supra-pleistocenica, a carattere compressivo, legata presumibilmente ai movimenti tardivi della Falda di Gela, con attivazione di lineamenti tettonici di scorrimento;
- **Fase VII)** di età supra-pleistocenica (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

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	10 di 35



La sismicit  del settore Ibleo, in particolare della zona orientale,   caratterizzata da una serie di eventi sismici a magnitudo elevata distribuiti in lunghi periodi di tempo, intercalati a un numero molto maggiore di eventi sismici a magnitudo media abbastanza frequenti anche in tempi recenti. La pericolosit  di tale attivit  scaturisce dalla presenza di strutture sismogenetiche differenti quali la scarpata ionica e le strutture Iblee ss.

I lineamenti geo-litologici e strutturali dell'area in studio, riflettono quelli di tutta la fascia orientale dell'altopiano ibleo caratterizzata in prevalenza da una potente successione carbonatica, che abbraccia con relativa continuit , un intervallo cronologico compreso tra il Miocene e l'Attuale.

*Di seguito, vengono descritti i termini litologici affioranti nell'area in esame.*

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	11 di 35

## 4.2 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRATIGRAFIA NELL'AREA DI PROGETTO

In un intorno significativo rispetto all'area interessata dall'impianto fotovoltaico in oggetto è stato eseguito un rilievo geologico di superficie finalizzato alla individuazione dei caratteri litologici, geomorfologici e strutturali dei terreni presenti, supportato dalle indagini geognostiche effettuate nell'area in esame. I dati ricavati dai sondaggi effettuati unitamente ai dati bibliografici esistenti hanno consentito, di redigere una Carta Geologica in scala 1: 25.000 (di seguito riportata) comprendente sia l'area interessata dall'impianto di fotovoltaico sia le aree attraversate dalla linea AT di collegamento dell'impianto alla SE RTN 220/150 kV BUTERA 2 (CL), e di definire i rapporti stratigrafico-strutturali intercorrenti tra le diverse formazioni affioranti.

Il rilevamento geologico di superficie, esteso ad un'area di circa 20 ettari, interessata dalle opere dell'impianto, cartografati alla scala 1/10.000, e l'elaborazione dei risultati scaturiti dalle indagini geognostiche effettuate sui luoghi di intervento ha portato al riconoscimento nell'area studiata, suddivisa in base alle caratteristiche litologiche affioranti in due sotto aree (vedi figura pag. 9), delle seguenti unità litostratigrafiche: di seguito si descrivono le caratteristiche litologiche, giaciture, strutturali e mineralogiche delle unità lito-geologiche rilevate in ciascuna sotto area, descritte dal livello litologico di copertura verso il basso, rappresentati nella colonna litostratigrafica di seguito allegata:

### AREA 1:

#### - *Depositi di copertura eluviale/colluviale terrosa*

In superficie è presente, con spessori modesti, una copertura di alterazione di aspetto terroso di origine agraria e/o detritico eluviale costituita da ciottoli carbonatici arrotondati in abbondante matrice sabbiosa giallo rossastre. Lo spessore di questo strato di copertura varia dell'ordine di 1,00 m. (Foto 4.1)

#### - *Sabbie e calcareniti gialle (PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE):*

Mostrano giacitura sub-orizzontale e stratificazione parallela; sono sabbie gialle a grana fine e media, contenenti ripetute intercalazioni di *calcareniti* detritico-organogene competenti del Pleistocene medio-superiore. Tale livello stratigrafico raggiunge spessori elevati, si presentano da mediamente addensate a ben addensate con l'aumentare della profondità. (Foto 4.1)

### AREA 2:

#### - *Depositi di copertura eluviale/colluviale terrosa*

In superficie è presente, una copertura di alterazione costituito da sabbie quarzose di colore giallastro poco addensate. Lo spessore di questo strato di copertura varia dell'ordine di 0,62 m. (vedi Foto 4.2)

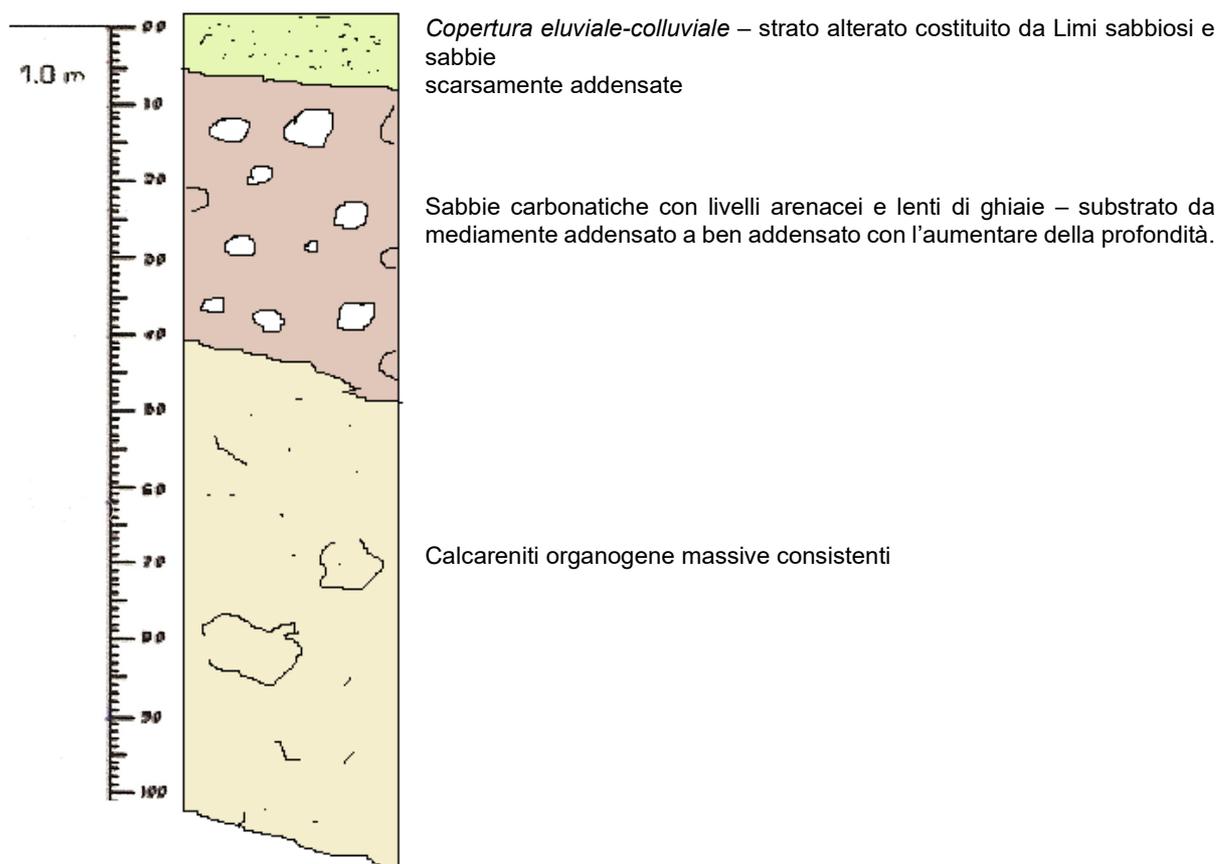
#### - *Depositi sabbioso-argillosi:*

Sono costituiti da *calcareniti e limi sabbiosi e sabbie* giallastre con alternanza di livelli sabbioso-argillosi e/o limoso-argillosi a sabbie con frequenti e ripetute intercalazioni di livelli calcarenitici competenti del Pleistocene medio-superiore.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>12 di 35</b>

## COLONNA LITOSTRATIGRAFICA

- Scala 1:100 -



	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>13 di 35</b>



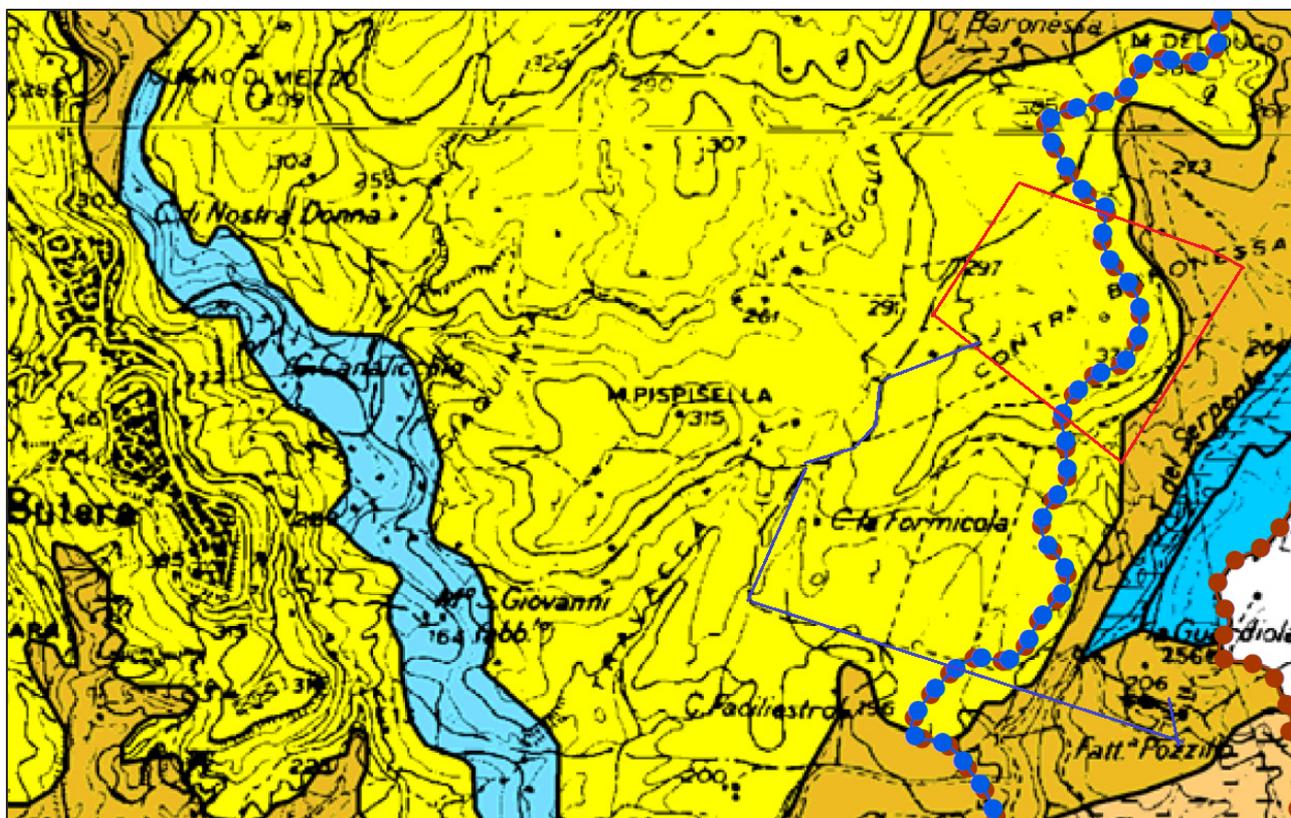
**Figura 4.1: Visibili affioramenti di calcareniti e limi sabbiosi e sabbie giallastre (Area 1)**



