

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) 52,48 MWp
POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW
Comune di Carlentini (SR)

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (CARLENTINI PV) S.R.L.
Viale Shakespeare, 71 00144 – Roma
P. IVA e C.F. 16376291007 – REA RM - 1653289

PROGETTISTA:

ING. MATTEO BERTONERI
Iscritto all' Ordine degli Ing. della Provincia di Massa Carrara al n. 669 sez. A

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.	MB/GG	G. Calzolari

TEP RENEWABLES (CARLENTINI PV) S.r.l. | Cap. Soc. Euro 10.000,00 i.v. | Viale Shakespeare 71 - 00144 Roma
C. Fiscale e Part. IVA: 16376291007 | Numero REA: RM - 1653289

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	2 di 51

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	DATI GENERALI DEL PROGETTO.....	5
2	STATO DI FATTO.....	6
2.1	LOCALIZZAZIONE IMPIANTO.....	6
2.1.1	Inquadramento catastale impianto.....	7
3	INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'IMPIANTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE	8
4	CENNI DI CLIMATOLOGIA	10
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	11
5.1	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE LOCALI E STRATIGRAFIA.....	13
6	ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E IDROGRAFIA SUPERFICIALE	15
7	CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE.....	16
8	CARTA DEI DISSESTI E PERICOLOSITÀ IDRAULICA- REGIME VINCOLISTICO E DI FATTIBILITÀ.....	19
9	OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA.....	22
9.1	SISTEMA DI DRENAGGIO SUPERFICIALE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	22
10	CONSIDERAZIONI IDRO-GEOMORFOLOGICHE E REGIME VINCOLISTICO RILEVATE SULLE AREE ATTRAVERSATE DALLE OPERE DI CONNESSIONE – LINEA MT/BT.....	24
11	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE	26
12	INDAGINI GEOFISICHE DEL SOTTOSUOLO AI FINI DALL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	30
12.1	PREMESSA.....	30
12.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	31
12.3	METODOLOGIA SISMICA ADOPERATA E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	33
12.4	ELABORATI SISMICI.....	35
12.5	CARATTERISTICHE SISMO-STRATIGRAFICHE LOCALI	43
12.6	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO AI FINI DELLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO	45
12.7	CONSIDERAZIONI GEOSISMICHE CONCLUSIVE.....	47
13	CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE CONCLUSIVE.....	49

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	3 di 51

1 PREMESSA

La presente relazione espone i risultati dello studio geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e geosismico sulla base dei risultati delle indagini effettuate in situ a supporto del progetto per la realizzazione di un impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte energetica rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto solare agri-fotovoltaico denominato "B63.CARLENTINI", di potenza pari a 52,48 MWp in corrente alternata da installarsi in un terreno di circa 80,70 ettari complessivi e una superficie recintata dedicata all'impianto di 70,40 ha, sito in località "Contrada Cugni" nel territorio Comunale di Carlentini (CT) e relative opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale.

Il parco Fotovoltaico sarà 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 FUTURA S.E. CARLENTINI 380 HP1. La lunghezza della linea di connessione individuata è di circa 13,3 km con cavidotto interrato dall'impianto FV alla FUTURA S.E. CARLENTINI 380 HP1.

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. 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, espone 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 Carlentini: Foglio n° 48 (Particelle n° 28, 93, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 120, 229, 230, 231, 232, 235, 236, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 252, 253 e 254). L'installazione interesserà una superficie totale netta di circa 70,40 ettari.

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 S.r.l. ha acquisito il diritto di superficie per un periodo di 30+10+10 anni.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	4 di 51

Lo studio è stato commissionato alla sottoscritta Geologo Dr.ssa Concetta Pérez (O.R.G.S. n°2733 sez. A) dalla Soc. TEP RENEWABLES (Carlentini 1 PV) S.r.l., la quale è una società del Gruppo TEP 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. Per l'espletamento dell'incarico sono stati effettuati dei preliminari sopralluoghi conoscitivi dei terreni interessati dall'installazione dell'impianto di generazione elettrica in progetto. Successivamente si è eseguito un attento rilevamento geologico di superficie, opportunamente esteso alle zone limitrofe, per inquadrare le stesse nel contesto geologico, geomorfologico e idrogeologico generale, nonché in quello litostratigrafico e strutturale, accertando se nel sito di progetto esistono caratteristiche geologico-tecniche tali da garantire la stabilità dei manufatti da realizzare, in relazione soprattutto ai carichi trasmessi sul terreno.

A tutela della stabilità delle aree e del buon regime delle acque e per caratterizzare al meglio i terreni di fondazione, la scrivente ha effettuato dei rilevamenti nell'area in studio e in un suo ampio intorno supportato dai dati provenienti dalla campagna di indagini geognostiche di tipo geo-meccanico e geofisico effettuate in situ, *nel dettaglio sono stati effettuati n° 3 prova penetrometrica dinamica media SPT, n. 4 sondaggi con tecnica sismica passiva a stazione singola "HVSr", eseguita con Tromografo elettronico digitale TROMINO® ENGINEERING*, al fine di caratterizzare la stratigrafia del sottosuolo, *ricostruire il modello geologico stratigrafico del volume di terreno interessato dalle fondazioni delle opere soprastanti da realizzare e individuare discontinuità anomale all'interno della successione litostratigrafica sottostante*, misurare la frequenza di risonanza dei suoli senza limiti di profondità, nell'intervallo di interesse geotecnico e strutturale, per valutare la *risposta sismica del sito ed eventuali effetti di amplificazione sismica, stratigrafica e topografica, del moto in superficie e determinare il V_{s_eq}/V_{s30}* per definire la categoria del suolo di fondazione, secondo quanto previsto nel *D.M. 17 Gennaio 2018 relativo alle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni"*.

Lo studio Geologico-tecnico eseguito ha permesso di potere effettuare:

1. Rilevamento geologico di dettaglio, in scala 1: 25.000, al fine di ricostruire la successione litostratigrafica, la struttura, la giacitura e la natura dei litotipi che costituiscono, la suddetta area;
2. Indagine dell'assetto geomorfologico dell'area in studio al fine di potere accertare eventuali fenomeni di instabilità sia in atto che potenziali;
3. Valutazione delle caratteristiche idrogeologiche dei litotipi per accertare la eventuale presenza di falda freatiche sotterranea che può comportare, variazioni delle caratteristiche geo-meccaniche dei terreni e risposte sismiche locali diversificate (es.: variazione di amplificazione sismica);
4. Analisi Geofisiche per identificare i parametri sismici e le frequenze del terreno di fondazione.
5. Considerazioni sulle caratteristiche stratigrafiche-fisico-meccaniche del substrato per identificare i parametri geo-meccanici del terreno di fondazione.

I dati della stratigrafia locale sono stati desunti dall'osservazione diretta, su spaccati di terreno, sia naturali che artificiali, presenti in aree prossime a quella in studio e da quanto riportato nella letteratura geologica specifica in comparazione con il modello geo-stratigrafico ottenuto dai sondaggi sismici, geoelettrici e dalle prove penetrometriche SPT effettuate in sito.

Per quanto concerne la caratterizzazione fisico-meccanica dei litotipi ci si è riferiti a valori desunti dalla letteratura geotecnica esistente in comparazione con i risultati ricavati dalle prove penetrometriche dinamiche e sismiche effettuate in sito e dall'esperienza della scrivente.

A seguito delle risultanze delle indagini svolte e sulla scorta delle conoscenze acquisite in luogo tramite rilevamento geologico-geomorfologico di superficie è stato possibile fornire al calcolista un quadro completo delle condizioni geologiche, geotecniche e geosismiche del terreno di sedime.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	5 di 51

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 (CARLENTINI 1 PV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Comune di Carlentini - provincia di Siracusa
Denominazione impianto:	B63.CARLENTINI
Area lorda (ha)	80,70
Area utile (ha)	70,40
Dati catastali area di progetto:	Foglio n° 48 (Particelle 28, 93, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 120, 229, 230, 231, 232, 235, 236, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 252, 253 e 254)
Potenza di picco (MW _p):	52,48 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso.
Punto di Connessione:	S.E. CARLENTINI 380 HP1
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. 25 Cabine distribuite nell'area interessata dall'impianto fotovoltaico
Posizione cabina elettrica di consegna:	n.1 Cabina FV in campo o presso la S.E. CARLENTINI 380 HP1
Rete di collegamento:	Alta tensione - 150 kV
Coordinate sito:	37°13'30.12"N 14°56'39.24"E Altitudine media 239 m s.l.m.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	6 di 51

2 STATO DI FATTO

2.1 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO

L'area interessata dall'installazione dell'impianto si colloca all'interno di una zona orografica collinare dell'entroterra della Sicilia sud-orientale, sita in località "Contrada Cugni" nel territorio comunale di Carlentini (SR) a circa 9 km a Sud-Ovest dalla stessa città e a circa 18 km dal mare, situata altimetricamente ad una quota media di 239 m s.l.m.

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico è raggiungibile dalla S.P.10 la quale dista 1,5 km e circa 2,5 km dalla S.P.32. Questa area in oggetto risulta essere adatta allo scopo avendo una buona esposizione ed essendo raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

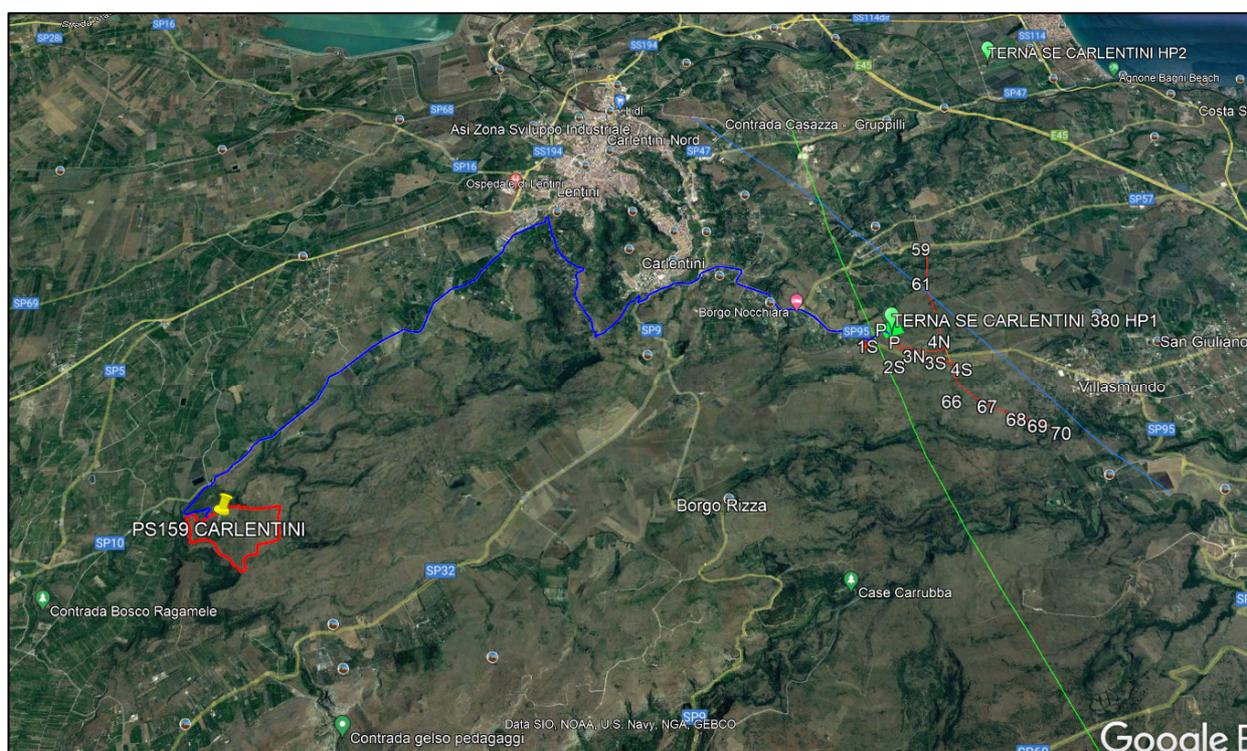


Figura 2.1: Inquadramento territoriale riguardante l'intera area in cui insistono tutte le opere di progetto fino al punto di connessione alla cabina di trasformazione FUTURA S.E. CARLENTINI 380 HP1 - Fonte: Google Earth Pro

Il parco Fotovoltaico sarà 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 FUTURA S.E. CARLENTINI 380 HP1 tramite una linea di connessione di lunghezza circa 13,3 km con cavidotto interrato. (Fig. 2.1)

Le aree scelte per l'installazione del Progetto Fotovoltaico sono interamente contenute all'interno di aree di proprietà privata Rif. "Inquadramento catastale" su cui TEP Renewables S.r.l. ha acquisito il diritto di superficie. 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.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	7 di 51

2.1.1 Inquadramento catastale impianto

In riferimento al Catasto Terreni del Comune di Carlentini (SR), l'impianto occupa le aree di cui al Foglio n° n° 48 (Particelle n° 28, 93, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 120, 229, 230, 231, 232, 235, 236, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 252, 253 e 254) sulle particelle indicate nella tabella seguente:

Tabella 2.1: Particelle catastali

FOGLIO	PARTICELLA
48	Particella n° 28, 93, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 120, 229, 230, 231, 232, 235, 236, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 252, 253 e 254

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

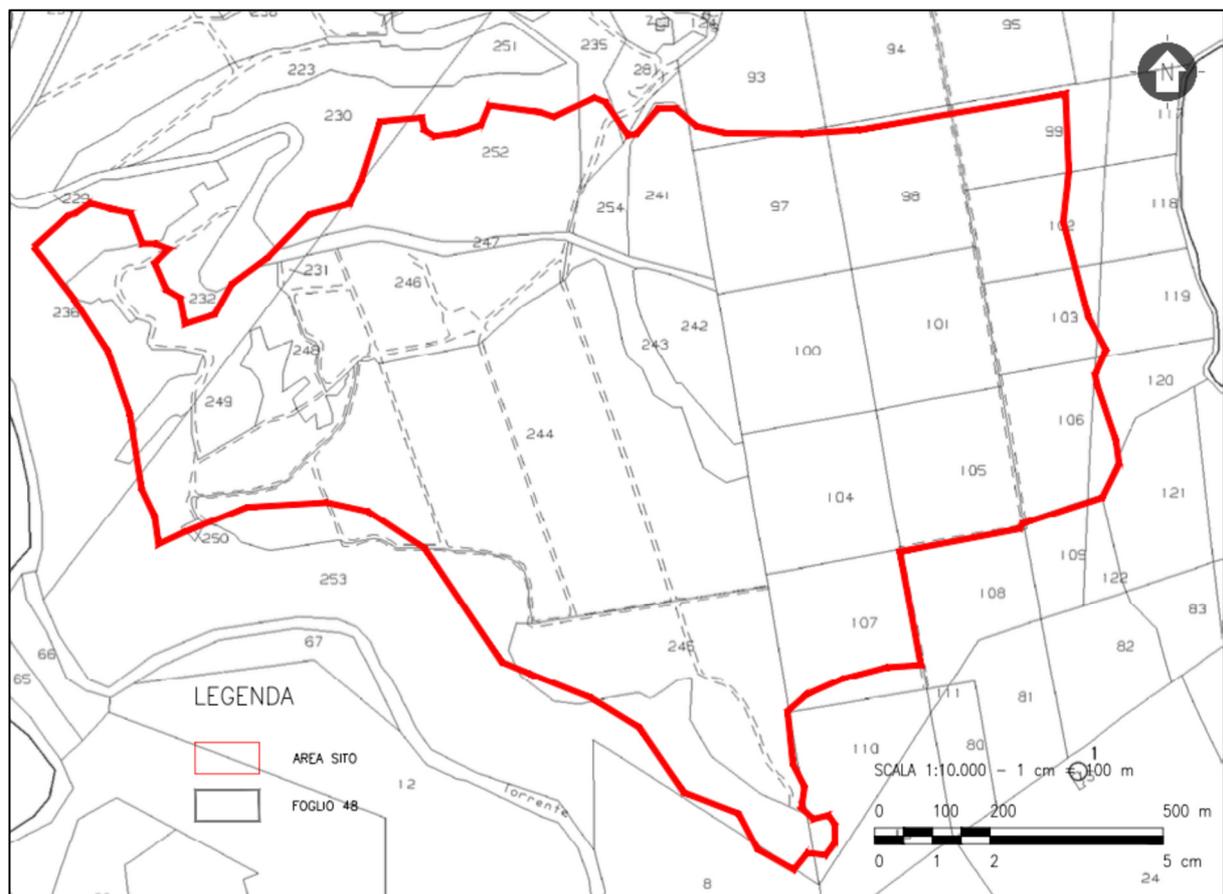


Figura 2.2: Inquadramento catastale impianto – scala originale 1: 10.000

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	8 di 51

3 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'IMPIANTO E DELLA LINEA DI CONNESSIONE

Dal punto di vista topografico, secondo la Cartografia ufficiale italiana I.G.M. la zona in esame è compresa interamente nella tavoletta denominata "Lentini" Foglio n°274 IV quadrante orientamento N.O. 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° 640160 in scala 1: 10.000. L'area in esame è ubicata sul versante sud-orientale della Sicilia, all'interno della zona orografia dell'Altipiano Ibleo, sita nel territorio comunale di Carlentini (SR), a 9 km a Sud-Ovest dalla stessa città e a 18 km dal mare, situata altimetricamente a quota 238,7 m s.l.m.