**Figura 4.2: terreno costituito da sabbie limoso-argillosi (Area 2)**

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	14 di 35

**STRALCIO CARTA GEOLOGICA**  
(Rilievo a scala 1:25.000)



**LEGENDA:**

-  Alluvioni
-  Argille
-  Arenarie molassiche
-  Sabbie mediamente cementate - Calcareniti (tufi)
-  Area interessata dall'impianto fotovoltaico

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	15 di 35

## 5 CENNI DI CLIMATOLOGIA

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore sud-orientale della Sicilia nel quale ricade l'area di studio, sono state considerate le informazioni ricavate dall'Atlante Climatologico redatto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Sicilia.

Il clima, con i suoi molteplici aspetti e fenomeni, oltre ad avere contribuito alla formazione del paesaggio, ne influenza e ne condiziona la sua evoluzione, quindi, l'analisi degli elementi climatici è importante non solo per la caratterizzazione climatica di un'area, ma per valutare e prevedere la distribuzione e l'intensità dei fenomeni di alterazione esogena, le risorse idriche sul territorio. In particolare, sono stati considerati gli elementi climatici *temperatura* e *piovosità* registrati presso le stazioni termo-pluviometriche e pluviometriche situate nei comuni ricadenti all'interno dell'area in esame, considerando un periodo significativo (1965-1994) e confrontando i valori relativi alle escursioni termiche annuali o a quelle mensili, il territorio in esame mostra un andamento termico piuttosto regolare. La temperatura media dei mesi estivi (luglio e agosto) è di 26,1 °C, mentre quella dei mesi invernali (gennaio e febbraio) è di 11,4 °C. La temperatura più alta in assoluto all'interno dell'area è stata registrata nel mese di luglio del 1973 a Mazzarino (46,2 °C), mentre la più bassa è stata rilevata dalla stazione di Mazzarino nel gennaio del 1966 (-3,0 °C).

L'analisi del regime pluviometrico è stata effettuata attraverso gli annali idrologici pubblicati dalla Regione Siciliana (Ufficio Idrografico); in particolare, si sono presi in considerazione i dati inerenti allo stesso periodo 1965-1994 e registrati dalle stazioni di rilevamento, ricadenti all'interno del bacino del Torrente Cuminelli e del Torrente Rizzuto.

Dalle analisi effettuate si evince che il regime pluviometrico dell'area segue più o meno lo stesso andamento di quello termico, ovvero si rileva una zona meridionale, quella prossima alla costa, caratterizzata da una piovosità leggermente più bassa che nel resto dell'area in esame.

I mesi più piovosi sono ovunque quelli invernali (dicembre e gennaio), con valori medi di piovosità di 65,2 mm, mentre quelli meno piovosi sono quelli estivi (giugno e luglio) con valori medi di piovosità di 4,5 mm.

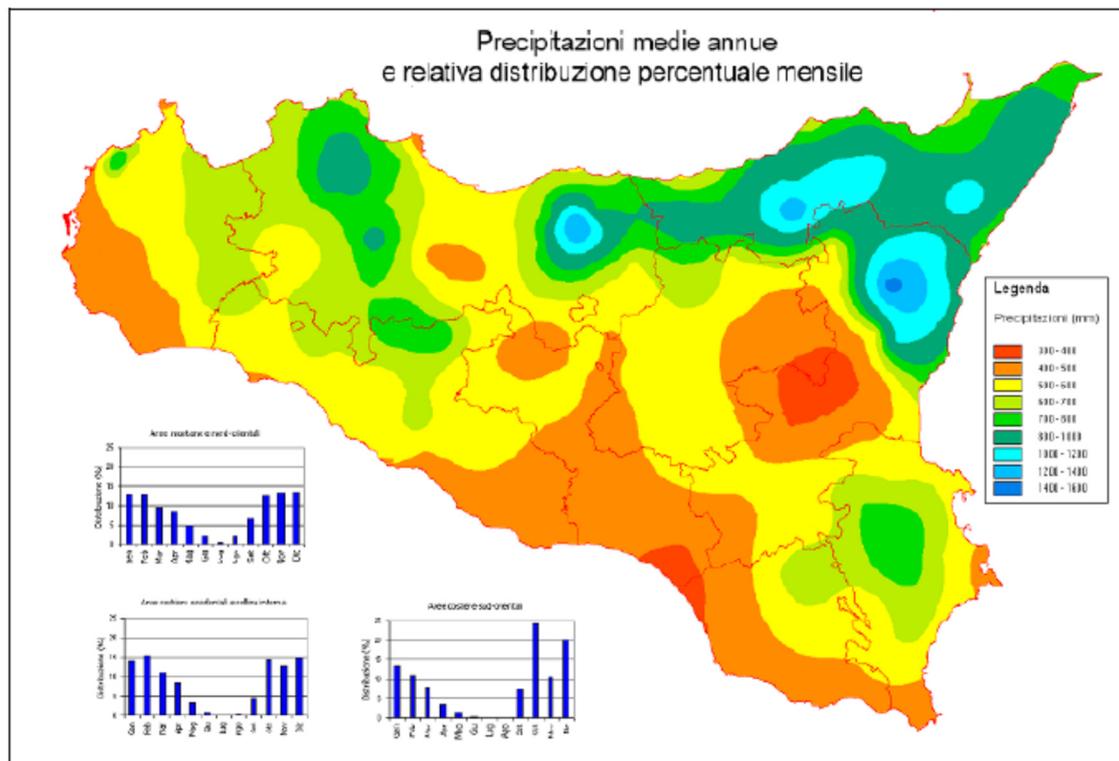
L'anno più piovoso è stato il 1976 quando si è registrata una piovosità media annua per l'intera zona di 71,1 mm di pioggia. L'anno meno piovoso è stato il 1977 con una piovosità media annua per l'intera zona di 18,3 mm. Concludendo, i dati pluviometrici esaminati individuano un clima di tipo temperato-mediterraneo, caratterizzato da precipitazioni concentrate nel semestre autunno-inverno e molto scarse nel semestre primavera-estate.

Gli elementi climatici esaminati 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, che è sempre modesta nei mesi freddi e nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcareo-calcareo marnosa, lo è anche nei mesi caldi, a causa dell'elevata permeabilità di tali litotipi (per fessurazione e/o per porosità nella coltre d'alterazione) che favorisce notevolmente l'infiltrazione delle acque ruscellanti. Inoltre, il ruscellamento superficiale risulta moderato anche a causa della morfologia dell'area in esame, la quale mostra rilievi a pendenza generalmente moderata; esso, pertanto, diviene preponderante soltanto nelle zone in cui affiorano i terreni impermeabili e qualora si verificano forti rovesci della durata di poche ore.

Si evince, dunque, che la ricarica degli acquiferi dell'area in esame avviene sostanzialmente nel periodo piovoso e che, pur non mancando saltuari eventi piovosi negli altri mesi dell'anno, durante l'estate, caratterizzata generalmente da lunghi periodi di siccità ed elevate temperature, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno per la mancanza di risalita di acqua per capillarità.

Si riporta a seguire la Carta delle precipitazioni medie annue dell'intero territorio regionale.



**Figura 5.1:** Precipitazioni medie annue (Fonte: Atlante climatologico della Sicilia)

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	17 di 35

## 6 ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'area in studio situata all'interno del bacino idrografico del Torrente Comunelli il quale è localizzato a sud-ovest dei Monti Erei e precisamente ad ovest del bacino del Fiume Gela (codice 075-P.A.I.). 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.

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.

I terreni in studio interessati dall'impinto fotovoltaico presentano un paesaggio collinare con pendenze dolci ad andamento regolare, costituiti da una netta predominanza dei livelli in facies sabbioso-calcarenitica, dove i processi erosivi fluvio-denudazionali danno luogo a valli aperte con sezioni trasversali a V ampie, poco incise e con versanti declivi, La successione è poi ricoperta da coltri detritiche di diversa natura. Le caratteristiche di elevata erodibilità dei terreni, prevalentemente argillosi o argilloso-sabbiosi, spesso se alterati e degradati, unitamente ad altri fattori, quali l'acclività e l'azione degli agenti esogeni, contribuiscono allo stato di erosione diffusa, esponendo i terreni ad una azione di degradazione fisica e denudamento superficiale, laddove è scarsa la vegetazione.

L'area oggetto d'intervento progettuale rientra in una area a morfologia collinare, ad una quota altimetrica media di circa 340 mt s.l.m., all'interno di due impluvi fluviali perimetrali, più o meno incisi, denominati Torrente del Serpente e Vallone L'Aguglia.

Il rilievo geomorfologico dettagliato alle sole aree interessate dal progetto fotovoltaico evidenzia aree caratterizzate da ampie zone a morfologia collinare con pendenze dolci ad andamento regolare interrotte da piccoli impluvi e distese sub-pianeggianti all'interno delle quali non si riscontrano fenomenologie particolari. Quindi attualmente l'area in studio, da un rilevamento geomorfologico di superficie, non risulta interessata da evidenti processi morfogenetici in atto, tali da comprometterne la stabilità. Inoltre, la superficie netta interessata dall'impianto agri-fotovoltaico non risulta essere mappata né a pericolosità e rischio geomorfologico né a pericolosità e rischio idraulico così come riportato dai rilievi effettuati dal vigente P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico), della Regione - anno 2006 - sul sito di riferimento (Vedi: *Carta dei Dissesti e della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico tavola n°10* - CTR n° 643030 del P.A.I. in scala 1: 10.000, di seguito riportata).

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	18 di 35

## 7 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE - AMBIENTALI

L'area in esame dal punto di vista idrografico rientra nella porzione settentrionale del bacino idrografico del Torrente Comunelli il quale è localizzato a sud-ovest dei Monti Erei e precisamente ad ovest del bacino del Fiume Gela (codice 075-P.A.I.).

Prendendo in considerazione la natura geo-litologica dei terreni affioranti, pur tenendo conto dell'estrema variabilità che la permeabilità può presentare anche all'interno di una stessa unità litologica, si è cercato di definire tale parametro per le formazioni affioranti nell'area in studio. A tal fine il complesso idrogeologico affiorante nell'area in esame in base al tipo e al grado di permeabilità che possiede rientra nella classe dei "Terreni mediamente permeabili" in quanto caratterizzate da sedimenti medio – fini litologicamente rappresentati da sabbie, silt e limi con lenti ghiaiose e ciottoli, presentano permeabilità di tipo primaria, che aumenta dove prevalgono i termini grossolani (sabbie) e diminuisce ove prevalgono i silt e limi. Nel suo insieme, questa formazione presenta un buon grado di permeabilità per porosità da media ad elevata, che tende a ridursi in corrispondenza delle frazioni pelitiche ( $K = 10^{-3} \text{ } ^2 \text{ cm/s}$ ).

Più nel dettaglio abbiamo un **primo livello** più superficiale di copertura, di spessore medio per l'intera area di circa 0,70 m (Coltre superficiale costituita da ciottoli carbonatici arrotondati in abbondante matrice sabbiosa), a permeabilità medio-bassa con un **coefficiente di permeabilità K valutabile intorno a  $10^{-2} < K < 10^{-4} \text{ cm/s}$** ; esso è granulometricamente ascrivibile nel campo delle sabbie argillose con ghiaie.

Il **secondo livello** stratigrafico di spessore elevato composto da materiali a grana media di natura sabbiosa e sabbio argillosa in profondità, presenta, un'estrema variabilità sia all'interno del litotipo stesso (per l'alternanza dei livelli sabbiosi, sabbio-limosi e argillo-sabbiosi), per la diversa granulometria e per il diverso grado di cementazione, determinando una forte anisotropia nei confronti della permeabilità. Pertanto, *il grado di permeabilità* è in funzione di queste variabili e può essere *stimato come medio*, con valori di **costante di permeabilità "K" compresi tra  $10^{-3} \text{ cm/s}$  e  $10^{-2} \text{ cm/s}$** , dove si ha una discreta infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo.

L'area interessata dall'impianto non presenta corpi idrici superficiali e sotterranei destinati all'emungimento per scopi potabili, a protezione dei rischi di inquinamento del suolo e del sottosuolo, di cui al DPR 236/88 e DL 152/99 e s.m. e i. Dall'analisi della cartografia tematica della Regione Sicilia – *Piano di Tutela delle acque della Sicilia* – risulta che per il settore in esame *non è inserita* in alcuna *zona vulnerabile*; a conferma di quanto asserito in merito alla vulnerabilità della risorsa idrica, sia superficiale che profonda.

Non va sottovalutata la circolazione idrica sotterranea che può avvenire nei periodi invernali, specie durante e immediatamente dopo abbondanti precipitazioni.

Per cui è consigliabile in fase di calcolo di qualsiasi struttura tenere conto, precauzionalmente, delle pressioni interstiziali. È comunque da escludere che durante i movimenti di terra, necessari per l'attuazione delle intenzioni progettuali, si possono intercettare livelli idrici di particolare importanza. Inoltre, si esclude il rischio di inquinamento idrico durante la fase di cantiere.

Pertanto, l'impianto fotovoltaico in progetto non costituisce alcun turbamento all'equilibrio idrogeologico dell'area, sia per quanto riguarda le acque di scorrimento superficiali che per quelle sotterranee né dissesti idrogeologici in genere in quanto l'intervento progettatale verrà realizzato il più possibile in funzione della salvaguardia, della qualità e della tutela dell'ambiente mantenendo se non migliorando gli equilibri idro-geomorfologici attuali.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>19 di 35</b>

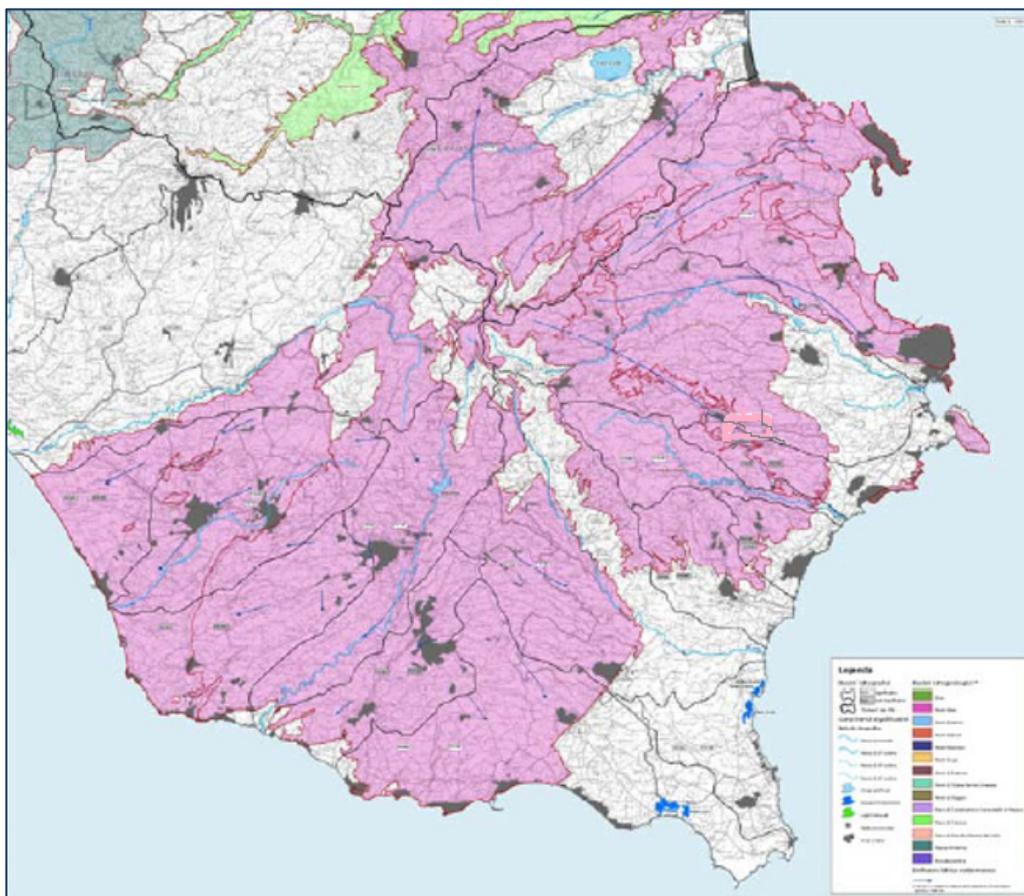


Figura 7.1 – principali linee di flusso delle acque sotterranee nel Bacino Idrogeologico degli Iblei (PTA-Sicilia) a cura di INGV-PCM Comm. Straordinario. Bonifiche Tutela Acque Sicilia;

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	20 di 35

## 8 CARTA DEI DISSESTI E PERICOLOSITÀ IDRAULICA- REGIME VINCOLISTICO

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, di seguito denominato Piano Stralcio o Piano o P.A.I., redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dall'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.

Nel Piano Straordinario per l'assetto idrogeologico, approvato con D.A. n. 298/41b del 4/7/00, erano stati individuati nel territorio Siciliano n. 57 bacini idrografici principali. Tale suddivisione è stata estrapolata da quella contenuta nel Censimento dei Corpi Idrici – Piano Regionale di Risanamento delle acque, pubblicato dalla Regione Siciliana nel 1986 nell'aggiornamento del Piano Straordinario, approvato con D.A. n. 543 del 22/7/02, erano state individuate le aree territoriali intermedie ai sopra elencati bacini idrografici principali.

Con il P.A.I. viene così effettuata la perimetrazione delle aree a pericolosità e a rischio, in particolare, dove la vulnerabilità si connette a gravi pericoli per le persone, le strutture ed infrastrutture ed il patrimonio ambientale e vengono altresì definite le norme di salvaguardia.

Tutto ciò al fine di pervenire ad una puntuale definizione dei livelli di rischio e fornire criteri e indirizzi indispensabili per l'adozione di norme di prevenzione e per la realizzazione di interventi volti a mitigare od eliminare il rischio. Il Piano è suscettibile di aggiornamento a seguito di variazioni succedutesi nel tempo o a nuovi studi che dimostrino un diverso assetto del territorio, così come indicato nelle Norme di Attuazione (cap.11 della Relazione Generale).