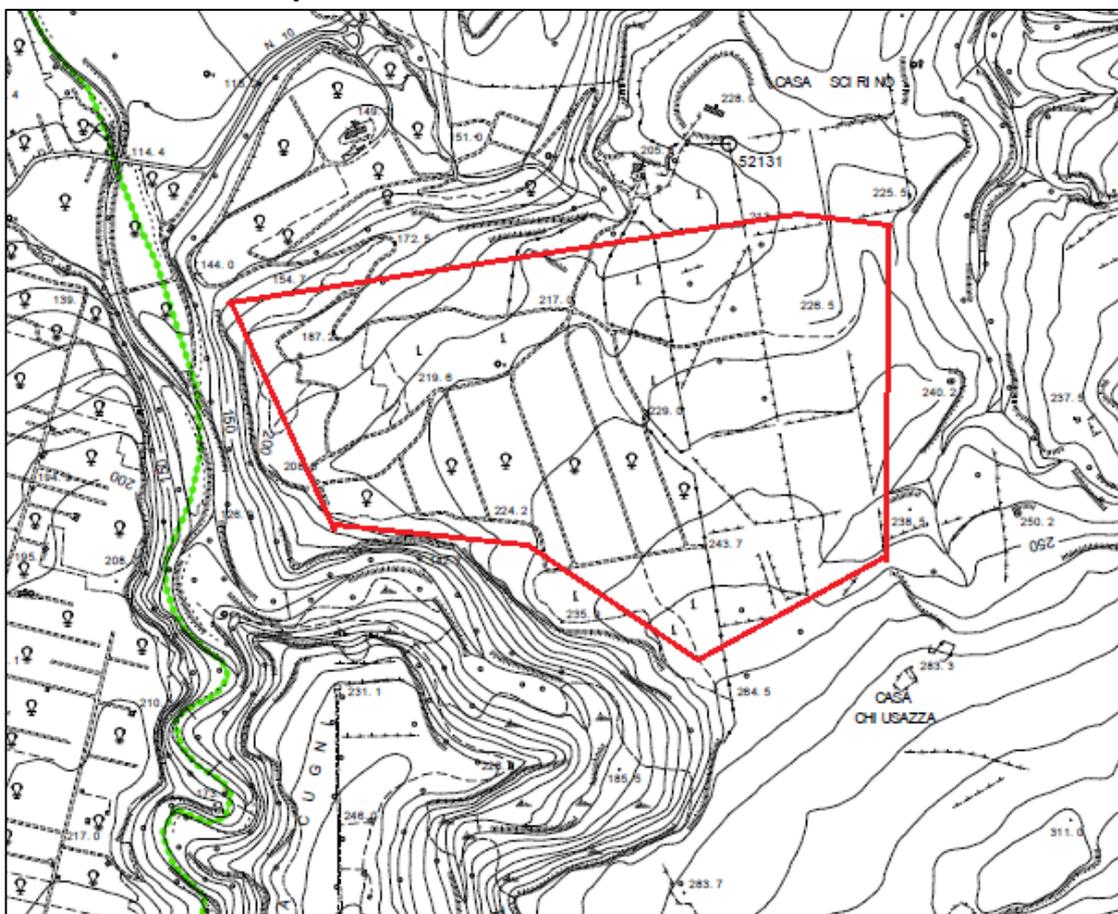
L'area utile interessata dall'impianto solare fotovoltaico denominato "B63.Carlentini", di potenza pari a 58,30 MWp in corrente alternata da installarsi in un terreno di circa 80,70 ettari complessivi e una superficie recintata dedicata all'impianto di 70,40 ha. I terreni risultano distinti in Catasto Terreni del Comune Carlentini (SR) al Foglio di mappa urbana n° 48 Particelle n° ° 28, 93, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 120, 229, 230, 231, 232, 235, 236, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 252, 253 e 254 a destinazione urbanistica - agricola.

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

Lotto: Lat. 37°13'30.12"N

Long. 14°56'39.24"E

Inquadramento su C.T.R. n° 640160



	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	9 di 51

LAYOUT PRELIMINARE DI PROGETTO
IMPIANTO FOTOVOLTAICO "B63.CARLENTINI"



LEGENDA

ELEMENTI STATO DI FATTO

-  AREA DISPONIBILITA' CATASTALE
-  AREA LORDA IMPIANTO

D.LGS 42/2004 (E.S.M.I.) ART. 142

FONTE: SITR REGIONE SICILIA: PIANO PAESAGGISTICO - BENI PAESAGGISTICI

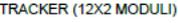
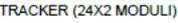
-  TERRITORI CONTERMINI AI LAGHI COMPRESI IN UNA FASCIA DI 300M DALLA BATTIGIA (art. 142 comma 1 lett. b)
-  FIUMI, TORRENTI E CORSI D'ACQUA E RELATIVE SPONDE PER UNA FASCIA DI 150 M (142 comma 1 lett. c)
-  TERRITORI RICOPERTI DA BOSCHI O SOTTOPOSTI A VINCOLO DI RIMBOSCHIMENTO (142 comma 1 lett. g)

D.LGS 42/2004 (E.S.M.I.) ART. 143

FONTE: SITR REGIONE SICILIA: PIANO PAESAGGISTICO - BENI PAESAGGISTICI

-  ULTERIORI IMMOBILI ED AREE SPECIFICAMENTE INDIVIDUATI A TERMINI DELL'ART 138 E SOTTOPOSTI A TUTELA DAL PIANO PAESAGGISTICO

ELEMENTI STATO DI PROGETTO

-  TRACKER (12X2 MODULI)
-  TRACKER (24X2 MODULI)
-  ACCESSO AREA IMPIANTO
-  VIABILITA' INTERNA
-  RECINZIONE IN PROGETTO
-  FASCIA DI MITIGAZIONE ESTERNA
-  LINEA DI CONNESSIONE MT
-  CABINA GENERALE MT
-  CABINA ELETTRICA POWER STATION
-  UFFICIO, MAGAZZINO
-  PARCHEGGI

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	10 di 51

4 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.

Prendendo in considerazione i dati rilevati presso le stazioni termo-pluviografiche che ricadono all'interno del bacino del San Leonardo, considerando un periodo significativo (1906-1987) 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 annua registrata dalla stazione termometrica di Lentini è di 18,6 °C.

Dall'andamento delle temperature medie mensili rilevate per il decennio 1970 – 80, risulta che i mesi più caldi sono agosto e luglio con temperature mediamente di 27,9 °C per il primo e di 27,2 °C per il secondo; i mesi più freddi sono risultati gennaio e febbraio con temperature medie di 11,6 °C e di 12,6 °C.

L'analisi del regime pluviometrico è stata effettuata attraverso gli annali idrologici pubblicati dalla Regione Siciliana (Ufficio Idrografico); Le precipitazioni medie mensili relative a tutto il Bacino sono maggiormente concentrate nei mesi che vanno da ottobre a marzo, mentre diventano di scarsa entità nel periodo maggio – settembre.

Le precipitazioni più elevate generalmente si verificano nel mese di ottobre, con una media mensile di 100 mm per il decennio 1970 – 1980; sono abbastanza piovosi anche dicembre e gennaio con leggera diminuzione nel mese di novembre.

Il mese più secco risulta giugno con appena 6 mm di pioggia, segue subito dopo luglio con appena 10 mm e comunque risultano abbastanza secchi anche agosto e maggio con 17 e 18 mm.

Il regime pluviometrico è quindi alquanto irregolare ed è caratteristico di un clima tipicamente mediterraneo, dove le piogge sono legate al periodo Autunnale – Invernale con in media 50 giorni piovosi all'anno, e sono quasi assenti nel periodo estivo dove si sono avuti in media 60 giorni di completa siccità ogni anno.

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.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	11 di 51

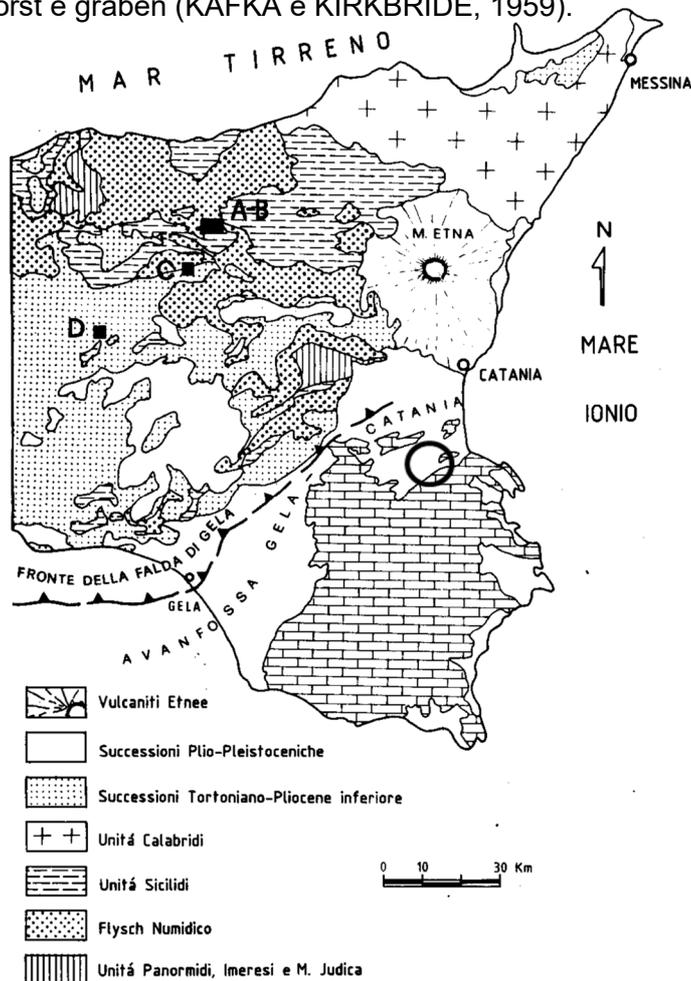
5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

- Assetto geologico – strutturale

I terreni oggetto di studio rientrano nel quadro geo-strutturale della Sicilia Sud-Orientale e fanno parte del bacino idrografico del Fiume San Leonardo (SR)-(093) il quale si inquadra geologicamente tra l'avampese ibleo ed il sistema di avanfossa Gela – Catania. 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. A questo regime deformativo, con carattere prevalentemente distensivo, è da collegare il vulcanismo alcalino-basaltico che, dal Mesozoico al Pleistocene, è migrato progressivamente verso Nord, dando origine alle vulcaniti mesozoiche riscontrate nel sottosuolo ibleo e alle vulcaniti plio-pleistoceniche affioranti sull'altopiano ibleo (CRISTOFOLINI, 1966a; BARBERI et al., 1974; PATACCA et al., 1979).

La tettonica distensiva ha dato origine ad un sistema di faglie dirette e subverticali, che attraversano l'altopiano ibleo secondo tre principali sistemi, con orientamento, rispettivamente, NE-SW, NNE-SSW e WNW-ESE (RIGO e CORTESINI, 1961; DI GRANDE e GRASSO, 1977; GRASSO et al., 1979).

Il sistema principale (NE-SW e NNE-SSW) delimita l'alto strutturale dell'altopiano ibleo ad Ovest (allineamento Comiso-Chiaramonte) e ad Est (allineamento Pozzallo-Ispica-Rosolini) (RIGO e CORTESINI, 1961; DI GRANDE e GRASSO, 1977; GRASSO et al., 1979). Tale sistema è intersecato da altri sistemi minori, con direzioni subparallele al principale che determinano numerose strutture minori quali horst e graben (KAFKA e KIRKBRIDE, 1959).



	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	12 di 51

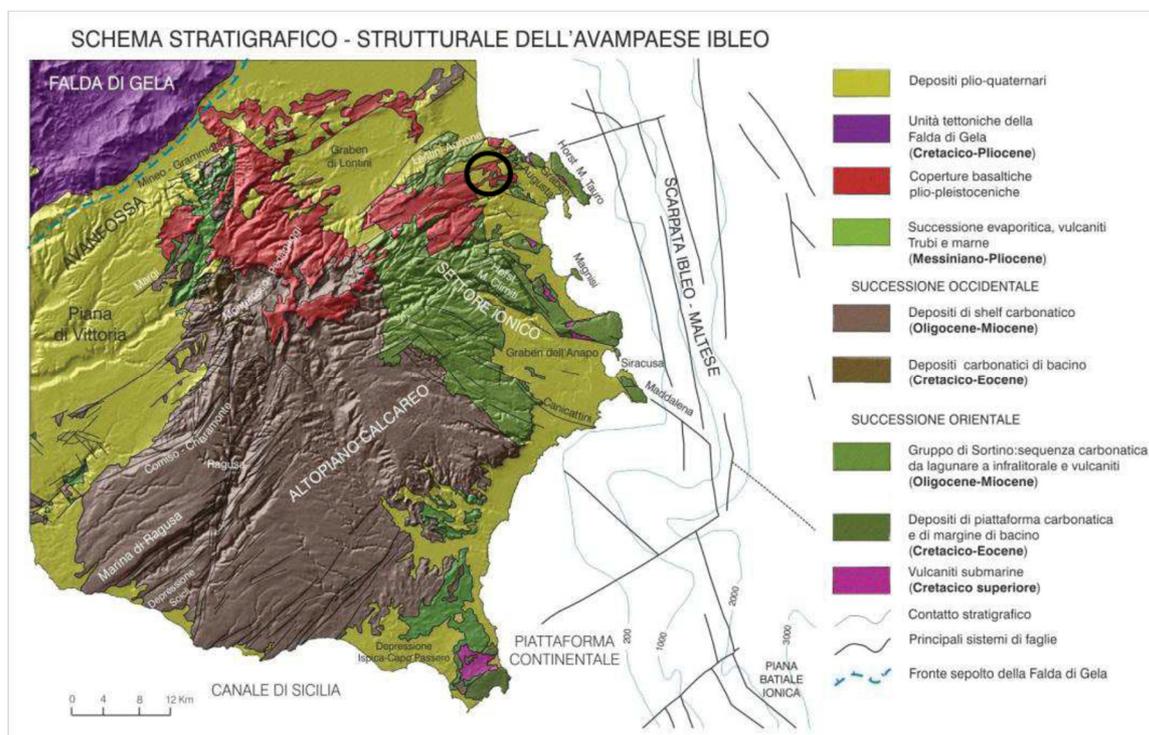


Fig. 4.1 - Schema stratigrafico-strutturale dell'Avampaese Ibleo (da Lentini et alii, 1984, modificato)

La sismicità del settore Ibleo, in particolare della zona orientale, è 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 pericolosità di tale attività 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 continuità, un intervallo cronologico compreso tra il Miocene e l'Attuale.