L'area in esame appartenente al territorio comunale di Butera rientra nell'area territoriale del Bacino Idrografico del Torrente Cuminelli (codice 075-P.A.I.).

Dalle carte riprodotte in tale studio e relativamente alla *Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico e dei Dissesti, tavola n° 10 del P.A.I. (rilievo 2006) "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico" C.T.R. n°643030*, in cui ricadono tutti i terreni in esame, interessati dalle opere dell'impianto fotovoltaico, si osserva una morfologia tipicamente collinare con pendenze dolci ad andamento regolare interrotte da piccoli impluvi e distese sub-pianeggianti all'interno delle quali non si riscontrano fenomenologie particolari e non risulta essere mappata né a pericolosità e rischio geomorfologico né a pericolosità e rischio idraulico così come riportato dai rilievi effettuati dal vigente P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico), della Regione Sicilia di seguito riportata. La Figura 8.6 mostra che nessuna porzione dell'area del sito in oggetto, interessata dall'impianto, presenta problematiche relative a pericolosità o rischio idraulico o geomorfologico.

Nelle Figura 8.1 si evidenzia che l'area in oggetto è soggetta a vincolo idrogeologico - aree fiumi 150 m.- art.142, lett. c, D.lgs.42/04 (area in turchese). Quest'area è stata esclusa da quella netta per l'impianto, perché non idonea.

Il Servizio Riserve Naturali del Comando del Corpo Forestale, utilizzando anche le informazioni territoriali fornite dal S.I.F. e partendo dai 107 bacini idrografici utilizzati dal Piano di Assetto Idrologico (PAI) della Regione Siciliana, ha recentemente provveduto a delimitare i bacini idrografici montani che insistono nel territorio della Regione Sicilia. Per questa tipologia di bacini la competenza risulta essere del Dipartimento Regionale Forestale, ai sensi della Legge Regionale n. 16 del 1996. L'area rientra nel bacino montano vallivo n. 075 "Cumielli-Gela" ed è sottoposta a vincolo idrogeologico normato dall'art. 1 del **Regio decreto n° 3267 sez. I del 30/12/1923** ed approvazione ed applicazione nel R.D.L. 16/05/1926 n. 1126, circa il "**Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani**". (Fig. 8.2 e 8.3)

L'intera area oggetto d'intervento è esclusa da zone soggette a vincolo paesaggistico.

L'area in esame è soggetta a Vincolo sismico ai sensi della Legge n. 64 del 2/02/1974; Oltre a quanto descritto ai punti precedenti, sull'area non gravano altri vincoli di natura storico architettonica, idrogeologica, o altri vincoli previsti da leggi.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>21 di 35</b>

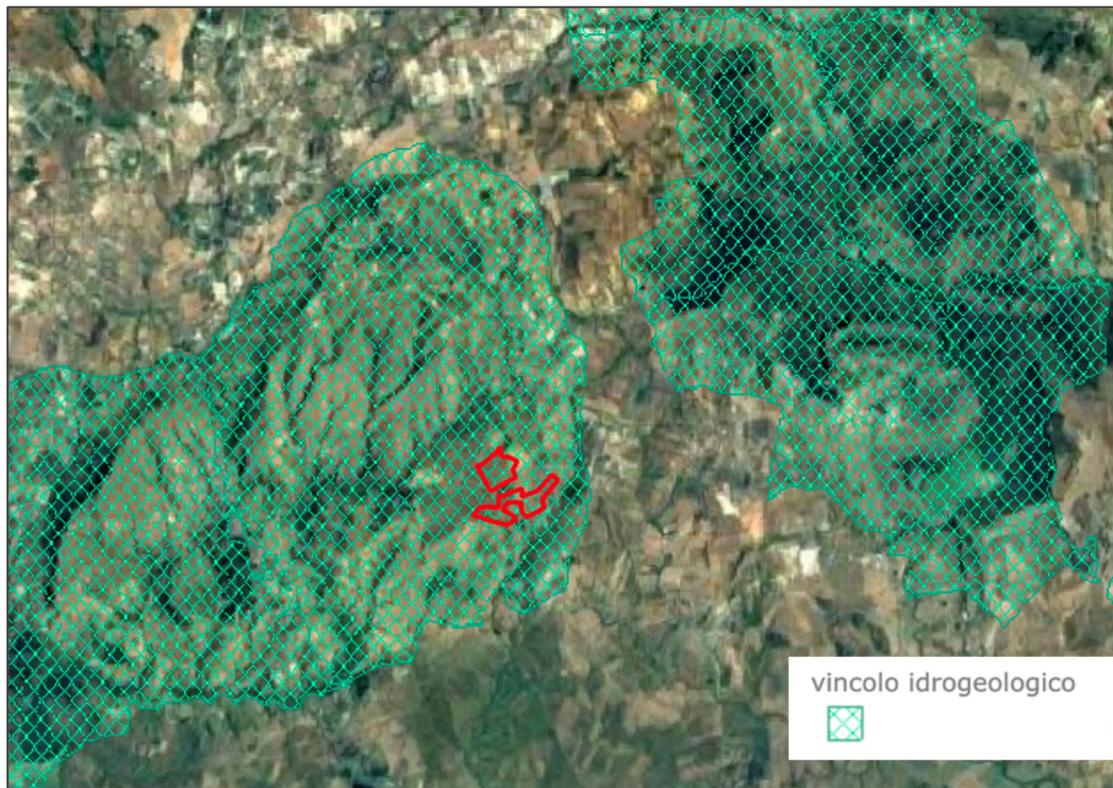


*Figura 8.1: Beni Paesaggistici – aree fiumi 150m.- art.142, lett. C (D. Lgs. 42/2004)*

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>22 di 35</b>

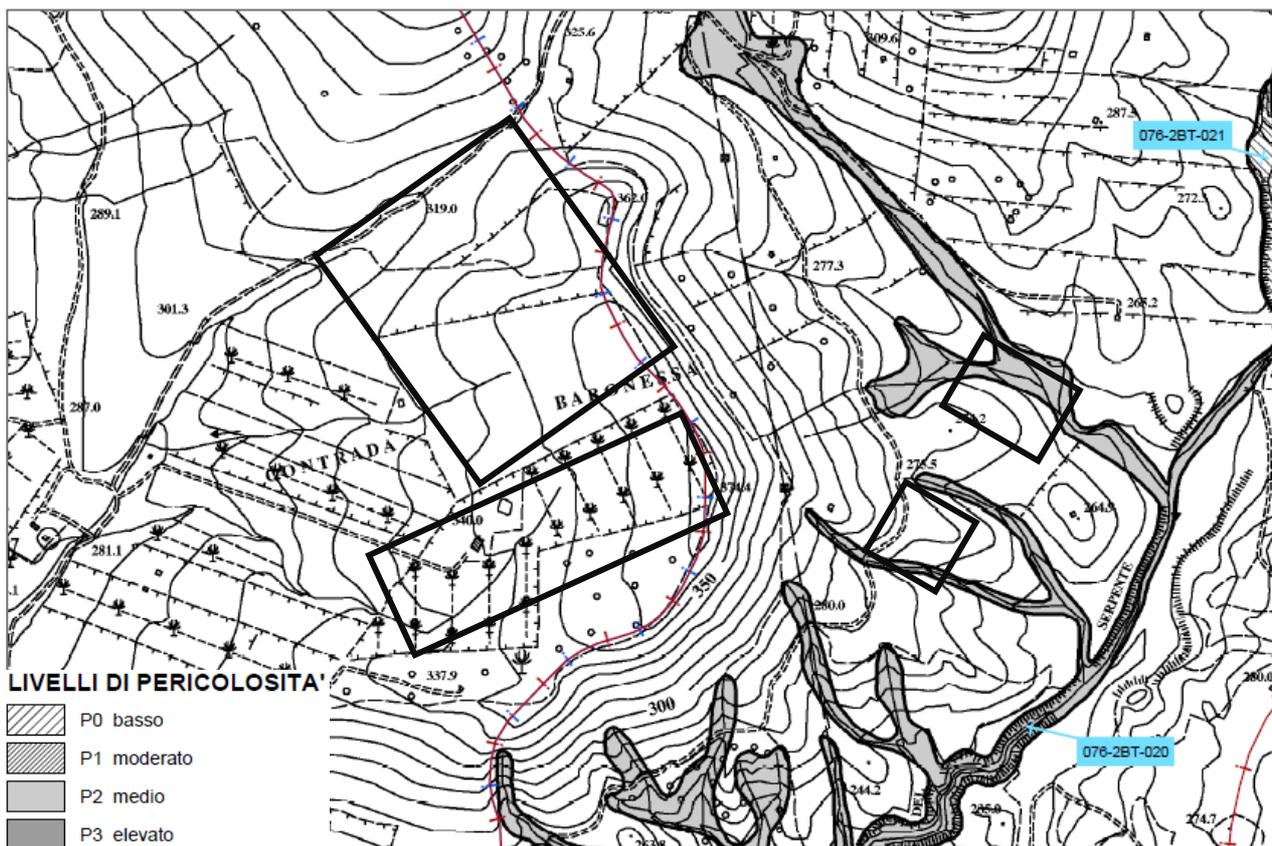


*Figura 8.2: Inquadramento vincolistico PAI – geomorfologico*



*Figura 8.3: Vincolo Idrogeologico*

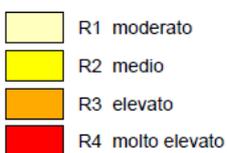
Area territoriale del Bacino Idrografico del Torrente Cuminelli (codice 075-P.A.I.).  
STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N°10  
(rilievo P.A.I. 2006 in scala originale 1: 10.000) - C.T.R. n° 643030 -