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

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	13 di 51

5.1 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE LOCALI E STRATIGRAFIA

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 fotovoltaico sia le aree attraversate dalla linea MT fino alla Sottostazione di Utenza "FUTURA S.E. CARLENTINI 380 HP1", e di definire i rapporti stratigrafico-strutturali intercorrenti tra le diverse formazioni affioranti.

Il rilevamento geologico di superficie, esteso ad un'area di circa 60 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 delle seguenti unità litostratigrafiche: di seguito si descrivono le caratteristiche litologiche, giacaturali, strutturali e mineralogiche delle unità lito-geologiche rilevate, descritte dal livello litologico di copertura verso il basso, rappresentati nella colonna litostratigrafica di seguito allegata:

- **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 sabbie limose e frammenti di blocchi di rocce effusive (basalti). Lo spessore di questo strato di copertura varia dell'ordine di 0,35/0,40 m.

- **Vulcaniti basiche (PLIO-PLEISTOCENE MEDIO)**

Costituiti da ghiaie e sabbie di natura vulcanica con visibili in superficie affioramenti di rocce costituite da brecce di vulcaniti basiche rappresentati da vulcano-clastiti a granulometria variabile e da brecce a pillows immerse in una matrice vulcano-clastica mescolate ad una più o meno abbondante porzione carbonatica sedimentaria. Sono presenti intercalazioni di materiale sedimentario, generalmente sabbie e limi carbonatici affioranti lungo la fascia nord-ovest del terreno in esame situata perimetralmente all'ansa fluviale del Torrente Cava di Stomaco (calcareniti Fig. a pag. 9).

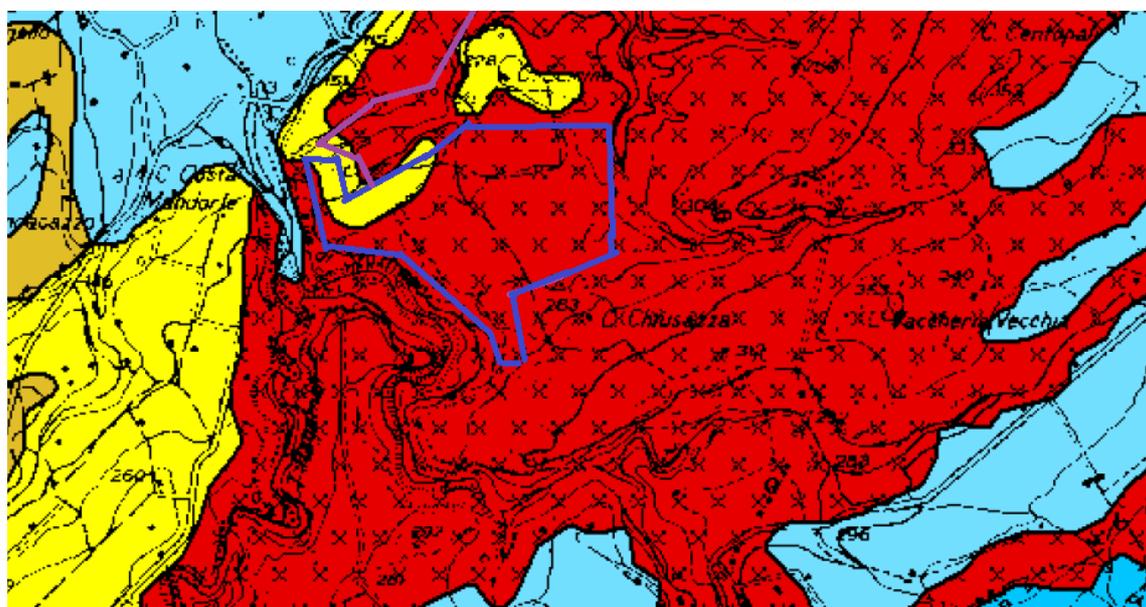
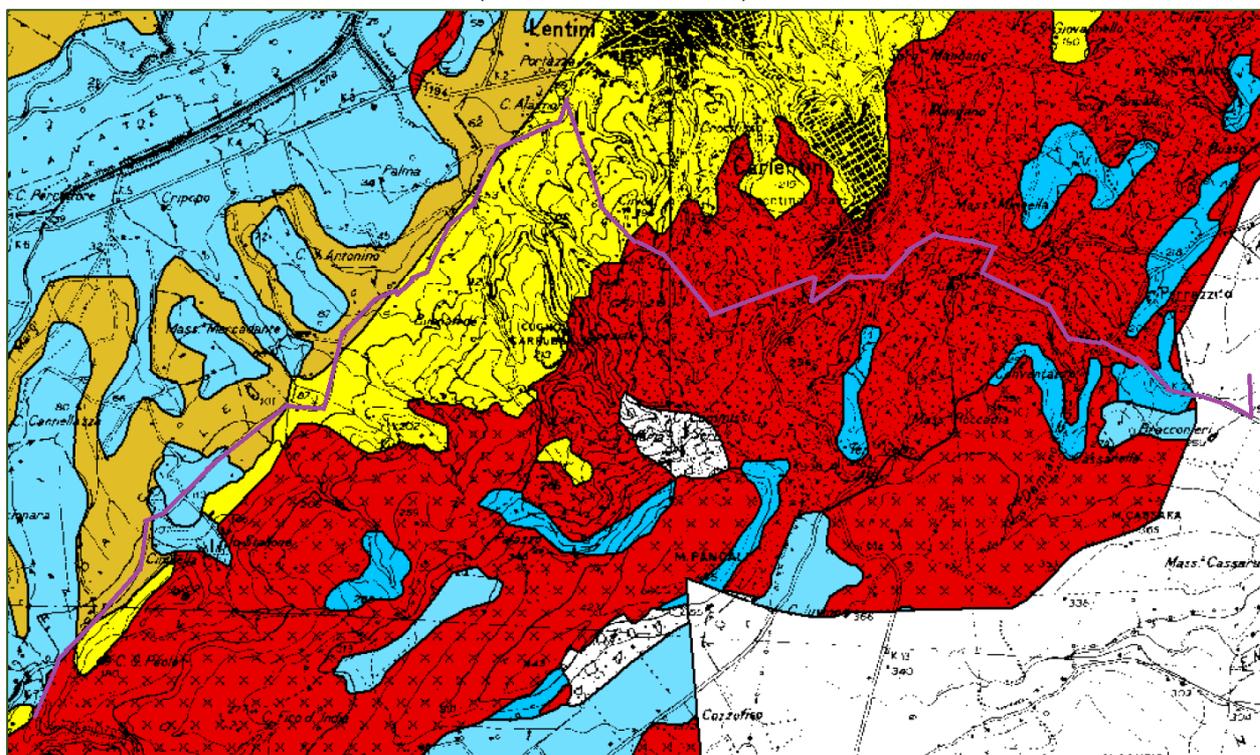


Figura 4.1: visibili affioramenti di rocce costituite da vulcaniti basiche e brecce

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	14 di 51

STRALCIO CARTA GEOLOGICA

(Rilievo a scala 1:25.000)



LEGENDA:

-  Alluvioni fluviali terrazzate di vario ordine costituite da ghiaia, sabbia e limi (Pleistocene sup.)
-  Sabbie mediamente cementate - Calcareniti (tufi)
-  Vulcaniti basiche, basalti, vulcano-clastiti subacquee
-  Area interessata dall'impianto fotovoltaico
-  e linea di connessione

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	15 di 51

6 ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'area in studio situata nella porzione della Sicilia Sud-Orientale rientra nel bacino idrografico del Fiume San Leonardo (CT-SR) - (cod.093) il quale è contraddistinto dalla presenza di formazioni che, presentando caratteristiche litotecniche ed evoluzione tettonica diverse, hanno determinato la varietà di forme presenti nel paesaggio. Si passa, pertanto, dai caratteri tipici di un'area sub-pianeggiante e basso-collinare (in corrispondenza degli affioramenti alluvionali) ad una morfologia più aspra e articolata di tipo montano, con versanti ripidi e scoscesi in corrispondenza degli affioramenti calcareo-vulcanici.

Considerando in dettaglio l'area in studio, morfo-metricamente si trova a circa 278,7 m s.l.m. caratterizzata da un ampio pianoro intervallato da fossi di ruscellamento, costituito da lave e prodotti vulcano-clastici, orlato da scarpate per effetto di un'erosione selettiva dovuta all'azione morfodinamica per erosione di sponda del torrente Cava di Stomaco il quale costeggia morfologicamente l'area ad ovest del terreno in esame.

L'idrografia nelle vicinanze è rappresentata, come detto precedentemente, dall'alveo principale del Torrente Cava Stomaco e da una serie di affluenti che presentano un regime tipicamente torrentizio, con deflussi superficiali solamente nella stagione invernale, in occasione di precipitazioni intense e di una certa durata, che invece si presentano completamente asciutti nel periodo estivo, per la scarsa piovosità e l'alta temperatura che favorisce l'evaporazione.

Il deflusso superficiale è limitato oltre che dalle cause climatiche, dalla discreta permeabilità delle formazioni affioranti dovuta anche ad una serie di fratturazioni che facilitano l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque piovane.

Infatti, i dati storici riportano che il vicino Torrente Cava Stomaco che borda perimetralmente l'area ovest in studio e lungo gli alvei situati a valle delle scarpate ed il torrente Cava Mulinelli situato più ad Est del sito in esame, fino a 40 anni fa, avevano una portata minima anche nel periodo estivo, mentre ora si presentano asciutti anche nel periodo invernale.

I caratteri morfologici sono strettamente connessi con le caratteristiche dei terreni affioranti e con le strutture tettoniche e per tale motivo non si hanno nell'area in esame, interessata dall'impianto fotovoltaico compreso l'intero percorso della linea di connessione fino alla cabina di trasformazione, particolari strutture morfologiche né tantomeno fenomeni geomorfologici quali dissesti, erosioni etc., così come confermato dai rilievi effettuati dal P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico), della Regione Sicilia, sul sito di riferimento (Vedi: Carta dei Dissesti e della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n°16 del P.A.I. - rilievo 2004 – rispettivamente tavole CTR n° 640160 in scala 1:10.000, di seguito riportata).

Complessivamente possiamo concludere che i caratteri morfologici dell'area sono caratterizzati da ampie zone a morfologia pedemontana sub-pianeggiante, all'interno delle quali non si riscontrano fenomenologie particolari, anche in relazione alla natura litologica dei terreni affioranti ed alle loro caratteristiche fisiche

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	16 di 51

7 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE

L'area in esame dal punto di vista idrografico rientra nel bacino idrografico del Fiume San Leonardo (CT-SR) - (codice 093- 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*" le vulcaniti subaeree e sottomarine hanno permeabilità primaria mediamente bassa dove prevalgono le laloclastiti, con una variazione ove si ha passaggio alle lave a pillows ed alle vulcano-clastiti più grossolane, mentre è generalmente sviluppata la permeabilità secondaria in corrispondenza delle lave che si mostrano fratturate.

Più nel dettaglio abbiamo un **primo livello** di copertura, di spessore circa 5,70 m (ghiaie e sabbie di natura vulcanica vulcano-clasti con visibili affioramenti di rocce costituite da brecce di vulcaniti basiche), a *permeabilità medio-bassa* con un **coefficiente di permeabilità K valutabile intorno a $10^{-2} < K < 10^{-4}$ cm/s**; esso è granulometricamente ascrivibile nel campo delle sabbie argillose con ghiaie.

Il **secondo livello** stratigrafico di spessore elevato costituito da costituiti da Vulcano-clastite a granulometria sabbiosa debolmente limosa con elementi litici lavici di dimensioni pari a 2 – 5 cm passanti a lava litoide massiva e fratturata presenta, un'estrema variabilità sia all'interno del litotipo stesso, per la diversa granulometria e per il diverso grado di cementazione, determinando una forte anisotropia nei confronti della permeabilità, la quale si presenta sia per porosità che per fratturazione, risultando quindi di *grado medio-basso* seppure con variazioni localmente significative.

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*; di seguito si riporta lo stralcio della Carta delle zone vulnerabili da nitrati di origine antropica (Figura 7.2) a conferma di quanto asserito in merito alla vulnerabilità della risorsa idrica, sia superficiale che profonda.

Inoltre, si esclude il rischio di inquinamento idrico durante la fase di cantiere. Pertanto, l'impianto di 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.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	17 di 51

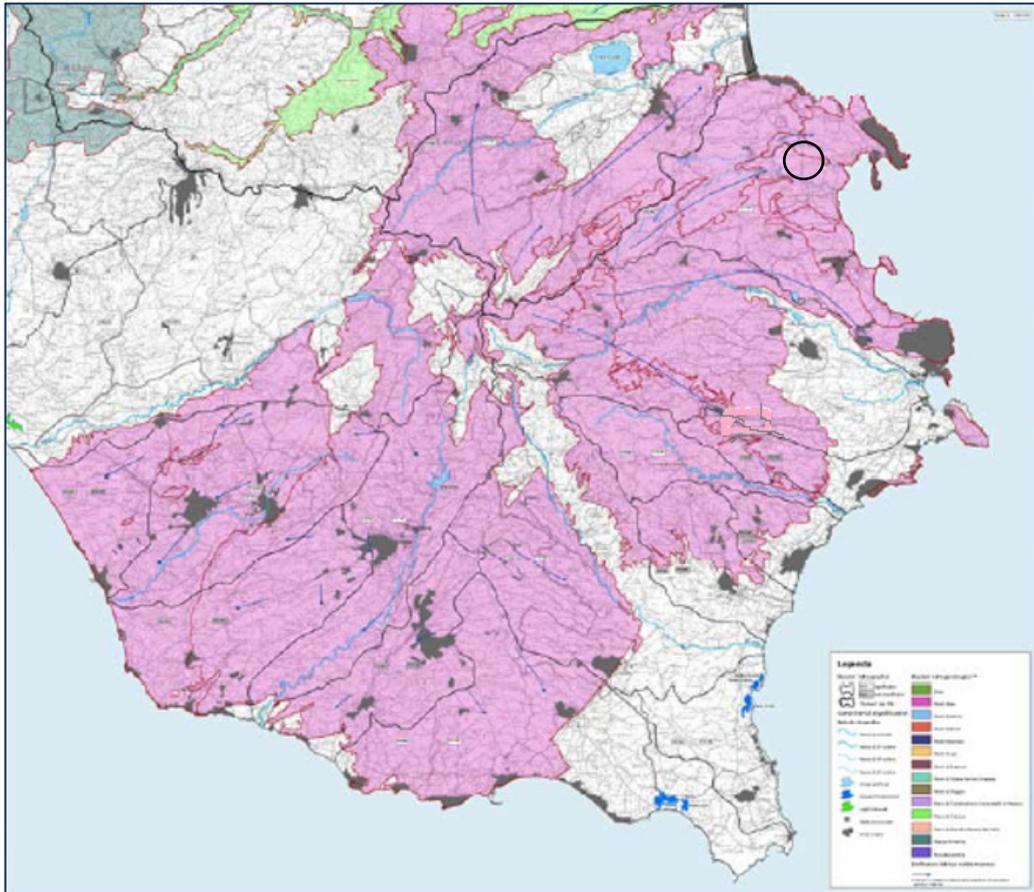


Figura 7.1 – principali linee di flusso delle acque sotterranee nel Bacino Idrogeologico degli Iblei (PTA-Sicilia) a cura di INGV-PCM Comm. Straor. Bonifiche Tutela Acque Sicilia;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	18 di 51

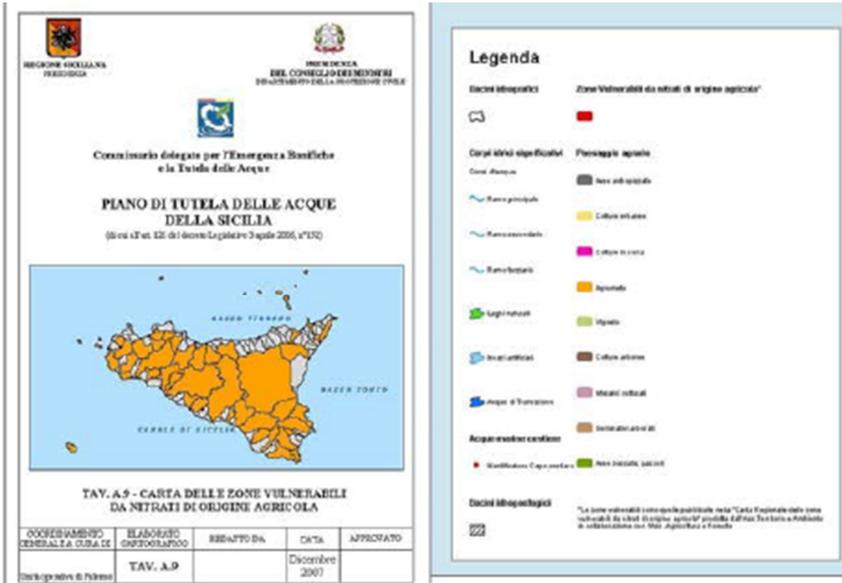
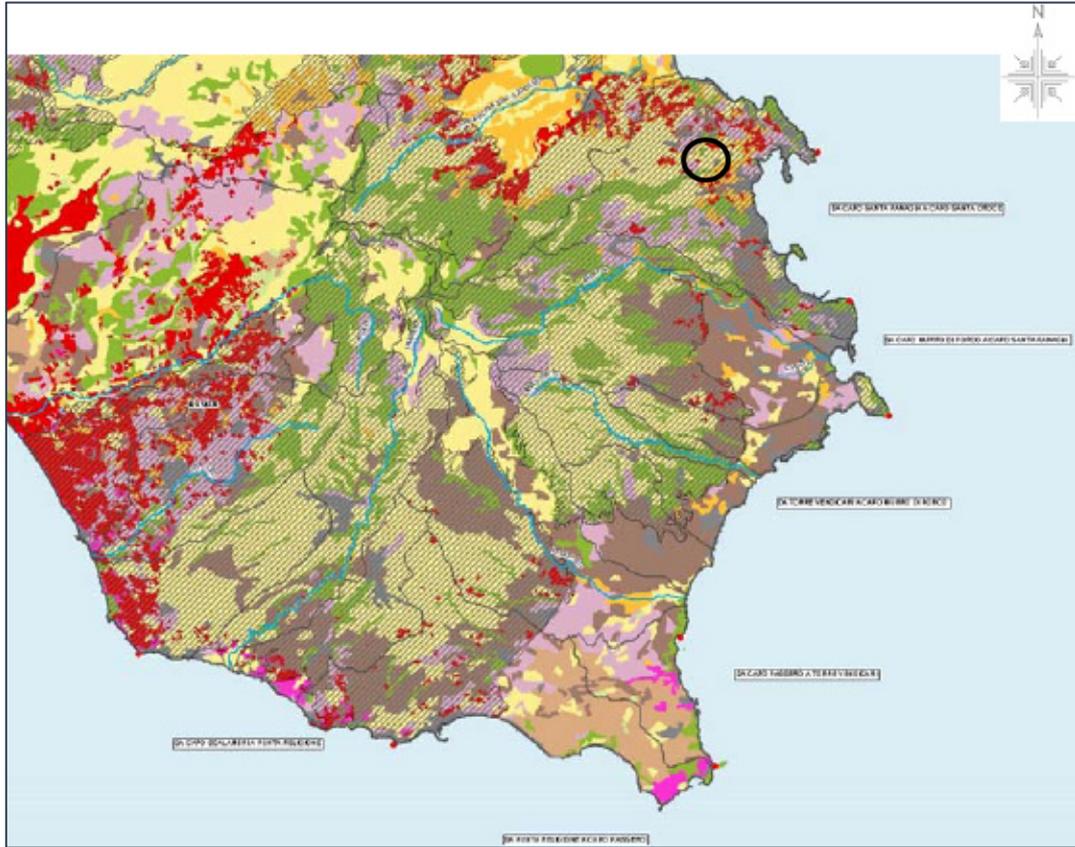


Figura 7.2 – stralcio della Carta delle zone vulnerabili da nitrati di origine antropica – PTA-Region Sicily.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	19 di 51

8 CARTA DEI DISSESTI E PERICOLOSITÀ IDRAULICA- REGIME VINCOLISTICO E DI FATTIBILITÀ

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 Carlentini rientra nell'area territoriale del Bacino Idrografico del Fiume San Leonardo (codice 093-P.A.I.).

Dalle carte riprodotte in tale studio e relativamente alla *Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico e dei Dissesti, tavola n° 16 del P.A.I. (rilievo 2004) "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico" C.T.R. n° 640160*, in cui ricadono tutti i terreni in esame, interessati dalle opere dell'impianto fotovoltaico, all'interno delle quali non si riscontrano fenomenologie particolari.

Relativamente alla *Carta della Pericolosità Idraulica e del rischio idraulico*, il sito interessato dall'insediamento dell'impianto di fotovoltaico compreso l'intero percorso della linea di connessione alla RTN non è soggetto a pericolosità o rischio idraulico secondo quanto rilevato dal P.A.I.

Nelle Figura 8.1 si evidenzia le aree a vicolo boschi aree boscate - art.142, lett. g, D.lgs.42/04 (area in verde). Quest'area è stata esclusa da quella netta per l'impianto, perché non idonea.

La Figura 8.2 mostra che nessuna porzione dell'area del sito in oggetto presenta problematiche relative a pericolosità o rischio idraulico o geomorfologico.

L'intera area oggetto d'intervento non presenta 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.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	20 di 51

Geo-portale Regione Sicilia



Figura 8.1: Inquadramento vincolistico

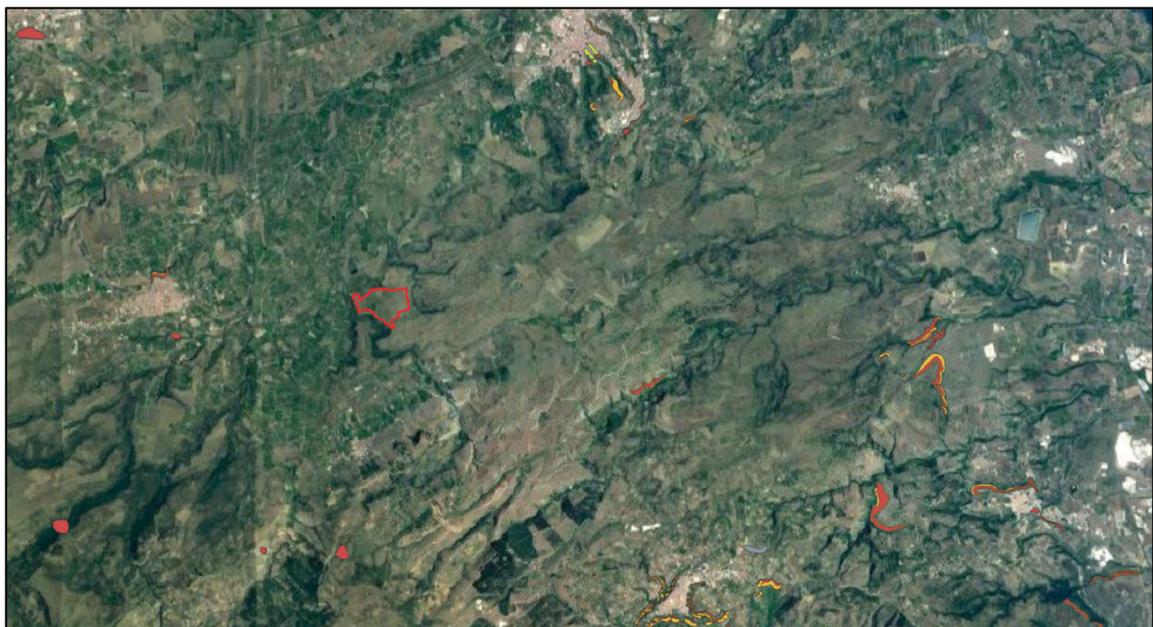
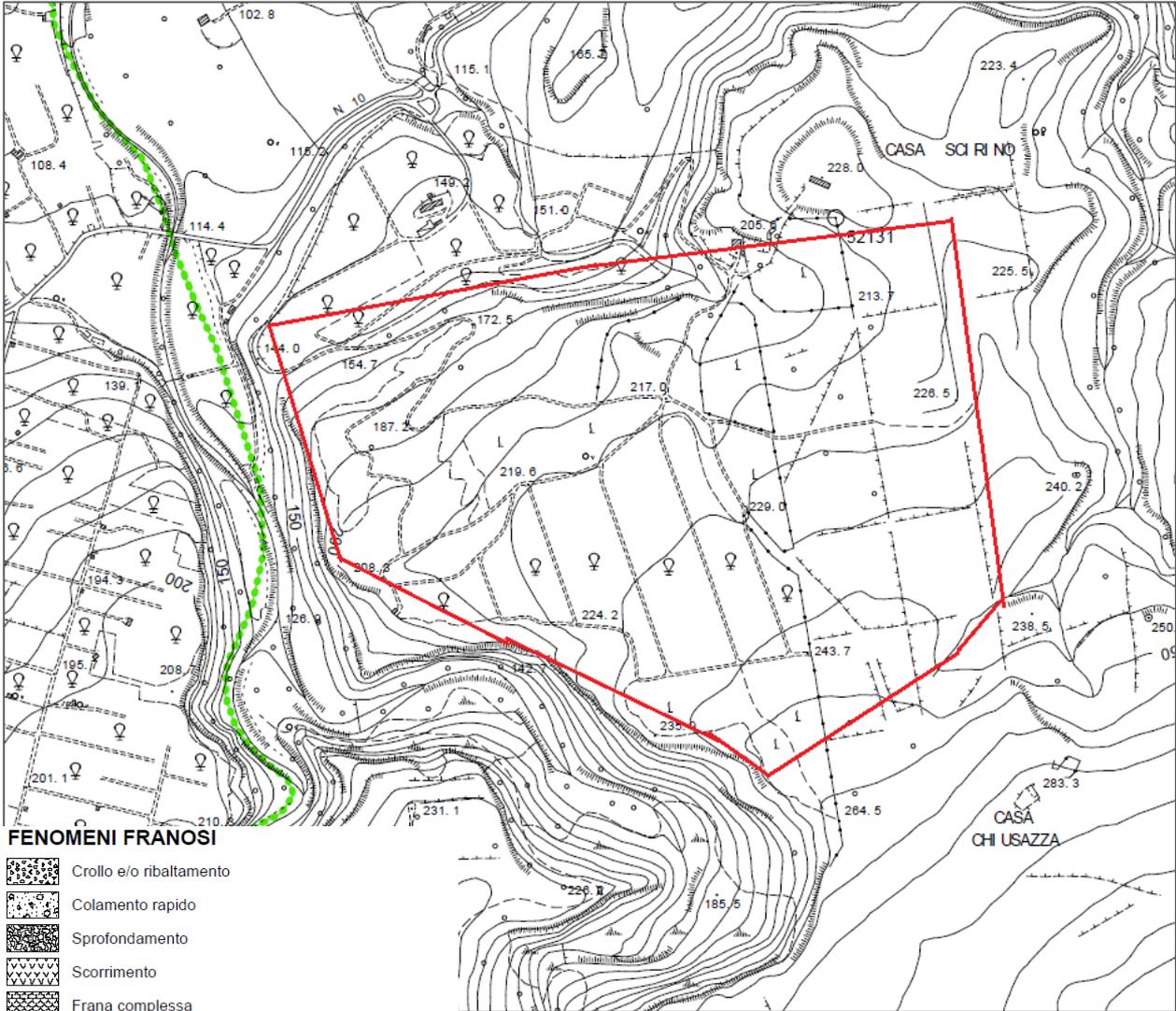


Figura 8.2: Inquadramento vincolistico PAI idraulico e geomorfologico

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev. 0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag. 21 di 51

Area territoriale del Bacino Idrografico del Fiume San Leonardo (codice 093-P.A.I.).
 STRALCIO CARTA DEI DISSESTI E DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N°016
 (rilievo P.A.I. 2004 in scala originale 1: 10.000) - C.T.R. n° 640160 -



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 di attenzione per dissesti potenziali

STATO DI ATTIVITA'

-  Attivo
-  Inattivo
-  Quiescente

 Area interessata dall'installazione dell'impianto fotovoltaico non è interessata da dissesti

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	22 di 51

9 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 "CARLENTINI");
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 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, prevedendo anche eventuali tubazioni di raccordo interrate.

9.1 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.

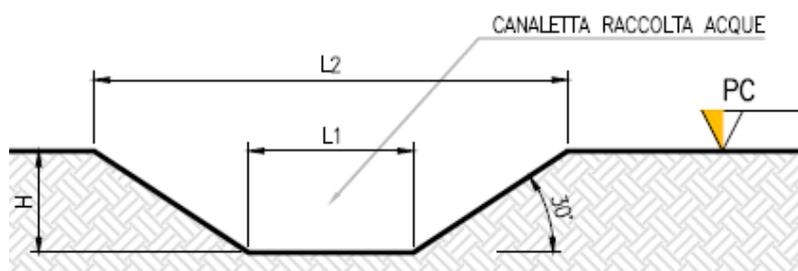


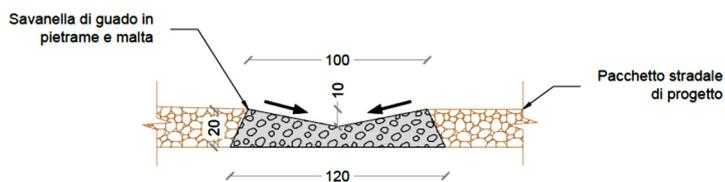
Figura 9.2 - Sezione "Tipo" canaletta di drenaggio realizzata in scavo

Gli scarichi della rete di drenaggio convergeranno ai ricettori esistenti.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	23 di 51

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.



	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	24 di 51

10 CONSIDERAZIONI IDRO-GEOMORFOGICHE E REGIME VINCOLISTICO RILEVATE SULLE AREE ATTRAVERSATE DALLE OPERE DI CONNESSIONE – LINEA MT/BT

L'opera in progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica installato a terra della potenza di 58,03 MWp. La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali su strutture 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 geomeccaniche e sismiche del sottosuolo indagato, esposte in questa relazione.

Il parco Fotovoltaico sarà 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 FUTURA S.E. CARLENTINI 380 HP1 tramite una linea di connessione di lunghezza circa 13,3 km con cavidotto interrato. (Fig. 2.1)

L'elettrodoto interrato di alta tensione a 150 kV, uscendo dal perimetro dell'impianto FV si collegherà alla rete elettrica esistente AT.

Dalla consultazione sugli elaborati geomorfologici allegati al P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) della Regione Sicilia, non si rilevano nell'area in esame, interessata dall'impianto fotovoltaico, compreso l'intero percorso della linea di connessione fino alla cabina di trasformazione, particolari strutture morfologiche né tantomeno fenomeni geomorfologici quali dissesti, erosioni etc., (Vedi: Carta dei Dissesti e della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n°16 del P.A.I. - rilievo 2004 – rispettivamente tavole CTR n° 640160 in scala 1:10.000, di seguito riportata).