**LIVELLI DI PERICOLOSITA'**



**LIVELLI DI RISCHIO**



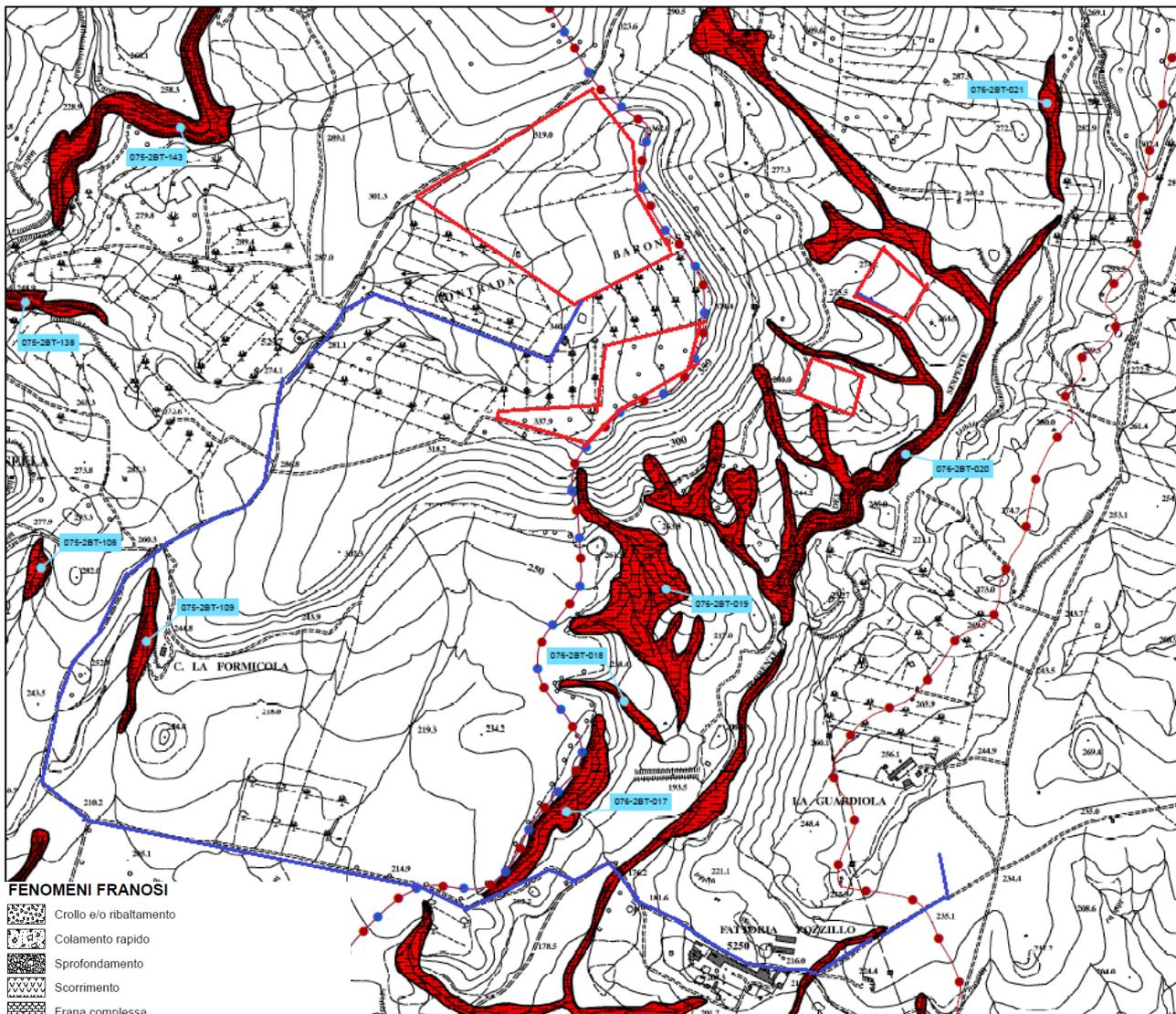
 Limite bacino idrografico

 Limite area intermedia

 Limite comunale

 Area interessata dall'istallazione dell'impianto fotovoltaico

Area territoriale del Bacino Idrografico del Torrente Cuminelli (codice 075-P.A.I.).  
STRALCIO CARTA DEI DISSESTI N°10 - C.T.R. n° 643030 -  
(rilievo P.A.I. 2006 in scala originale 1: 10.000)



**FENOMENI FRANOSI**

-  Crollo e/o ribaltamento
-  Colamento rapido
-  Sprofondamento
-  Scorrimento
-  Frana complessa
-  Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
-  Colamento lento
-  Area a franosità diffusa
-  Deformazione superficiale lenta
-  Calanco
-  Dissesti dovuti ad erosione accelerata
-  Sito d'attenzione

**STATO DI ATTIVITA'**

-  Attivo
-  Inattivo
-  Quiescente
-  Stabilizzato artificialmente o naturalmente

-  Limite bacino idrografico
-  Limite area intermedia
-  Limite comunale



Area interessata dall'impianto



Linea di connessione  
fino alla S.E. BUTERA 2 120/220

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	25 di 35

## 9 STUDIO IDROLOGICO

In questo paragrafo si riportano le basi per il dimensionamento del sistema di drenaggio superficiale dell'area di intervento.

Lo studio idrologico-idraulico è stato articolato secondo i seguenti punti:

- Identificazione delle aree scolanti e del coefficiente di deflusso ottenuto mediante una media ponderata;
- determinazione delle Linee Segnaletiche di Possibilità Pluviometriche (LSP) per tempi di ritorno pari a 25 anni e a 50 anni;
- costruzione dello ietogramma di progetto avente una durata superiore al tempo di corrivazione del bacino sotteso dall'invaso;
- stima del processo di infiltrazione e determinazione dello ietogramma netto di progetto;
- modello di trasformazione afflussi-deflussi - stima delle portate di progetto ante-operam e post operam.

### 9.1 INFORMAZIONI IDROLOGICO- CLIMATICHE

La pioggia è all'origine del processo di formazione delle portate di piena nei bacini idrografici relativi all'area in esame. I fenomeni meteorologici che generano le precipitazioni sono talmente complessi da non potere essere trattati come un processo deterministico a partire da condizioni iniziali e al contorno note.

Pertanto, sotto il profilo pratico, lo studio delle piogge si limita ad utilizzare metodologie statistiche basate sulle osservazioni pluviometriche.

Nel caso in esame, la risposta idrologica dei bacini è condizionata da brevi tempi di corrivazione e, pertanto, le precipitazioni rilevanti sono quelle d'intensità elevata e breve durata.

La maggior parte dei metodi che l'idrologia propone per ricostruire eventi di piena sono metodi indiretti, ossia metodi che stimano l'idrogramma di piena utilizzando un modello di trasformazione piogge-portate che prevede, come input, la definizione di un particolare evento di pioggia.

Nel caso in esame, infatti, non sono disponibili dati di registrazione delle portate; né, tantomeno, potrebbero essere utilizzati, dal momento che l'obiettivo dell'analisi non è studiare il comportamento idrologico/idraulico dei corsi d'acqua presenti nel territorio, ma approfondire le tematiche idrologiche per il dimensionamento di tutte le opere idrauliche del parco fotovoltaico **"BUTERA PV"**.

In particolare, volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno (assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno T genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento).

### 9.2 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE – MODELLO TCEV SICILIA

Per l'applicazione del metodo dell'invaso lineare, impiegato nella stima delle portate meteoriche superficiali è stato necessario determinare la curva di possibilità climatica caratteristica dell'area oggetto di intervento.

Il tempo di ritorno da assegnare alla curva di possibilità climatica è stato fatto variare da un minimo di 2 anni ad un massimo di 50 anni.

Nel caso in esame la durata del campo fotovoltaico è assunta pari a 25 anni; pertanto, il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione è stato assunto pari a 25 anni.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	26 di 35

Il modello TCEV (*Two Component Extreme Value Distribution*) permette di determinare le altezze di pioggia  $h$  e le relative intensità  $i$ , seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI [Il Progetto VAPI (Valutazione Piene) sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, ha come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali e delle piogge intense secondo criteri omogenei.].

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel. La prima, denominata *componente base*, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (*componente straordinaria*) genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti (appartenenti ad una differente fenomenologia meteorologica). La TCEV rappresenta pertanto la distribuzione del massimo valore di una combinazione di due popolazioni ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (Gumbel, Log-Normale, etc.) riescono a rendere conto.

Per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica si farà pertanto riferimento alla procedura descritta nel progetto VAPI Sicilia (*Ferro e Cannarozzo, 1993*) utilizzando la modellazione introdotta da Conti et al., 2007.

La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni statistici.

Nel *primo livello di regionalizzazione* si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico  $Gt$

Delle serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata  $t$  sia costante per la regione Sicilia.

La Sicilia si può pertanto ritenere una zona pluviometrica omogenea ed i valori dei parametri sono costanti  $\Theta^* = 2.24$  e  $\Lambda^* = 0.71$  ed indipendenti dalla durata  $t$ .

Il *secondo livello di regionalizzazione* riguarda l'individuazione di sottozone omogenee, interne a quella individuata al primo livello, nelle quali risulti costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica.

Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è suddivisa in cinque sottozone pluviometriche omogenee: Z0 - Z5, Z1, Z2, Z3, Z4 (fig. 4.1). A ciascuna di esse è stato attribuito un valore costante del parametro  $\lambda_1$  (parametro della TCEV che rappresenta il numero medio di eventi della componente base) indicato con il simbolo  $\lambda_1$  (tabella 4.1), che risulta indipendente dalla durata. Le sottozone Z0 e Z5, possono anche essere "unite" e considerate come una sottozona unica, visti i valori pressoché identici del parametro  $\lambda_1$ .

In ogni sottozona la variabile adimensionale:

$h'_{t,T} = h_t/\mu$  (valore dell'altezza di pioggia di fissata durata  $t$  e tempo di ritorno  $T$  rapportata alla media  $\mu$  della legge TCEV) assume la seguente espressione:

$$h'_{t,T} = K_T = a \cdot \ln(T) + b$$

In tale relazione i coefficienti  $a$  e  $b$  sono stati tarati in funzione della particolare sottozona (tabella 9.2).

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	27 di 35

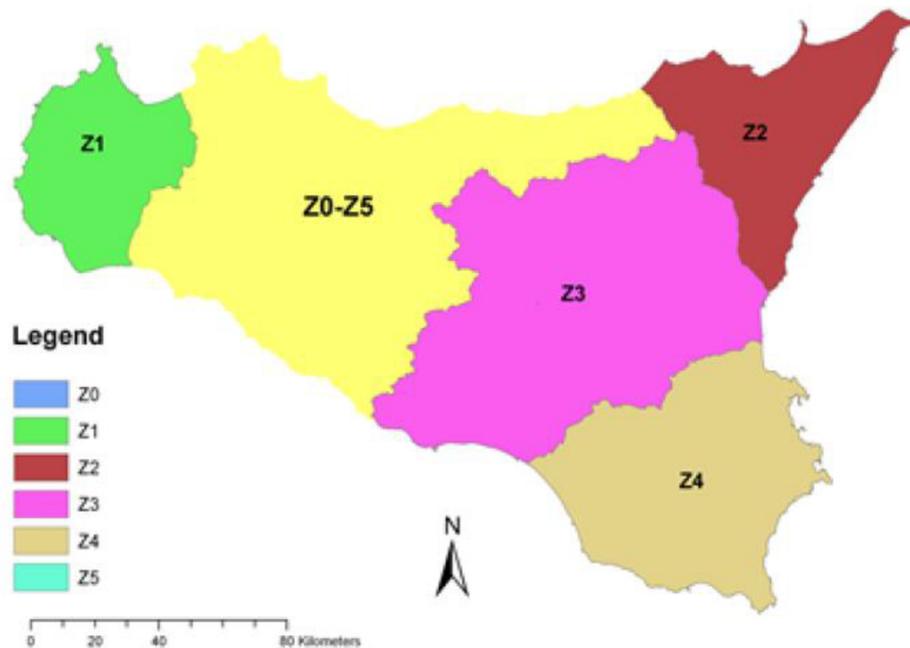


Figura 9.1: Sottozone pluviometriche omogenee per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

**KT** è definito *fattore di crescita* e misura la variabilità relativa degli eventi estremi alle diverse frequenze. Esso è dunque indipendente dalla durata della precipitazione e funzione della collocazione geografica del sito per il quale si vogliono calcolare le altezze di pioggia (a mezzo dei coefficienti *a* e *b*) e del tempo di ritorno *T* dell'evento meteorico.

Sottozona Parametro	Z <sub>0</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>
<b>Λ<sub>1</sub></b>	24,429	19,58	17,669	14,517	15,397	24,402

Tabella 4.1: Valore del parametro  $\Lambda_1$  per ogni sottozona in cui è stata suddivisa la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

Sottozona Parametro	Z <sub>0</sub> -Z <sub>5</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>
<b>a</b>	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
<b>b</b>	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

Tabella 4.2: Valori, per la regione Sicilia, dei coefficienti *a* e *b* per la definizione del fattore di crescita (Lo Conti et al., 2007).

Il *terzo livello di regionalizzazione* prevede, infine, la ricerca di relazioni regionali tra il parametro centrale della distribuzione di probabilità  $\mu$  e le grandezze – prevalentemente geografiche (altitudine,

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	28 di 35

distanza dal mare, superficie del bacino idrografico) - relative al sito di misura. Pertanto, l'espressione della curva di probabilità pluviometrica sarà:

$$h_{t,T} = K_T \cdot \mu(t)$$

in cui  $h_{t,T}$  è l'altezza di pioggia di assegnata durata  $t$  e fissato tempo di ritorno  $T$ . Per le stazioni pluviografiche siciliane la media teorica  $\mu$  risulta coincidente con quella campionaria; per ciascuna delle 172 stazioni siciliane che vantano almeno 10 anni di funzionamento è stato riconosciuto il seguente legame di tipo potenza tra la media campionaria e la durata  $t$ :

$$\mu(t) = a \cdot t^n$$

Per ogni stazione pluviografica i valori dei coefficienti  $a$  ed  $n$  sono tabellati. Per i siti sprovvisti di stazioni di misura i coefficienti  $a$  ed  $n$  possono essere stimati sulla base della carta delle iso- $a$  e delle iso- $n$  (Cannarozzo et al, 1995). Nelle figg. (9.2) e (9.3) è possibile vedere la variazione dei coefficienti  $a$  ed  $n$  per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

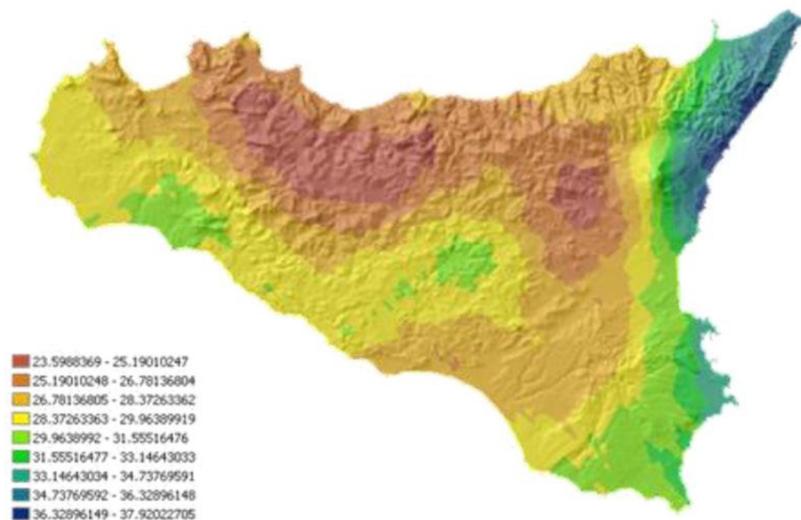


Figura 9.2: Valori dei coefficienti  $a$  per il territorio siciliano (Lo Conti et al, 2007).

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	29 di 35

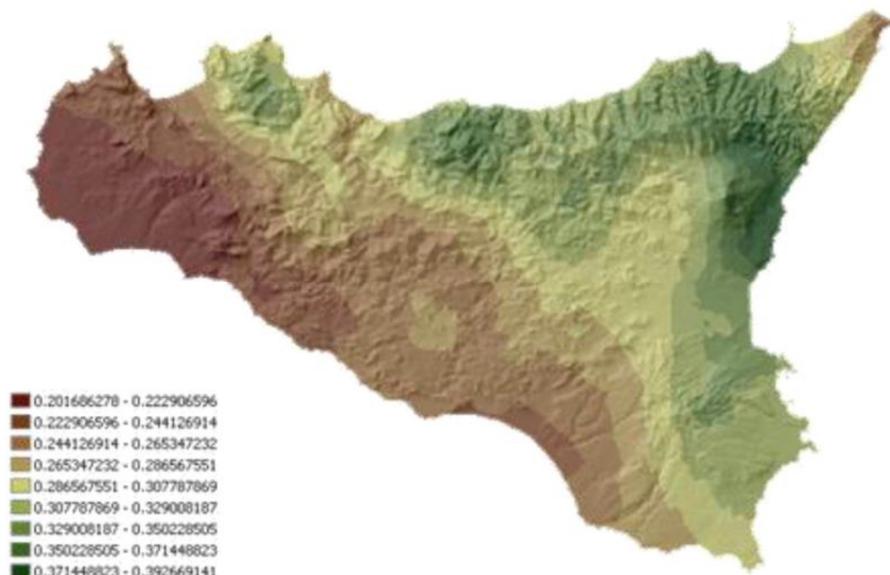


Figura 9.3: Valori dei coefficienti  $n$  per il territorio siciliano (Lo Conti et al, 2007)

Sono quindi stati calcolati, per il tempo di ritorno di interesse  $T = 25$  anni i valori delle altezze di pioggia massima di assegnata durata  $ht, \tau$  e la legge di probabilità pluviometrica.

I bacini oggetto del presente studio si trovano nella sottozona pluviometrica omogenea Z3: il fattore di crescita  $K_T$  è calcolato attraverso la seguente espressione, utilizzando gli appropriati valori dei coefficienti  $a$  e  $b$  (in base ai valori della tabella 4.2):

$$K_T = 0.5011 \cdot \ln(T) + 0.4545$$

**Fissato il tempo di ritorno della sollecitazione meteorica di progetto - pari a 25 anni – ed individuata la stazione pluviometrica più vicina al sito in esame, e quindi possibile calcolare le altezze di pioggia di data frequenza di accadimento e di fissata durata.**

La stazione pluviometrica di riferimento è la seguente:

Butera

Anni di funzionamento: 18

Sensori presenti: Pluviometro

Altitudine: 402 m s.l.m.

Piovosità media annua: 39,5 mm/a

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	30 di 35

### 9.3 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI - STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO ANTE-OPERAM E POST OPERAM

Per calcolare la portata di scolo del bacino imbrifero costituito dalla superficie in cui è prevista la posa delle strutture fotovoltaiche, si è determinato l'evento critico, cioè l'evento meteorico che produce la massima portata al colmo (portata critica). A tal fine si è adottato il modello cinematico (o della corrivazione).