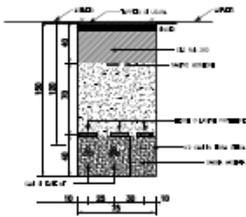
Ulteriori controlli effettuati sugli inventari dei fenomeni franosi, Progetto IFFI (ISPRA), visionabile dal sito web dell'ISPRA, non si riscontra la presenza di fenomeni franosi di alcun livello in tutta l'area che interessa l'impianto e i tracciati della linea di connessione alla RTN in progetto, nonché sopralluoghi di verifica direttamente in campo, hanno permesso di escludere la presenza di dissesti rilevanti nell'area di studio.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev. 0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag. 25 di 51

SEZIONE TIPICA VIE CAVO INTERRATO

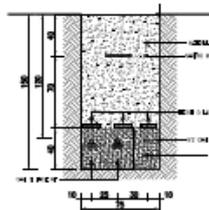
SEZIONE TIPICA VIE CAVO
SU STRADE ASFALTATE *

SEZIONE TIPO "DA"



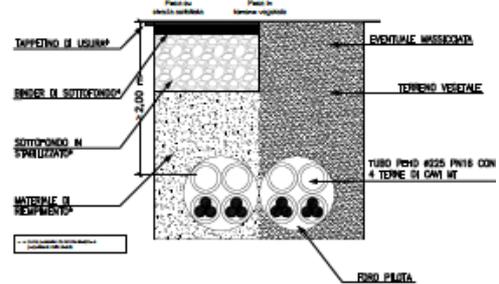
SEZIONE TIPICA VIE CAVO
SU STRADE STERRATE *

SEZIONE TIPO "D"



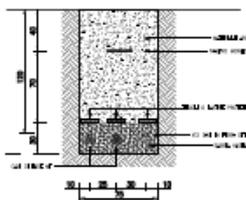
SEZIONE TIPICA PERFORAZIONE
TELEGUIDATA A TRIFOGLIO *

SEZIONE TIPO "TOC"

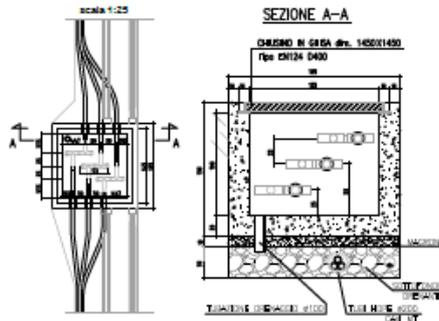


SEZIONE TIPICA VIE CAVO
SU STRADE STERRATE *

SEZIONE TIPO "B"



SEZIONE TIPICA VIE CAVO
POZZETTO SEZIONABILE



(*) DISEGNI NON IN SCALA

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	26 di 51

11 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

I terreni, direttamente interessati dall'Impianto di fotovoltaico, sono caratterizzati da affioramenti depositi detritici costituiti da ciottoli carbonatici arrotondati in abbondante matrice sabbiosa generalmente arrossata, passanti lateralmente a vulcaniti basiche da breccie vulcano-clastiche a grana minuta. Nella letteratura geotecnica il substrato descritto è ascrivibile al gruppo di rocce semicoerenti a luoghi incoerenti nella frazione argillosa, a erodibilità medio – alta e la loro resistenza al taglio aumenta col costipamento e con un gradiente che risulta essere tanto maggiore quanto minore è la porosità.

Per la caratterizzazione geotecnica delle *Unità Litotecniche* riscontrate si è fatto ricorso, all'esperienza consolidata dello scrivente su morfologie e litologie analoghe ai terreni in oggetto e per avere preso visione di numerosi fronti di scavo e sezioni presenti nell'area di progetto comparati con i risultati acquisiti dalle prove penetrometriche di tipo dinamico medio (SPT) e dalle indagini di sismica passiva e geoelettrica eseguite nell'area in studio, al fine di definire le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche del suolo di fondazione interessato dalle opere di progetto. Dall'elaborazione dei risultati scaturiti dalle indagini geognostiche effettuate sui luoghi è stato possibile ricostruire il profilo litostratigrafico (vedi colonna Litostratigrafica rappresentativa di seguito riportata) e quantificare le caratteristiche geo-meccaniche dei terreni indagati fornendo i seguenti **parametri geotecnici**, riferibili alla coesione, l'angolo di attrito interno ed al peso di volume, che il progettista dovrà tenere conto in sede di scelta di progetto:

- Per la successione litotecnica rilevata nell'intera "Area 1" interessata dalle fondazioni dell'impianto fotovoltaico, si possono stimare i seguenti parametri geotecnici riepilogativi, dopo avere asportato l'intera coltre superficiale di copertura alterata influenzata dalle variazioni meteorologiche stagionali di circa 0,35 m:

Parametri geo-meccanici medi ricavate da S.P.T.

I dati riportati fanno riferimento ai valori minimi desunti dall'indagine eseguita, ridimensionati in funzione dell'indice di consistenza dei vari strati attraversati.

Profondità (m)	Peso unità di volume secco γ_d (t/m ³)	Angolo di attrito (Φ')	Coesione drenata (c') - Kg/cm ²	Coesione non drenata (c_u) - Kg/cm ²
0,35 – 5,70: Vulcano-clastiti a granulometria sabbiosa o/ debolmente limosa con elementi litici lavici di dimensioni pari a 2 - 5 cm- Livello stratigrafico da moderatamente addensato a ben addensato con la profondità.	1.80	34°	0,04
5,70 - 7,00: Lava litoide massiva e fratturata	2.00	35°	0,00

- Per la successione litotecnica rilevata nell'intera "Area 2" interessata dalle fondazioni dell'impianto fotovoltaico, si possono stimare i seguenti parametri geotecnici riepilogativi, dopo avere asportato l'intera coltre superficiale di copertura alterata influenzata dalle variazioni meteorologiche stagionali di circa 0,40 m:

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	28 di 51

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	N Spt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Strato	29	0.00-1,95	29	Gibbs & Holtz 1957	68,62
Strato (2) Strato	75	1,95-5,95	75	Gibbs & Holtz 1957	98,82

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	29	0.00-1,95	29	Meyerhof (1965)	34,18
Strato (2) Strato	75	1,95-5,95	75	Meyerhof (1965)	35,7

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	29	0.00-1,95	29	Buisman-Sanglerat	174,0
Strato (2) Strato	75	1,95-5,95	75	Buisman-Sanglerat	450,0

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Strato	29	0.00-1,95	29	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Strato	75	1,95-5,95	75	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Coefficiente spinta a Riposo K₀=Sigma H/P₀

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K ₀
Strato (1) Strato	29	0.00-1,95	29	Navfac 1971-1982	5,47
Strato (2) Strato	75	1,95-5,95	75	Navfac 1971-1982	11,93

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Q _c (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	29	0.00-1,95	29	Robertson 1983	58,00
Strato (2) Strato	75	1,95-5,95	75	Robertson 1983	150,00

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	29 di 51



	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	30 di 51

12 INDAGINI GEOFISICHE DEL SOTTOSUOLO AI FINI DALL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

12.1 PREMESSA

A supporto dello studio geologico, relativo all'intervento progettuale oggetto di questa Relazione sono state effettuate due indagini geofisiche per la definizione dell'azione sismica di progetto e per analizzare il comportamento sismico del terreno di fondazione in conformità al D.M. 17.01.2018 Norme Tecniche per le Costruzioni.

Nella fattispecie sono state eseguite tre acquisizioni sismiche, con l'impiego della tecnica di sismica passiva a stazione singola, per una finestra temporale di 20 minuti denominati – “TR1” - “TR2” e “TR3”, la quale mette in luce le frequenze alle quali lo scuotimento del terreno viene amplificato per risonanza morfologica e stratigrafica.

L'analisi in situ, realizzata con **Tromografo** elettronico digitale TROMINO® ENGINEERING il quale, è un tipo particolare di sismometro creato per la misurazione del tremore sismico ambientale e delle frequenze di risonanza dei terreni, ha permesso attraverso le caratteristiche elastiche del terreno e le discontinuità sismiche presenti, legate alle variazioni litologiche, di determinare:

- il *rapporto spettrale H/V* (componenti orizzontali X-Y in rapporto alla verticale Z) del micro-tremore ambientale (sismica passiva) per la determinazione della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo naturale e valutare la *risposta sismica del sito ed eventuali effetti di amplificazione sismica, topografica e stratigrafica locale, del moto in superficie;*

- *Profili vincolati di velocità delle onde di superficie (prossimi ad onde S)*

- *Ricostruzione del modello geologico stratigrafico, del volume di terreno interessato dalle fondazioni dell'opera soprastante;*

- *Stratigrafia del sottosuolo (e individuazione di sedimenti saturi d'acqua per, eventuale, presenza di falda*

freatica sotterranea che potrebbe, comportare variazioni delle caratteristiche geo-meccaniche dei terreni

e risposte sismiche locali diversificate es.: variazione di amplificazione del segnale sismico locale);

- *Discontinuità e cavità all'interno della roccia.*

- *Mappatura della profondità del bed rock con alta precisione.*

- *la velocità equivalente media ponderata delle onde di taglio “S” nei primi H m di spessore del substrato, “Vs_eq”, in presenza di un vincolo ossia profondità dello strato riflettore, e la categoria di sottosuolo associata secondo quanto previsto nel D.M. 14/01/2008 relativo alle “Norme Tecniche per le Costruzioni” e Nuovi Aggiornamenti del 17/01/2018 e succ. modifiche ed integrazioni.*

Questo tipo di indagine ha lo scopo di fornire indicazioni preliminari sulla struttura del sottosuolo con costi e tempi ridotti, e solo successivamente alla luce dei risultati acquisiti, prevenire eventuali analisi di dettaglio con altre metodologie. Evitando sprechi economici per altre indagini inutili e invasivi. Inoltre, per la caratterizzazione sismica di un sito, secondo la Normativa sopra citata, la tecnica sismica passiva a stazione singola è verosimilmente quella che ha più aspetti positivi perché misura (e non “deriva” da altri N parametri) le frequenze di risonanza senza limiti di profondità nell'intervallo d'interesse geotecnico e strutturale e in modo molto rapido e non invasivo.

La restituzione dei dati, con relativa interpretazione del “profilo sismico”, avvenuta attraverso il software “Grilla” è riportata in allegato alla presente. A seguito dell'analisi della prospezione sismica eseguita si riporta la classificazione della categoria di suolo di fondazione secondo quanto previsto nel D.M. 17/01/2018 relativo alle “Norme Tecniche per le Costruzioni” e il valore di picco di accelerazione al suolo del sito.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	31 di 51

12.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica” – costituisce la nuova legge di riferimento per la progettazione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento sismico su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azione.

Il territorio Comunale di Carlentini risulta classificato in Zona sismica 2 - sismicità media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti - con i seguenti valori, di accelerazione massima del suolo [$a(g)$], riferita ai suoli rigidi, compresi tra 0.125 e 0.225 g con *accelerazione massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g) di 0.25 g, (OPCM 3519/06).*

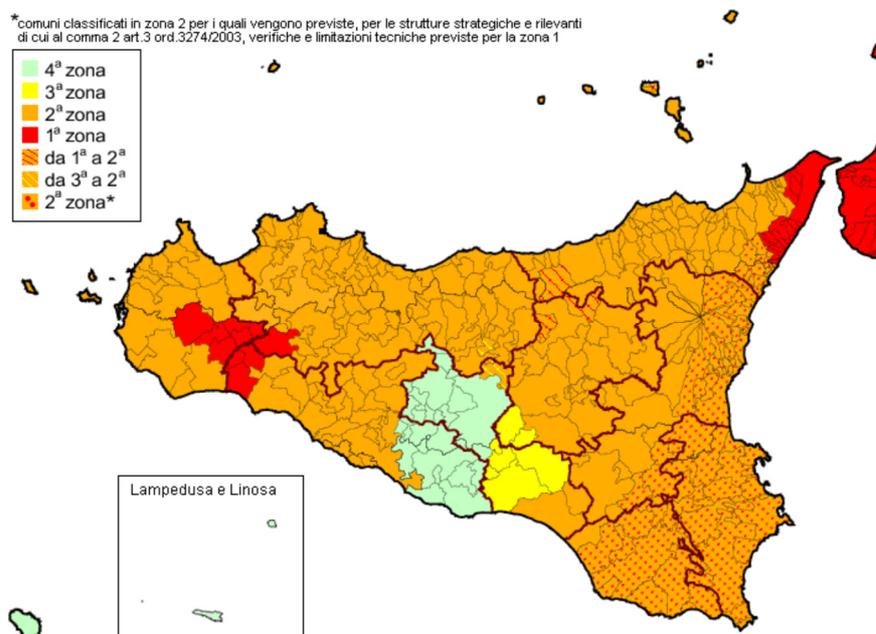
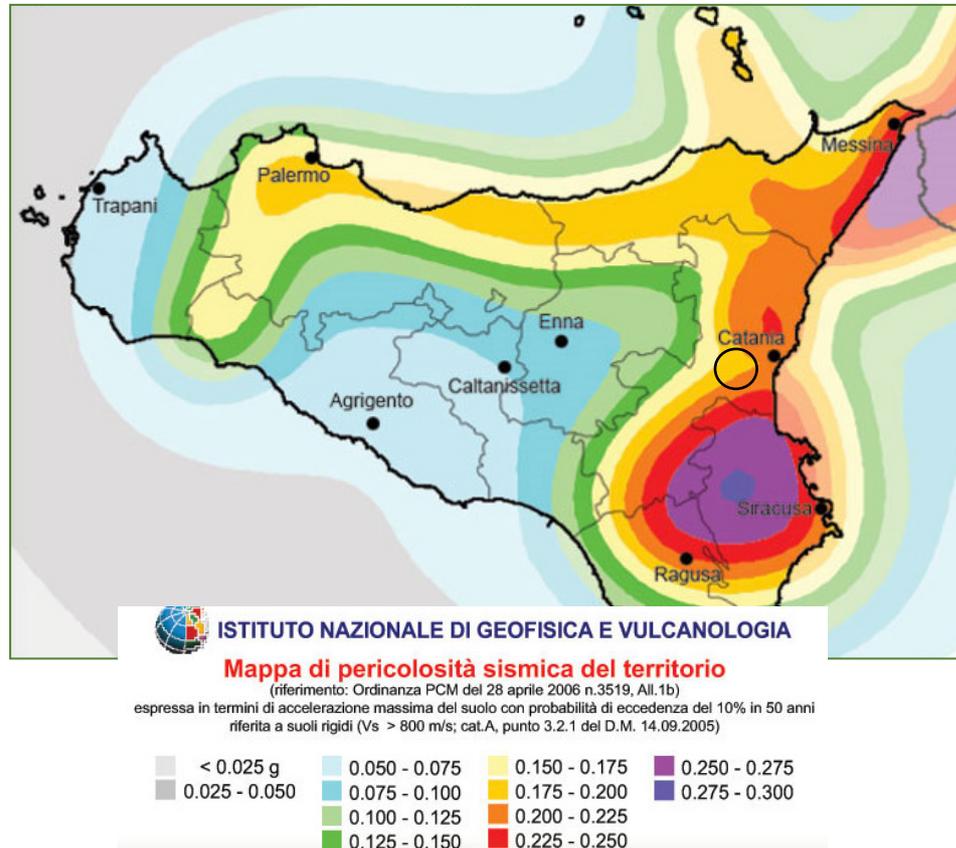


Figura 1: Classificazione sismica _ fonte INGV

La sismicità del settore Ibleo, in particolare della zona orientale, è 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 pericolosità di tale attività scaturisce dalla presenza di strutture sismogenetiche differenti quali la scarpata ionica e le strutture Iblee ss.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	32 di 51



In ossequio alle direttive previste dallo stesso decreto D.M. 14 gennaio 2008 e nuovi aggiornamenti 17 gennaio 2018, sono state attenzionate le problematiche riguardanti il fattore pericolosità sismica locale, che rappresenta il primo passo per la riduzione del rischio sismico. È necessario, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

La pericolosità sismica, intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito, è legata, oltre che alle caratteristiche sismo-tettoniche dell'area e alla propagazione delle onde ed anche alle caratteristiche geologiche locali denominata "risposta sismica locale". Si denomina "risposta sismica locale" l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido. È noto, infatti, che in occasione di eventi sismici di una certa rilevanza, si verificano effetti differenti connessi a particolari condizioni geologico-geomorfologiche detti effetti stratigrafici e topografici:

- **effetti stratigrafici**, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;

- **effetti topografici**, legati alla configurazione topografica del piano campagna.

La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello rifratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza. Questi effetti, producono danni anche molto diversificati su manufatti di caratteristiche strutturali analoghe, situati anche a breve distanza.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	33 di 51

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II (A, B, C, D, E) della normativa vigente in materia antisismica N.T.C. 2018. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione definita in (Tab. 3.2.III – T1, T2, T3 T4) della normativa vigente in materia antisismica, vedi – Nuova Normativa Antisismica del 17/01/2018.