Ipotizzando che la precipitazione sia a intensità costante e che la curva tempi aree del bacino sia lineare, la durata critica coincide con il tempo di corrivazione del bacino e la portata critica (portata di progetto) è data dall'espressione:

$$Q_p = \varphi \cdot \frac{i(T_0, t_c) \cdot A}{360}$$

Dove

- $Q_p$  = portata critica (netta) [m<sup>3</sup>/s];
- $\varphi$  = coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];
- $i(T_0, t_c)$  = intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino ( $t_c$  - min) ed avente un tempo di ritorno ( $T$  - anni) [mm/h];
- $A$  = superficie del bacino (ha).

Il valore del tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete.

#### **Il coefficiente di afflusso**

L'infiltrazione costituisce il fenomeno di maggiore rilevanza per la determinazione del bilancio tra pioggia sul bacino e pioggia efficace ai fini del deflusso nei bacini scolanti. Nell'applicare un modello afflussi deflussi risulta pertanto necessario quantificare le perdite per infiltrazione allo scopo di potere valutare la pioggia netta, ovvero quella che da effettivamente luogo al deflusso.

Nel presente studio, all'interno della formula razionale, è stato utilizzato il *metodo del coefficiente di afflusso*  $\Phi$ . Tale coefficiente rappresenta il rapporto tra il volume totale di deflusso e il volume totale di pioggia caduto sull'area sottesa ad una data sezione, e il suo uso comporta considerare le perdite proporzionali all'intensità media di pioggia.

La stima del valore di  $\varphi$ , relativamente a ciascuna superficie omogenea (tipo di suolo, tessitura, caratteristiche locali di permeabilità) è stata condotta facendo riferimento ai valori tabellati da Benini (*Sistemazioni idraulico-forestali*, 1990) in fig.9.3.1. Nello specifico, si sono utilizzati i seguenti valori del coefficiente di afflusso  $\varphi$ :

$\varphi=0.36$  per l'intera area drenante appartenente allo strato superficiale sabbioso. Ai fini del calcolo della portata di progetto, il coefficiente di afflusso è stato calcolato secondo la formula seguente:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i \cdot A_i}{A_{tot}}$$

ove  $\varphi_i$  è il coefficiente di afflusso dell'area elementare  $A_i$  ed  $A_{tot}$  è la superficie complessiva del bacino. In questa maniera, il valore del coefficiente di afflusso per i bacini analizzati è dato dalla media pesata dei coefficienti di ciascuna area elementare in cui il bacino è divisibile.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 14,26 MWp</b> <b>POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW</b> <b>Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09</b> <b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	31 di 35

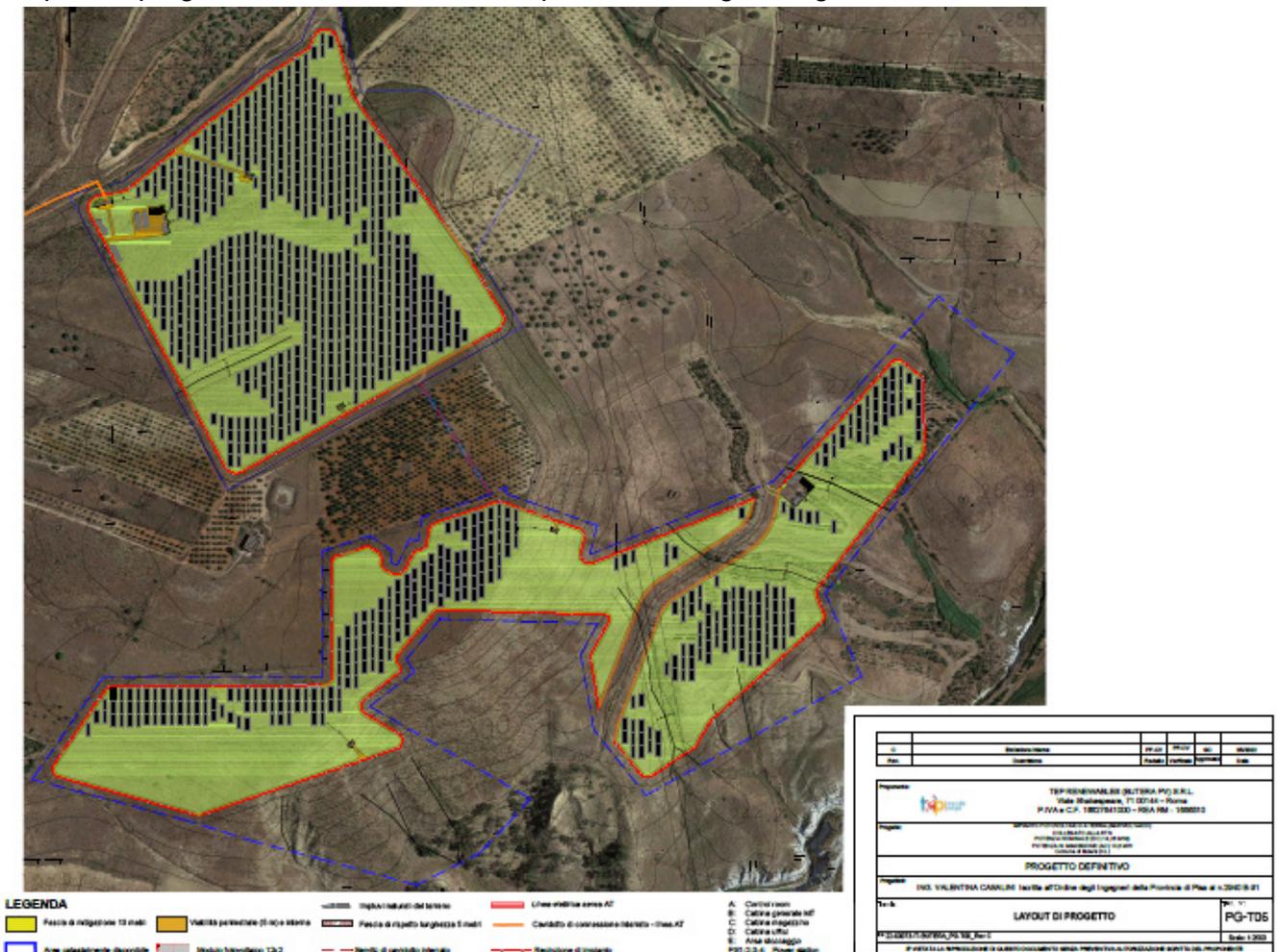
Tipo di suolo				
Copertura del bacino	Pendenza dei versanti	Terreni Leggeri	Terreni di medio impasto	Terreni compatti
Boschi	> 10%	0.13	0.18	0.25
	< 10%	0.16	0.21	0.36
Pascoli	> 10%	0.16	0.36	0.56
	< 10%	0.22	0.42	0.62
Colture agrarie	> 10%	0.40	0.60	0.70
	< 10%	0.52	0.72	0.82

Figura 9.3.1: Valori del coefficiente  $\phi$  del metodo razionale per diversi tipi di superficie, in funzione della tipologia di suolo e della copertura del bacino (Benini, 1990 e Ferro, 2006).

#### 9.4 BACINO SCOLANTE DI PROGETTO

Nell'area in esame è stato considerato un unico bacino scolante sulla base del quale calcolare la portata idrologica scolante, verrà considerata la sola area interessata dai pannelli fotovoltaici circoscritta da un sistema di canalette drenanti.

Le opere in progetto insisteranno sull'area riportate nella figura seguente:



	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	32 di 35

Al fine di non modificare la rete naturale allo stato attuale e definire un sistema di drenaggio interno al sito con il minor impatto è stato eseguito un rilievo topografico del terreno disponibile per l'installazione dell'impianto al fine di identificare le principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria).

Lo stato di progetto presenterà quindi una rete di drenaggio con percorsi e punti di affluenza ai canali perimetrali compatibili con lo stato di fatto. Le acque defluenti dall'area di impianto verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto che consistono principalmente in canalette in terra a cielo aperto ed altre opere accessorie di natura idraulica.

*Tabella 9.1: Determinazione della portata di progetto nello scenario ante-operam e post operam  
– Tempo di ritorno 25 anni*

<b>BACINO</b>	<b>Bacino 1</b>
S mq	370700
S (ha)	37,70
S (kmq)	0,3770
$t_{C (min)}$ (h)	0,50
Kt	1,9
h (60) (mm)	39,50
h(t) (mm)	36,00
Intensità (mm/h)	72
coefficiente di deflusso ante operam	0,39
coefficiente di deflusso post Operam	0,45
<b>Portata al colmo ante-operam Qcr (mc/s)</b>	<b>2,94</b>
<b>Portata al colmo post-operam Qcr (mc/s)</b>	<b>3,39</b>

Lo stato post-operam mostra un piccolo incremento dei picchi di deflusso dovuto all'incremento di 0,06 del coefficiente di deflusso nello scenario più critico di terreno saturo e posizione dei tracker orizzontale.

Dal confronto ante-operam/post operam emerge che l'aumento di portate al colmo sarà compatibile con la rete di drenaggio esistente e con le portate attualmente scolanti.

## 10 OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

La durata dell'area di impianto e dell'impianto stesso dal punto di vista strutturale è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

Nell'area in esame verranno realizzati degli interventi che avranno due differenti linee di obiettivi:

1. mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrogeologico" preesistenti (ante realizzazione del parco fotovoltaico denominato "BUTERA PV");
2. regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità del parco fotovoltaico, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le opere civili presenti nell'area. Le acque defluenti dall'area di impianto verranno raccolte ed allontanate dalle opere

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Pag.</b>	<b>33 di 35</b>

idrauliche in progetto, che consistono principalmente in una risagomatura della superficie topografica e nella realizzazione di una rete di canalette in terra a cielo aperto per l'allontanamento rapido delle acque piovane, ed altre opere accessorie di natura idraulica che verranno realizzate in contropendenza per convogliare l'acqua di prima pioggia da un lato all'altro dell'impianto e convogliate lungo gli impluvi naturali presenti nell'area di progetto.

## 10.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO

Il tracciato delle opere di regimazione è stato suggerito a partire dal layout dell'impianto fotovoltaico e dal modello tridimensionale del suolo, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi (ed i solchi di erosione) interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche delle aree di impianto.

Al fine di favorire il deflusso delle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale è prevista una rete di allontanamento delle stesse, in leggera contropendenza, costituita da canalette drenanti in terra a cielo aperto scavate nel terreno naturale e rinverdite con recapito lungo gli impluvi naturali presenti nell'area di progetto. Le canalette saranno realizzate in scavo con una sezione di forma trapezio di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di 26°.

In corrispondenza delle intersezioni con la viabilità si sono previsti dei tratti interrati composti da scatolati in c.a. carrabili o da tubazioni in HDPE carrabili.

Lo scopo delle canalette e dei condotti interrati è quello di permettere il deflusso e l'allontanamento delle acque meteoriche dall'intera superficie interessata dall'impianto di fotovoltaico.

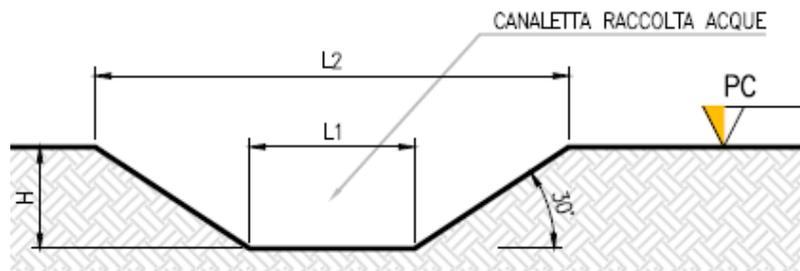
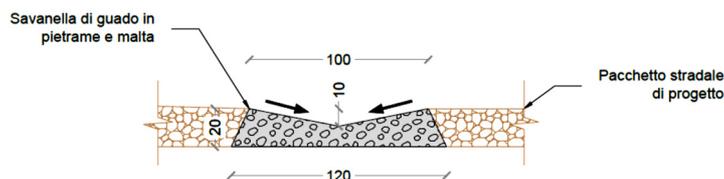


Figura 9.2 - Sezione "Tipo" canaletta di drenaggio realizzata in scavo

Gli scarichi della rete di drenaggio convergeranno ai ricettori esistenti.

In fase esecutiva, qualora ritenute necessarie, potranno realizzarsi opere di protezione stradale del tipo sottoelencato:

- **Savanelle di guado in pietrame e malta** per un attraversamento "a raso" della viabilità di progetto.



	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	34 di 35

## 11 CONCLUSIONE

L'area oggetto di intervento dal punto di vista morfologico è ubicata in un ambito perfettamente pianeggiante espressione di un terrazzo alluvionale a quote prossime a 45 metri con pendenze minime di circa 1° in direzione Nord-Est. I terreni in studio interessati dall'impinto fotovoltaico presentano dal punto di vista morfologico un paesaggio collinare con pendenze dolci ad andamento regolare, costituiti da una netta predominanza dei livelli in facies sabbioso-calcarenitica, dove i processi erosivi fluvio-denudazionali danno luogo a valli aperte con sezioni trasversali a V ampie, poco incise e con versanti declivi.

La successione stratigrafica è stata riconosciuta correlando i dati ottenuti dal rilievo geologico tecnico effettuato in situ, dall'esame delle indagini eseguite e meglio descritte nella relazione geologica e geotecnica a corredo dell'istanza integrate con i dati ricavati da indagini geognostiche effettuate in situ.

Si premette che lo studio della sostenibilità e l'attenzione alle acque non hanno riguardato solo la progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche ma sono risaliti a monte, integrandosi nello stato di fatto, minimizzando le interferenze con l'idrografia esistente e l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) a favore delle infrastrutture verdi che mitigano gli impatti biofisici dovuti alle opere in progetto, riducendo il rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria.

Il presente documento ha messo a confronto lo scenario ante-operam e quello post operam, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

In merito allo stato post-operam è stato valutato l'impatto dell'installazione di strutture tracker monoassiale di progetto. Vista l'interdistanza esistente tra le strutture, l'altezza da piano campagna e la mobilità che varierà la copertura su suolo (rendendo non permanente la schermatura), durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto non si ipotizzano variazioni critiche della capacità di infiltrazione, così come delle caratteristiche di permeabilità del terreno nelle aree interessate dall'installazione di tracker. Analogamente si può affermare delle platee di appoggio delle cabine che avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

Quindi si evidenzia come la presenza di pannelli, pur coprendo la superficie dell'area interessata; tuttavia, non costituisce una reale "impermeabilizzazione" della stessa, date anche le posizioni mutue dei pannelli e la loro altezza rispetto al suolo.

Le acque meteoriche defluendo sui pannelli ricadono a terra e continuano il loro deflusso nella rete di drenaggio di progetto, per poi essere scaricate nella stessa sezione di recapito ante-operam senza che venga generato un aumento della portata rispetto alle condizioni ante-operam.

Risulta, inoltre, assolutamente non invasiva la tecnica di installazione dei pilastri di sostegno dei trackers. Infatti, non vi sono elementi in calcestruzzo di appoggio, quali plinti e/o travi di fondazione, che con la loro presenza avrebbero potuto ingenerare delle superfici impermeabili.

Pertanto, risulta rispettato il principio dell'invarianza idraulica in quanto sul suolo non si riscontrano delle alterazioni sulla variazione di permeabilità del sito. Semmai i punti di infissione potrebbero addirittura rappresentare dei punti preferenziali di infiltrazione contribuendo ad una seppur lieve riduzione delle acque di ruscellamento.

In merito alle modifiche nella rete di drenaggio naturale tra stato di fatto e stato di progetto per tali aree è stata prevista una rete costituita da fossi in terra non rivestiti, realizzati in corrispondenza dei solchi di drenaggio naturali esistenti allo stato di fatto. Tale scelta consente di evitare di modificare la rete naturale, permettendo ai deflussi superficiali di seguire i percorsi naturali, senza interferenze dovute alla costruzione della viabilità, alla disposizione dei tracker e delle altre opere di progetto. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 14,26 MWp POTENZA DI IMMISSIONE AC 13,6 MW Comune di Butera (CL)</b>	Rev.	0
	<b>22-00073-IT-BUTERA_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Pag.	35 di 35

La preparazione del sito inoltre non prevede opere su larga scala di scotico, ma solo il taglio vegetazione ove essa impedisca la regolare esecuzione delle attività di costruzione e operatività. La viabilità di cantiere è assunta in materiale drenante.

Tutto ciò contribuisce alla riduzione dell'impatto delle opere.

Il progetto prevede una serie di opere compensative che avranno effetti positivi durante la fase di esercizio.

- I terreni continueranno ad essere coltivati con piantumazioni orticole tradizionali a rotazione, tra le quali verrà inserita una antica specie di melone, in via di estinzione, la quale è stata recentemente recuperata e reintrodotta nelle coltivazioni da agricoltori locali. La maggior parte del fabbisogno irriguo verrà garantito tramite tre vasche di conservazione e distribuzione di "acqua piovana" e un sistema di irrigazione a goccia.

Numerosi sono i vantaggi della coltivazione di erbe aromatiche ed officinali:

- a. Limita fortemente l'erosione del suolo provocata dalle acque e dal vento;
- b. Svolge un'importante funzione di depurazione delle acque;
- c. Riduce le perdite di elementi nutritivi per lisciviazione grazie all'assorbimento da parte delle piante erbacee;
- d. Migliora la fertilità del suolo, attraverso l'aumento di sostanza organica;
- e. Il ben noto effetto depurativo sull'aria producendo O<sub>2</sub> e immagazzinando carbonio atmosferico;
- f. Migliora l'impatto paesaggistico e la gestione è in genere poco onerosa.

La gestione del terreno inerbato determina il miglioramento delle condizioni nutritive e strutturali del terreno, ovviamente se si adottano tecniche di gestione del suolo rispettose dell'ambiente.

1. Tra i corridoi larghi circa mt 9,5, intervallati ai filari di moduli fotovoltaici, saranno coltivate diverse specie erbacee aromatiche, officinali e piantumazioni di una specie di melone in via di estinzione.

Tutte queste opere compensative concorreranno al miglioramento della copertura del suolo e della permeabilità dell'area.

Nell'arco della vita utile di progetto il periodo più critico sarà al termine del cantiere e all'inizio della fase di esercizio. Tale periodo critico sarà in termini idrologici paragonabile alle attività agricole di preparazione del terreno presemina.

A seguito delle risultanze delle indagini svolte e sulla scorta delle conoscenze acquisite in luogo tramite rilevamento geomorfologico di superficie è stato possibile valutare che gli interventi progettuali non costituiscono alcun turbamento all'equilibrio morfogenetico e idrogeologico dell'area, sia per quanto riguarda le acque di scorrimento superficiali che per quelle sotterranee né dissesti idro-geomorfologici in genere in quanto l'intervento progettuale verrà realizzato nel rispetto e in funzione della salvaguardia, della qualità e della tutela dell'ambiente e del paesaggio mantenendo se non migliorando gli equilibri idro-geomorfologici attuali.

Dalle argomentazioni sopra esposte, si conclude affermando la piena idoneità del sito, anche per ciò che concerne il possibile impatto dell'impianto sulle matrici ambientali considerate (morfologia, idrologia sotterranea e superficiale), come esplicitato nei precedenti paragrafi, ed anche la fase di cantiere non produrrà alcun impatto in quanto al termine delle operazioni di installazione, tutte le aree verranno ripristinate.

Termini Imerese, lì 30/07/2022

Dott.ssa Geol. Concetta Pérez