12.3 METODOLOGIA SISMICA ADOPERATA E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le indagini geosismiche sono state realizzate avvalendosi del metodo sismico che utilizza l'acquisizione del "rumore sismico" di fondo come funzione di eccitazione. Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre, si chiama anche *micro-tremore* poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

I micro-tremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossime a quella delle onde S (vedi ad es. Lachet e Bard, 1994), il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione dalla velocità di queste ultime. Dai primi studi di "Kanai" (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei "rapporti spettrali" tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale ("Horizontal to Vertical Spectral Ratio", HVSR o H/V), proposta da "Nogoshi e Igarashi" (1970) e resa popolare da Nakamura (1989). Tale tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della "*frequenza fondamentale di risonanza*" del sottosuolo indagato ("Field e Jacob", 1993; "Lachet e Bard", 1994; "Lermo e Chavez-Garcia", 1993, 1994; "Bard", 1998; "Ibsvon Seht e Wohlenberg", 1999; "Fah et al.", 2001; solo per citarne alcune), così come è altrettanto riconosciuto che le ampiezze di detti rapporti spettrali H/V rappresentino un indicatore dell'amplificazione "minima" attesa al sito, in caso di terremoto. In altre parole, se consideriamo un terremoto composto di onde di volume (dominanti nella prima fase - primi secondi – dell'evento) e di onde di superficie (dominanti nella seconda fase del terremoto), l'amplificazione registrata con il micro-tremore coincide con quella attesa per il treno di onde di superficie del terremoto (il cosiddetto "sciame" del terremoto) mentre può essere inferiore a quella reale nei primi secondi del terremoto. Tale tecnica si fonda, infatti, su un segnale composto per la maggior parte da onde di superficie (Rayleigh e Love che sono quelle che provocano i maggiori danni nei terremoti a causa della loro ampiezza) e sfrutta la proprietà per cui la componente spettrale verticale (Rayleigh) si annulla in corrispondenza delle auto-frequenze dell'onda di volume SH questo è il motivo per cui si osserva un massimo nella curva H/V in corrispondenza di queste frequenze. Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze, per l'appunto di risonanza, non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle auto-frequenze dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti.

Le misure di "micro-tremore sismico ambientale" sono state effettuate per mezzo di un *tromografo digitale portatile progettato per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino®Engy, Micromed SpA, 10 x 7 x 14 cm per 1 kg di peso)* è dotato di: sei canali connessi a tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ad alta risoluzione disposti secondo tre direzioni ortogonali (N-S, E-W e verticalmente), più un canale per il segnale GPS e un canale analogico con trigger esterno per l'applicazione di sismica attiva.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz e per una finestra temporale di 20 minuti su terreno naturale, lo strumento

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev. 0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag. 34 di 51

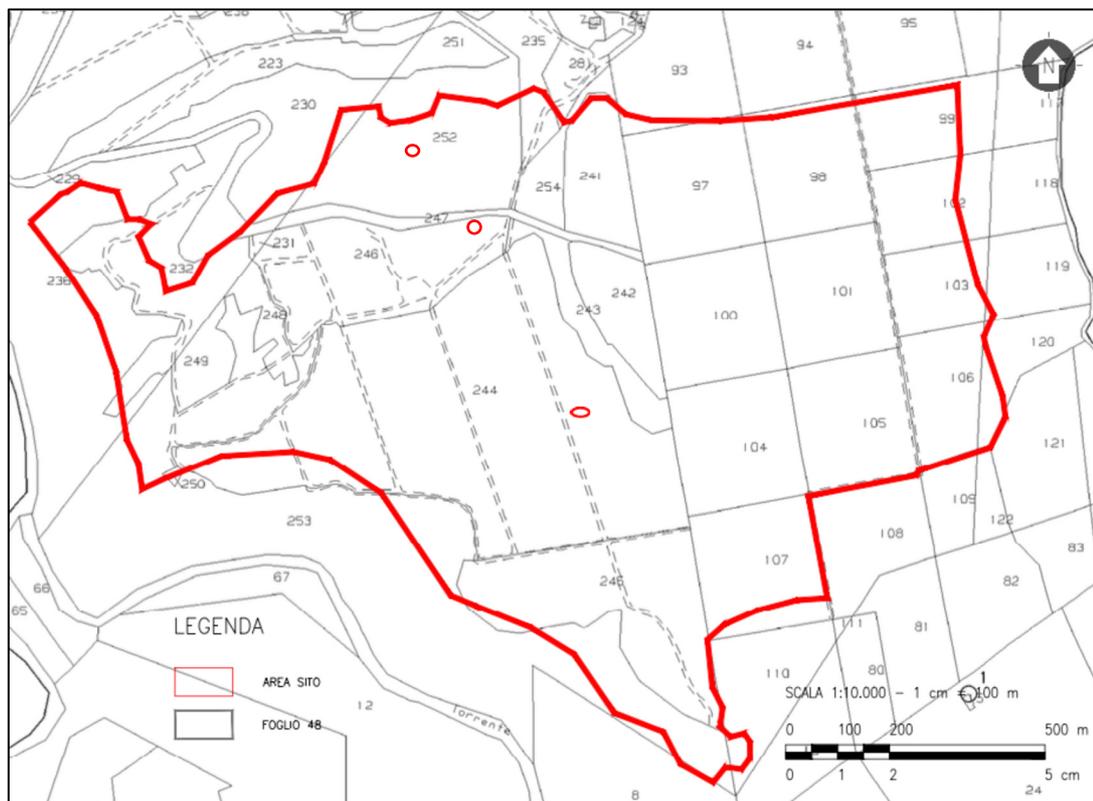
è stato orientato in direzione Nord, le condizioni meteorologiche durante la misura: si presentava cielo sereno temperatura 35°C circa, vento 12 km/h N.O.

Lo strumento memorizza i dati in una scheda di memoria interna da 1 Gb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico od elettronico.

TROMINO® ENGINEERING permette di misurare anche le vibrazioni potenzialmente dannose negli edifici e nelle strutture, analizzando il picco di velocità /o accelerazione per ogni frequenza a suolo e sui fabbricati, in quanto il *rapporto spettrale H/V* (componenti orizzontali X-Y in rapporto alla verticale Z) del micro tremore ambientale (sismica passiva) determina sia la frequenza di risonanza del terreno naturale che di quella di fabbricati e strutture, da cui derivare la presenza o meno della condizione di "doppia risonanza" indice di vulnerabilità sismica di un'opera.

Il TROMINO® ENGY in combinazione con un Sistema Trigger, comprensivo di cavo di lunghezza 50 metri, geofono con puntale verticale, frequenza propria 4.5 Hz, permette di effettuare la prova attiva di tipo ARRAY-MASW (usando un solo canale per volta) e sismica a rifrazione a piccola scala. Questa combinazione permette di effettuare un fit congiunto delle due prove, questo approccio misto di tecniche in array attiva e tecniche a stazione singola passiva si rivela ideale in quanto la prova in array fornisce il vincolo per il fit della prova H/V anche in assenza di sondaggi e la prova H/V permette di ottenere profili di sottosuolo in termini di Vs fino a profondità maggiori di quelle raggiungibili dalla sola prova in array attiva.

Una mappa bidimensionale (mappa 2-D) può essere costruita accostando e sovrapponendo più profili 1-D consecutivi ed utilizzando un contouring software.



○ Ubicazione indagini sismiche su inquadramento catastale 1:10.000

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	35 di 51

12.4 ELABORATI SISMICI

TR1: CARLENTINI (SR)

Instrument: TEP-0200/01-12

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 31/05/21 15:29:14 End recording: 31/05/21 15:47:14

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down

GPS location: 014°56.9074 E, 37°13.7363 N (238.7 m)

Satellite no.: 05

Trace length: 0h18'00". Analyzed 93% trace (manual window selection)

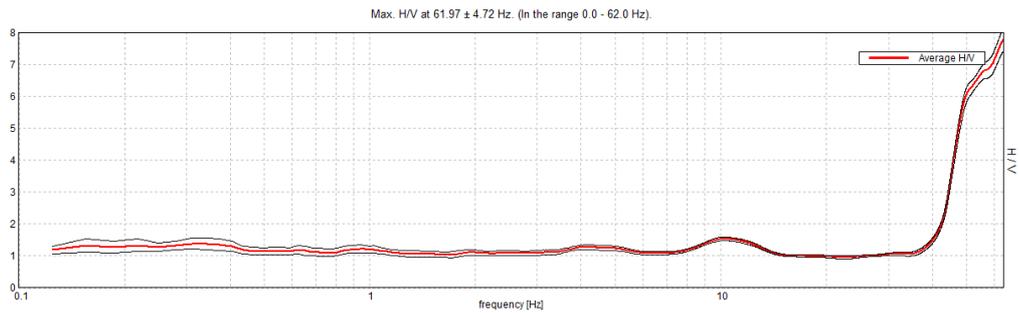
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

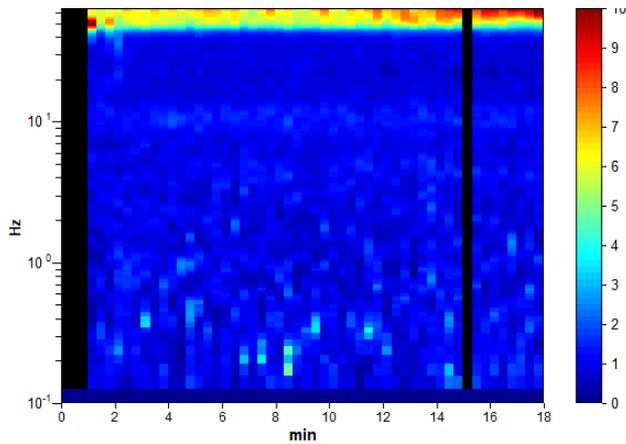
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 14%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

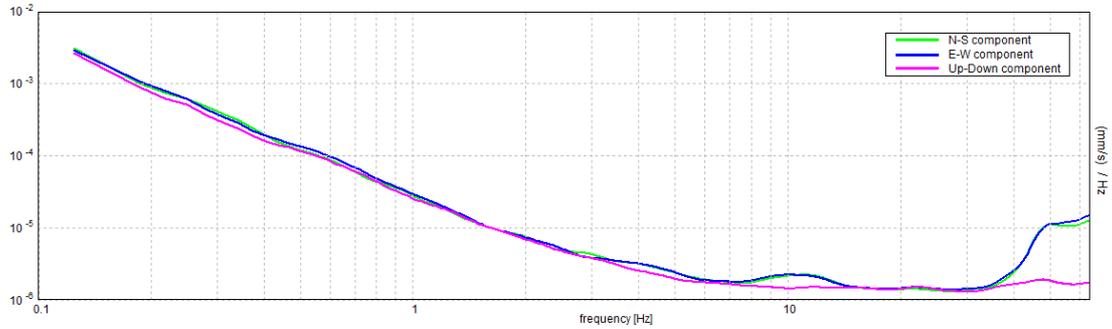


H/V TIME HISTORY

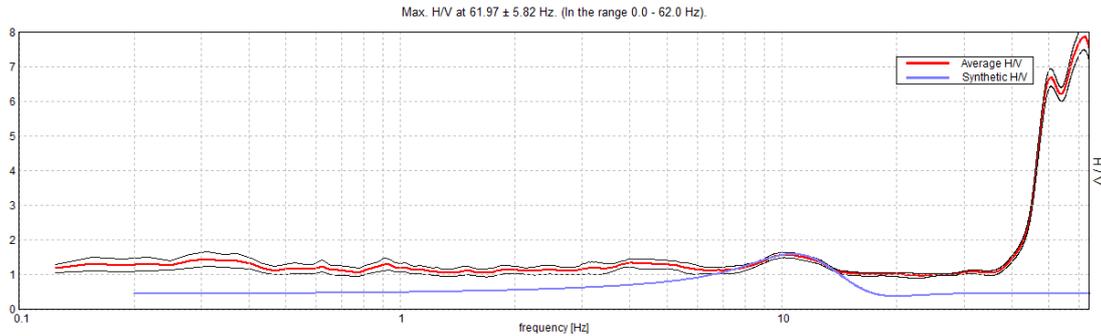


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev. 0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag. 36 di 51

SINGLE COMPONENT SPECTRA



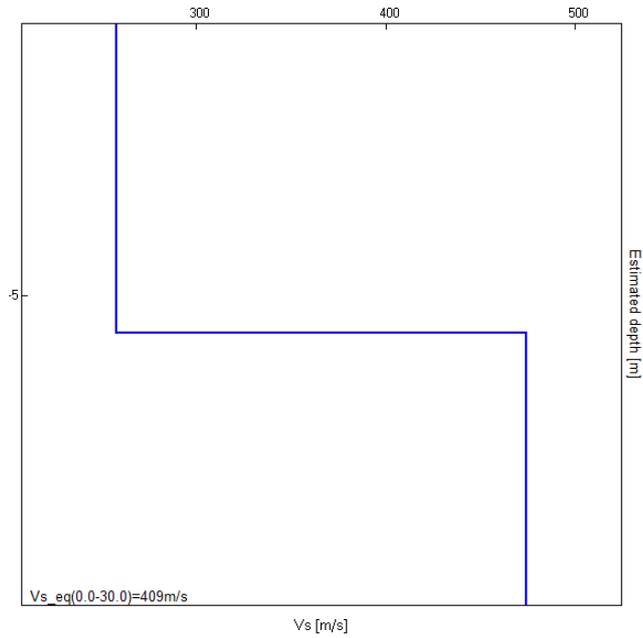
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
5.70	5.70	258	0.38
inf.	inf.	474	0.36

Vs_eq (0.0-30.0) = 409 m/s

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	37 di 51



TR1: Acquisizione sismica effettuata nell'area interessata dall'impianto

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	38 di 51

TR2: CARLENTINI (SR)

Instrument: TEP-0200/01-12

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 31/05/21 16:29:14 End recording: 31/05/21 16:47:14

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down

GPS location: 014°56.2707 E, 37°13.4096 N (200.8 m)

Satellite no.: 05

Trace length: 0h18'00". Analyzed 93% trace (manual window selection)

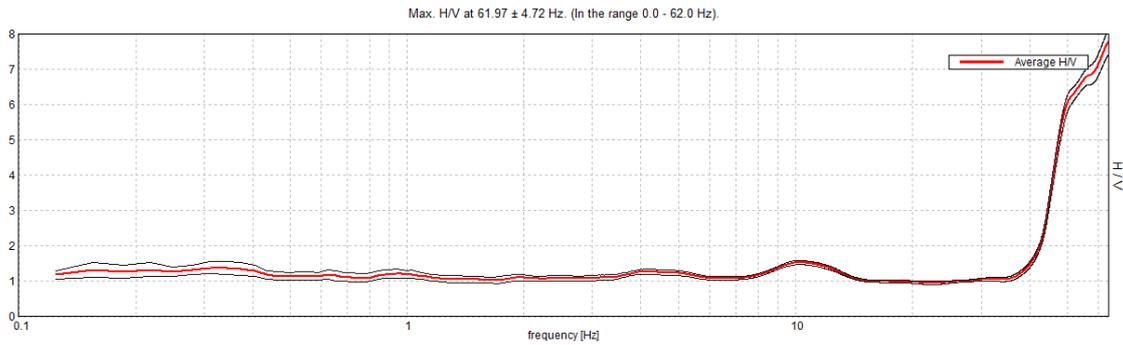
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

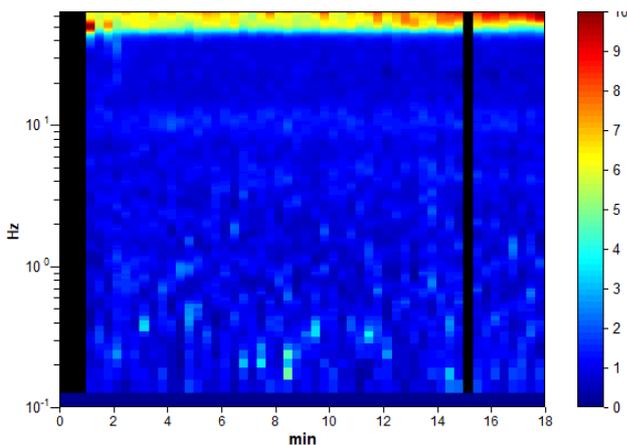
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 14%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

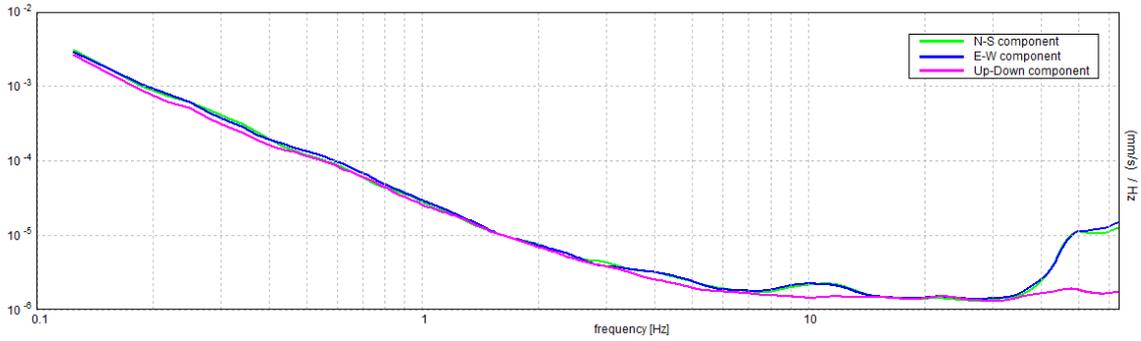


H/V TIME HISTORY

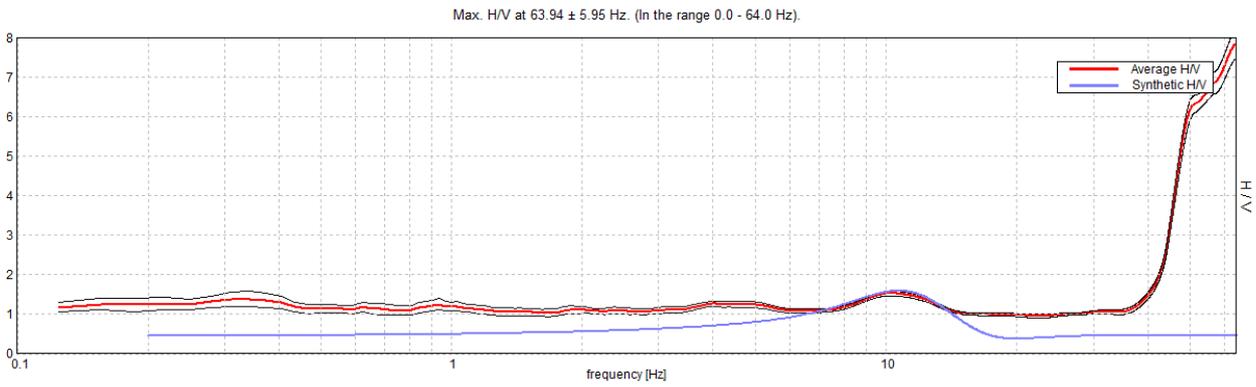


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev. 0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag. 39 di 51

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
5.70	5.70	258	0.38
inf.	inf.	474	0.36

Vs_eq (0.0-30.0) = 410 m/s

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	40 di 51

TR3: CARLENTINI (SR)

Instrument: TEP-0200/01-12

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 31/05/21 17:29:14 End recording: 31/05/21 17:47:14

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down

GPS location: 014°56.3708 E, 37°13.2965 N (231.7 m)

Satellite no.: 05

Trace length: 0h18'00". Analyzed 93% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

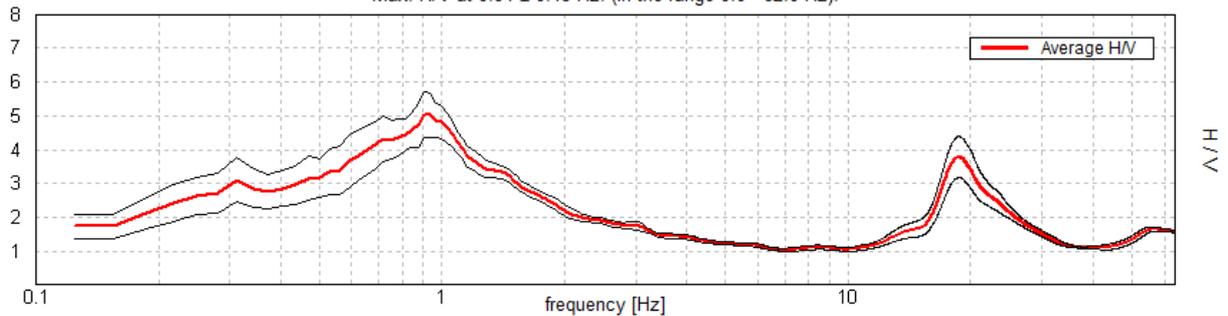
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

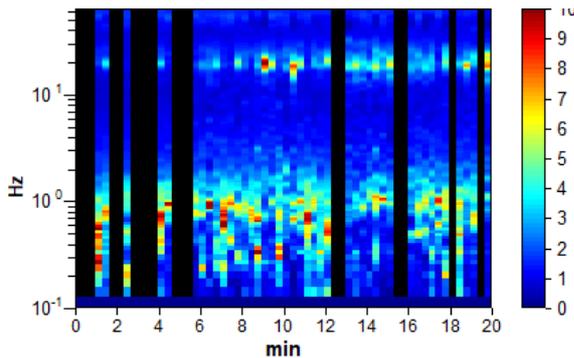
Smoothing: 14%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

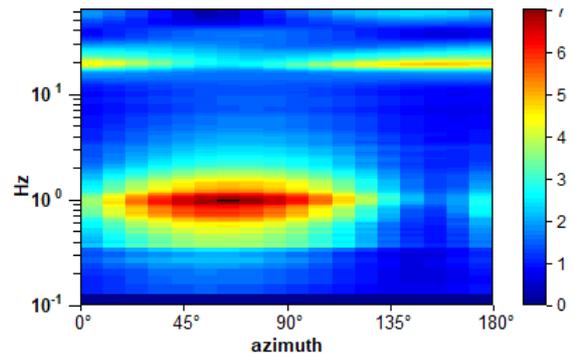
Max. H/V at 0.94 ± 0.13 Hz. (In the range 0.0 - 62.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

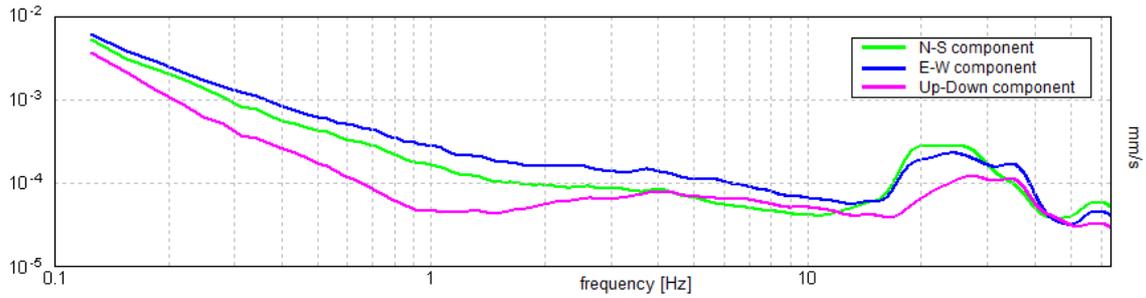


DIRECTIONAL H/V

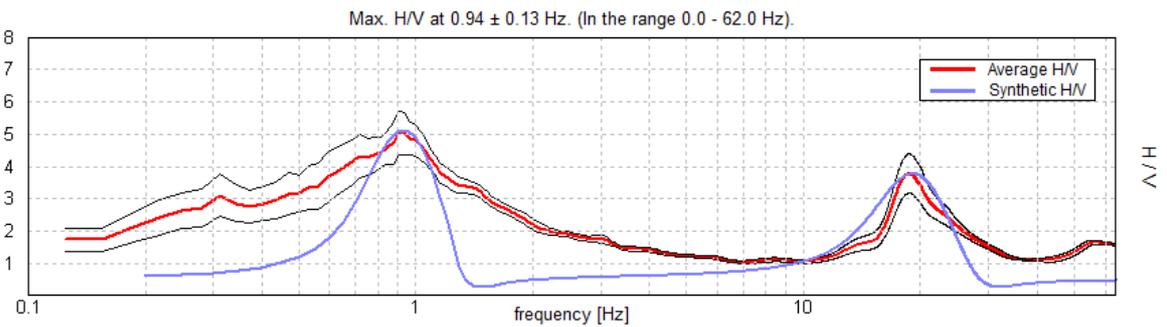


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev. 0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag. 41 di 51

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

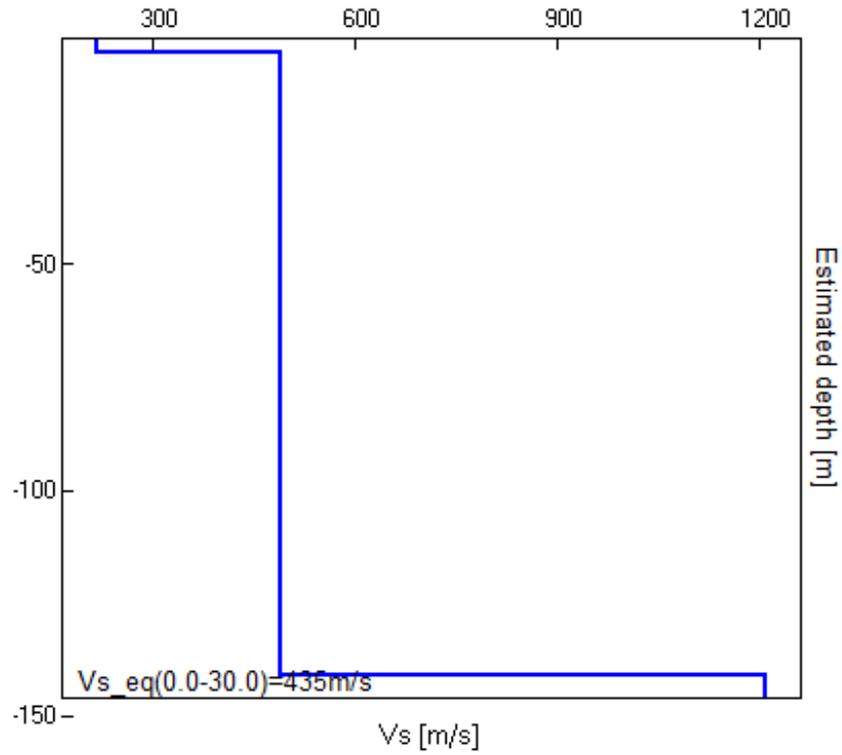


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.90	2.90	216	0.40
140.90	138.00	488	0.38
inf.	inf.	1210	0.38

$Vs_{eq}(0.0-30.0) = 435$ m/s

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	42 di 51

TR3



	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	43 di 51

12.5 CARATTERISTICHE SISMO-STRATIGRAFICHE LOCALI

Il modello, geologico stratigrafico, interpretativo fornito con le acquisizioni di sismica passiva, ha permesso di fornire una stima affidabile della “*frequenza fondamentale di risonanza*” del sottosuolo indagato e di localizzare ed evidenziare i fattori che rivestono grande importanza per la valutazione della risposta sismica locale quali: spessore delle coperture, delle coltri di alterazione e della profondità del bed-rock con alta precisione.

TR1 – TR2

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio	Y t/m ³
5.70	5.70	258	0.38	1.80
inf.	inf.	474	0.36	2.00

- *Caratteristiche fisico-tecniche del profilo litostratigrafico ricavate dal sondaggio sismico passivo a stazione singola “TR1” effettuato su terreno agrario. – Il modello geologico stratigrafico, ottenuto dall’analisi della traccia acquisita, evidenzia n°2 sismo-strati che vengono descritti qui di seguito a partire dall’alto:*

- Asportato un primo strato sismico superficiale di copertura di circa 0.35 m, segue uno strato sismico di spessore circa 5.35 m delimitato alla base da un livello stratigrafico riflettente a circa 5.70 m, definito da un picco di frequenza di risonanza a circa 10.54 Hz, attraversato da una velocità di propagazione delle onde di compressione “Vp” pari a 586 m/s e delle onde di taglio “Vs” pari a 258 m/sec, tipica di terreni costituiti da sabbie e ghiaie mediamente addensati.
- Segue l’unità sismica, avente spessore indefinito, che ha evidenziato un valore di propagazione delle onde di compressione “Vp” pari a 1013 m/s e delle onde di taglio “Vs” pari a 474 m/sec tipica di ghiaie e rocce alterate o fratturate costituenti il bed-rock.
- La registrazione HVSR eseguita della durata 20 minuti mostra un chiaro picco del rapporto H/V a frequenza di Max. H/V at 61.97 ± 4.72 Hz (in the range 0.0 - 62.0 Hz) e rientra nei criteri di validazione SESAME.

TR3

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio	Y t/m ³
2.90	2.90	216	0.40	1.80
140.90	138.00	488	0.38	2.00
inf.	inf.	1210	0.38	2.20

- *Caratteristiche fisico-tecniche del profilo litostratigrafico ricavate dal sondaggio sismico passivo a stazione singola “TR2” effettuato su terreno agrario. – Il modello geologico stratigrafico, ottenuto dall’analisi della traccia acquisita, evidenzia n°2 sismo-strati che vengono descritti qui di seguito a partire dall’alto:*

- Un primo strato sismico di copertura, delimitato alla base da un livello stratigrafico riflettente a circa 2.90 m, definito da un picco di frequenza di risonanza a circa 19.09 Hz contrassegnante

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	44 di 51

la porzione superficiale, attraversato da una velocità di propagazione delle onde di compressione “Vp” pari a 529 m/s e delle onde di taglio “Vs” pari a 216 m/sec, tipica di terreni costituiti da sabbie leggermente argillose.

- un secondo strato sismico, di spessore di circa 138.00 m delimitato alla base da un livello stratigrafico riflettente a circa 140.90 m, definito da un picco di frequenza di risonanza di 0.93 Hz, attraversato da una velocità di propagazione delle onde sismiche di compressione “Vp” pari a 1109 m/s e onde di taglio “Vs” pari a 488 m/sec tipica di ammassi rocciosi e rocce alterate o fratturate.
- Segue l’unità sismica, avente spessore indefinito, che ha evidenziato un valore di propagazione delle onde di compressione “Vp” pari a 2750 m/s e delle onde di taglio “Vs” pari a 1210 m/sec tipica di rocce lapidee – costituenti il bed-rock.
- La registrazione HVSR eseguita della durata 20 minuti mostra un chiaro picco del rapporto H/V a frequenza di Max. H/V at 0.94 ± 0.13 Hz (in the range 0.0 - 62.0 Hz) e rientra nei criteri di validazione SESAME.

Il profilo stratigrafico che tali tecniche possono restituire, si basa sul concetto di contrasto d’impedenza cosicché per strato si intende un’unità distinta da quella di sopra e sottostante per un contrasto di impedenza, ossia per il diverso rapporto tra i prodotti della velocità delle onde sismiche di un mezzo per la densità del mezzo stesso. L’uso di algoritmi di calcolo, finalizzati ad una modellizzazione sintetica dello spettro H/V, permette d’associare ad ogni picco spettrale le possibili “variazioni” presenti nel sottosuolo in termini di spessori, profondità e velocità di propagazione delle onde di taglio. Ciascun picco nel grafico H/V corrisponde ad un livello stratigrafico (riflettore sismico) che presenta un contrasto d’impedenza rispetto al livello confinante; maggiore è il contrasto d’impedenza maggiore risulta l’ampiezza del picco amplificativo sebbene la relazione tra le due variabili non sia lineare.

I parametri sismici riportati nelle tabelle esprimono le seguenti caratteristiche:

- spessore strato espresso in (m)
- Vp: velocità delle onde longitudinali o di compressione P in (m/s)
- Vs: velocità delle onde di trasversali o di taglio S in (m/s)
- ν : modulo di rigidità, rapporto di Poisson
- γ : densità in t/m³
- f(i): frequenza rilevata in Hz

La conoscenza contemporanea delle velocità in situ delle onde P ed S consente di ricavare i moduli elastici dei terreni, i quali dipendono da rapporto esistente tra le due velocità in situ.

Infatti, il **coefficiente di Poisson**, dato dal rapporto tra la deformazione trasversale e longitudinale del materiale, fornisce un criterio di valutazione della elasticità o della plasticità di un litotipo che è legato al grado di litificazione, alla porosità e al grado di saturazione del litotipo stesso; pertanto, è legato strettamente agli stessi parametri da cui dipendono le velocità di propagazione delle onde nei mezzi.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	45 di 51

12.6 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO AI FINI DELLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Dalla individuazione della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio “VS” generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi metri di terreno attraversato ($V_{s,eq}$); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, – Nuova Normativa Antisismica del 17/01/2018, è stato possibile effettuare la classificazione del sottosuolo, con il metodo della tecnica sismica passiva a stazione singola, la quale secondo la Normativa sopracitata è verosimilmente quella che ha più aspetti positivi perché misura (e non “deriva” da altri N parametri) le frequenze di risonanza senza limiti di profondità nell’intervallo di interesse geotecnico e strutturale e in modo molto rapido e non invasivo.

Di particolare importanza è a “*frequenza fondamentale di risonanza*” (f_r) dello strato i-esimo relativa alle onde “S” è pari a:

$$f_r = V_{s,i\text{-esimo}}/4H \quad (1)$$

La “*frequenza fondamentale di risonanza*” è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito stratigrafico, per frequenza naturale fondamentale si intende la frequenza più bassa di tutte quindi la più profonda, è la frequenza a cui un sistema eccitato da un impulso vibra con maggiore ampiezza ed è il reciproco del periodo fondamentale.

L’analisi H/V permette pertanto di identificare i “*contrast di impedenza*” tra strati, la successiva determinazione della velocità delle “*onde S*” fino a profondità notevoli (ben oltre i 100 m di profondità) e strettamente dipendenti dallo spazio temporale di acquisizione; quindi l’elaborazione della $V_{s,eq}$, avviene attraverso una formulazione specifica adottando come punto di partenza la relazione (1) sopra riportata. Per i nostri scopi, la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio (onde S) entro i primi H metri di spessore ha permesso di definire il parametro $V_{s,eq}$ e di poter altresì caratterizzare i terreni in esame ai sensi dell’*Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003 e D.M. 14/01/2008 e nuovi aggiornamenti del 17/01/2018* e succ. mod. ed integrazioni. La determinazione dell’andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi H metri di terreno è stata resa possibile dall’interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. *L’individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.* Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati (ricavati dai sondaggi penetrometrici effettuati in situ) che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile dare una classificazione del sottosuolo determinando i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s) nei primi H metri, attraverso la seguente espressione:

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

con:

h_i spessore dell’i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell’i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	46 di 51

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro VS30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. La Velocità Equivalente è ottenuta imponendo l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio in un terreno omogeneo equivalente, di spessore pari a 30 m.

Nella precedente espressione "hi" è " $V_{s,i}$ " indicano lo "spessore" (in m) e la "velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo (in m/sec), per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri superiori, si è ottenuto un "valore medio ponderato" della "velocità delle onde di taglio" nei primi trenta metri, partendo dal piano campagna, pari a: $V_{s,eq} = V_{s30} = TR1 = 409 \text{ m/s}$ - $TR2 = 410 \text{ m/s}$ e $TR3 = 435 \text{ m/s}$.

Riferendosi alla descrizione stratigrafica secondo la tabella riportata nel Testo Unitario riguardante le "Norme tecniche per le costruzioni", ("D.M. del 14 gennaio 2008" e nuovi aggiornamenti del 17 gennaio 2018"), si definisce la "Categoria del sottosuolo di fondazione" relativamente al piano campagna per le acquisizioni sismiche effettuate in situ, come "**Categoria di "tipo B"**" e cioè: - "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti" con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s, così come previsto dalla normativa sopra menzionata.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	47 di 51

12.7 CONSIDERAZIONI GEOSISMICHE CONCLUSIVE

Il modello interpretativo fornito con l'acquisizione **sismica passiva TR1, TR2 e TR3** ha consentito di caratterizzare: sismicamente l'area in studio, fornire una stima affidabile della "frequenza fondamentale di risonanza" del sottosuolo analizzato e di localizzare ed evidenziare i fattori che rivestono grande importanza per la valutazione della risposta sismica locale quali: spessore delle coperture, delle coltri di alterazione e della profondità del bed-rock con alta precisione, a permesso di ricostruire il modello geologico stratigrafico del volume di terreno interessato dall'impianto di fotovoltaico, creando un profilo Sismo-Stratigrafico del sottosuolo ampiamente descritto nel paragrafo precedente (12.4).

In osservanza al Nuovo NTC di cui al D.M. del 14 Gennaio 2008 e nuovi aggiornamenti del 17/01/2018, ai fini dell'azione sismica di progetto, la stima del valore del **$V_{s,eq} = V_{s30}$** (*velocità media delle onde di taglio nei primi 30 metri*), relative alle acquisizioni di sismica passiva con tromografo risulta essere pari a: **TR1: $V_{s,eq} = V_{s30} = 409$ m/s, TR2: $V_{s,eq} = 410$ m/s, TR3: $V_{s,eq} = 435$ m/s**, misurato al piano campagna, quindi ai sensi del D.M. 17/01/18 la **categoria del suolo di fondazione per l'intera area interessata dall'impianto fotovoltaico risulta come "Categoria di tipo B"** e cioè: - "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti" con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s, così come previsto dalla normativa sopra menzionata.

La correlazione tra le unità sismo-stratigrafiche e litologie investigate è di seguito riassunta (vedi para. 12.4):

PROSPEZIONE SISMICA		
SISMOSTRATI	LITOLOGIA INVESTIGATA	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Sabbie e ghiaie mediamente addensati	0,35 – 5,70
SISMOSTRATO III	Ghiaie e rocce litoidi fratturate costituenti il bed-rock	Indefinito

Tenendo conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del *coefficiente di amplificazione topografico ST* riportati nella Tab.3.2. V della vigente normativa NTC 2018, in funzione delle categorie topografiche definite nella Tab. § 3.2.II e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Quindi in considerazione alle condizioni Topografiche di progetto, i lotti in esame sono caratterizzati da una morfologia sub-pianeggiante, facendo rientrare il sito nella **categoria Topografica T1** (pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$) per la quale si ha un valore del fattore di amplificazione topografica pari a **ST 1,0** secondo l'**EC8** e come riportato nella Tab. 3.2.V. della – Nuova Normativa Antisismica 2018.

Per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione definite nella formula § 3.2.2 riportata nella Normativa NTC 2018, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico SS, il coefficiente topografico ST e il coefficiente CC che modifica il valore del periodo TC. Dove nella formula 3.2.2 **S** è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = SS \cdot ST$ - [3.2.3] essendo SS il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.IV) e ST il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.V);

Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le *espressioni di Ss* (coefficiente

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	48 di 51

di amplificazione stratigrafica) e di C_c (coefficiente della categoria del sottosuolo) fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali $g = 9,81$ m/s, è l'accelerazione di gravità e T_c è espresso in secondi.

Si riportano le espressioni per la categoria B rilevata nell'area in studio:

Tab. 3.2.IV - Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$

Le condizioni topografiche locali non mostrano situazioni tali da far variare in termini negativi la risposta sismica del sito e/o provocare amplificazioni dell'ampiezza e durata delle onde sismiche.

Nuove Norme Tecniche per la Costruzione D.M. 17 gennaio 2018 <i>Categoria Suolo di fondazione: "B"</i> <i>Categoria Topografica "T1"</i>

Termini Imerese, lì 24/06/2022

Il Tecnico: Dott.ssa Geol. Concetta Pérez

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	49 di 51

13 CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE CONCLUSIVE

- Indicazioni progettuali

Esaminate le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche, statiche del luogo e valutate le condizioni geotecniche e sismiche del sottosuolo attraverso i risultati acquisiti dalla campagna di indagini geognostiche effettuate nell'area in studio sita nel territorio comunale di Carlentini (CT), si esprime parere favorevole all'esecuzione delle opere in progetto, alle condizioni e con l'adozione dei parametri geotecnici e sismici sopra menzionati (vedi par. 11 -12).

Da quanto detto precedentemente si prescrivono i seguenti interventi:

- 1) Adozione della fondazione compatibile con le resistenze del terreno in posto;
- 2) Impostazione del piano di fondazione ad una profondità adeguata al raggiungimento del substrato competente più integro e con buone proprietà fisico-meccaniche i cui valori nel dettaglio sono riportati nel capitolo "11" di questa relazione;
- 3) Realizzazione di un opportuno drenaggio onde favorire e non alterare l'attuale deflusso superficiale il quale ha un ulteriore fondamentale scopo che è quello di proteggere le strutture fondiarie da eventuali infiltrazioni che potrebbero destabilizzarli con conseguente variazione della resistenza di attrito e di amplificazione del segnale sismico locale;

Particolare attenzione dovrà essere posta nella posa delle fondazioni, infatti, dovrà necessariamente essere asportata l'intera copertura di alterazione della sottostante formazione, ovvero quegli orizzonti litologici che sono largamente influenzati dalle variazioni m orizzonti litologici che sono largamente influenzati dalle variazioni meteorologiche stagionali e dunque soggetti ad alterazione ed a perdita di resistenza meccanica, fino ad appoggiare le strutture fondali sugli orizzonti più integri, dove si iniziano a rilevare buone caratteristiche fisico meccaniche *i cui valori nel dettaglio sono riportati nel capitolo precedente "11" e "12" dedicato alla geomeccanica e alla geofisica valori che l'ingegnere progettista potrà utilizzare per la scelta della fondazione più consona da adottare per le opere strutturali riguardanti l'intero parco fotovoltaico.*

Le prove sismiche eseguite in campagna hanno consentito di individuare sia la categoria del suolo di fondazione, *ai sensi delle nuove Norme Tecniche delle costruzioni D.M.17/01/2018*, mediante la misura del V_s,eq che la sismo-stratigrafia del sito. Nella fattispecie i valori delle V_s equivalenti ottenute fanno sì che il sottosuolo *di fondazione* dell'area *interessata dall'impianto fotovoltaico* possa essere *attribuita* la categoria di tipo "tipo B".

Per maggiori dettagli sul comportamento sismico che caratterizza il terreno di fondazione, si rimanda alle conclusioni ampiamente riportate nel capitolo "12" dedicato alla geofisica, dove sono riportati i valori dei parametri sismici e le proprietà elastiche dei mezzi attraversati sul sito di riferimento che il progettista dovrà tenere conto in sede di scelta di progetto.

Si fa presente che non va sottovalutata la circolazione idrica sotterranea nei primi metri di copertura che può avvenire nei periodi invernali, specie durante e immediatamente dopo abbondanti precipitazioni, per tale motivo sarà opportuno seguire degli accorgimenti per la durata dell'intero impianto fotovoltaico ed in particolare che l'area dell'impianto vada opportunamente protetta con una leggera risagomatura della superficie topografica e *la realizzazione di un sistema di canalette drenanti* 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 l'impiuvi naturali presenti all'interno dei lotti esaminati, prevedendo anche eventuali tubazioni di raccordo interrato. Le canalette saranno realizzate *in leggera contropendenza* in scavo di forma trapezoidale con una sezione variabile in funzione della

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	50 di 51

portata di progetto. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica.

I sopralluoghi eseguiti sull'area interessata dall'Impianto Fotovoltaico e sui terreni attraversati dalle opere di connessione della Linea AT necessarie al collegamento alla Rete Elettrica Nazionale "FUTURA S.E. CARLENTINI 380 HP1" non hanno evidenziato, segni di dissesti o movimenti gravitativi in atto, in quanto si osserva come i caratteri morfologici dell'area sono caratterizzati 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. Per quanto detto l'area in esame non ricade in zone interessate da frane e dissesti diffusi, come riportato nelle carte del P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico), della Regione Sicilia, sul sito di riferimento (Vedi: Stralcio *Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n°10 del P.A.I. tavola n° 16 del P.A.I. (rilievo 2004) "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico" C.T.R. n° 640160*, in cui ricadono i terreni in esame, interessati dalle opere dell'impianto fotovoltaico, all'interno delle quali non si riscontrano fenomenologie particolari.

Ulteriori controlli effettuati sugli inventari dei fenomeni franosi, Progetto IFFI (ISPRA), visionabile dal sito web dell'ISPRA, non si riscontra la presenza di fenomeni franosi o idraulici di alcun livello in tutta l'area che interessa l'impianto e i tracciati della linea di connessione alla RTN in progetto, nonché sopralluoghi di verifica direttamente in campo, hanno permesso di escludere la presenza di dissesti rilevanti nell'area di studio.

Per quanto riguarda la linea di connessione AT in cavo interrato, considerato che il cavidotto da realizzare sarà posizionato sul fondo di uno scavo in trincea a profondità non inferiore a 1 m e con sviluppo complessivo in lunghezza di circa 13,3 km, per un buon funzionamento, si consiglia di sostituire il materiale rimosso dal fondo trincea con un tappeto drenante, creando un "letto di posa" con materiale arido di idonea pezzatura e spessore. Per il rinterro dello scavo e per il posizionamento del cavidotto, è opportuno che la granulometria del terreno utilizzato sia omogenea e media (quella delle sabbie), allo scopo di salvaguardare l'integrità della condotta ed evitare le problematiche connesse all'infiltrazione di acqua. Sarà necessario eseguire a regola d'arte la porzione terminale dello scavo (verso la superficie), realizzando la sede stradale in tutti i suoi strati per evitare dannose infiltrazioni d'acqua in corrispondenza della trincea di scavo.

L'area interessata dal progetto 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. e inoltre si esclude il rischio di inquinamento idrico durante la fase di cantiere.

Come già detto precedentemente nel paragrafo 10 esposto in questa Relazione, l'impianto fotovoltaico e le relative opere di connessione attraversano aree non soggette a vincoli ambientali o storico/artistici di alcun tipo.

- Conclusioni

A seguito delle risultanze delle indagini svolte e sulla scorta delle conoscenze acquisite in luogo tramite rilevamento geologico-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, in quanto verranno realizzati, dove è necessario, opere di regimazione idraulica nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica con la

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 52,48 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 50 MW Comune di Carlentini (SR)	Rev.	0
	B63.IT.21.SC. - CARLENTINI_RS-R05 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	Pag.	51 di 51

funzione di migliorare il deflusso delle acque superficiali e di prevenire fenomeni erosivi della coltre superficiale ad opera delle acque meteoriche.

Il sito in oggetto ha precise caratteristiche che lo identificano come ideale, in quanto le caratteristiche di esposizione dell'area interessata rientrano in quei parametri per cui è permesso tale sfruttamento. La valutazione e l'interpretazione critica delle osservazioni afferenti al complesso degli elementi oggettivi raccolti nel corso dei sopralluoghi consentono di esprimere parere di fattibilità geologica per la realizzazione degli interventi in progetto, se si attiene a quanto esposto nella presente relazione geologico-tecnica, nel pieno rispetto dei precedenti equilibri geologici.

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.

In fase esecutiva la direzione lavori verificherà la congruenza delle caratteristiche litologiche del terreno in posto, con quelle attese in seguito alla schematizzazione effettuata nel presente documento.

Termini Imerese, lì 24/06/2022

Dott.ssa Geol. Concetta Pérez