



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.25.IT.W.09317.49.001.01

PAGE

1 di/of 39

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

INTEGRALE RICOSTRUZIONE DELL' IMPIANTO EOLICO "GANGI", UBICATO NEL COMUNE DI GANGI (PA)

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Geologica, geomorfologica e sismica

File: GRE.EEC.R.25.IT.W.09317.49.001.01 - Relazione Geologica, geomorfologica e sismica

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	30/05/2022	Seconda emissione	A. Santambrogio	G. Coduri	G. Coduri
00	01/04/2022	Prima emissione	A. Santambrogio	G. Coduri	G. Coduri

GRE VALIDATION

	<i>M. Tomei</i>	<i>L. Iacofano</i>
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT Gangi	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	R	2	5	I	T	W	0	9	3	1	7	0	0	0	0	1	0

CLASSIFICATION	PUBLIC	UTILIZATION SCOPE	BASIC DESIGN
----------------	---------------	-------------------	---------------------

This document is property of Enel Green Power Italia s.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power Italia s.r.l.

INDE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	DESCRIZIONE DEL PROPONENTE	3
1.2	CONTENUTI DELLA RELAZIONE	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3	INQUADRAMENTO NORMATIVO	7
4	DEFINIZIONE DEI CARATTERI TERRITORIALI	8
4.1	INQUADRAMENTO CLIMATICO	8
4.2	INQUADRAMENTO geologico	9
4.3	inquadramento GEOMORFOLOGICO	13
4.4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	14
4.5	Inquadramento idrologico.....	14
5	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	16
6	ANALISI SISMICA DEL TERRITORIO	17
6.1	Introduzione	17
6.2	Inquadramento Macrosismico	17
6.3	Zonazione Sismogenetica	19
6.4	Sismicità storica e pericolosità sismica del territorio Comunale.....	19
6.5	Sismicità dell'area e Microzonazione sismica	21
6.6	Effetti di amplificazione topografica	22
6.7	Categorie di suolo di fondazione.....	22
6.8	ANALISI SISMICA.....	22
7	INQUADRAMENTO GEOTECNICO ED ASSETTO STRATIGRAFICO LOCALE	25
	AerOgeneratorE 1	26
	Aerogeneratore 2	27
	Aerogeneratore 3	28
	Aerogeneratore 4	29
	Aerogeneratore 5	30
	Aerogeneratore 6	32
	Aerogeneratore 7	34
8	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	36
8.1	Considerazioni sulle capacità portanti	38
9	CONCLUSIONI	39

1 INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Italia s.r.l. ("EGP") di redigere la documentazione per la richiesta di connessione alla Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) per il repowering dell'esistente impianto eolico denominato "Gangi" ubicato nel Comune di Gangi (PA).

L'impianto attualmente comprende 32 turbine eoliche (WTG), di potenza 0,85 MW ciascuna, per un totale di 27,2 MW installati.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto Gangi viene convogliata tramite cavidotto interrato MT fino al quadro di media tensione installato nei pressi della Cabina Primaria di Gangi, posizionata a circa 1,5 km dal più vicino aerogeneratore. Dal quadro di media tensione, l'energia passa all'interno della stazione di trasformazione di EGP dove la tensione viene innalzata a 150 kV. A valle del trasformatore è previsto il punto di consegna, cui segue l'immissione nella RTN.

L'intervento in progetto prevede l'integrale ricostruzione dell'impianto, tramite l'installazione di nuove turbine eoliche, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, che consente di ridurre il numero di macchine da 32 a 7, diminuendo in questo modo l'impatto visivo, in particolare il cosiddetto "effetto selva". Il progetto di potenziamento, a valle della sostituzione degli aerogeneratori attualmente in esercizio con quelli di nuova generazione di potenza massima 6,0 MW, prevede l'installazione di un impianto di potenza totale installata pari a 54 MW.

Inoltre, la maggior efficienza dei nuovi aerogeneratori comporta un aumento considerevole dell'energia specifica prodotta, riducendo in maniera proporzionale la quantità di CO2 equivalente.

1.1 DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

Enel Green Power Italia Srl., in qualità di soggetto proponente del progetto, è una società del Gruppo Enel che si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili facente capo a Enel Green Power Spa.

Enel Green Power Spa, è presente in 29 Paesi nei 5 continenti con una capacità gestita di oltre 46 GW e più di 1200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato dalle seguenti tecnologie rinnovabili: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia e biomassa. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di oltre 14 GW.

1.2 CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Il presente elaborato costituisce la relazione geologica a supporto della documentazione tecnico-descrittiva per il progetto di costruzione dell'impianto eolico denominato "Gangi".

La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare lo studio geologico e geotecnico preliminare realizzato e finalizzato a fornire una indicazione del contesto geologico di base, dei principali aspetti geomorfologici con particolare riguardo alle condizioni di stabilità dei versanti ed una caratterizzazione di massima dei tipi litologici che verranno interessati dagli scavi e dalle opere di fondazione per l'edificazione degli aerogeneratori.

L'indagine in oggetto al presente elaborato si è basata su dati e studi di origine bibliografica e sulla documentazione fornita dalla committenza e si pone il fine di presentare anche l'elaborazione dei dati e la stima dei parametri geotecnici dei terreni.

Lo studio, dunque, ha affrontato e approfondito i seguenti temi:

- Inquadramento del contesto geotecnico-strutturale.

- Assetto geomorfologico e idrogeologico insieme ad una valutazione preliminare sulle condizioni di pericolosità dell'area
- Ricostruzione della stratigrafia locale mediante la consultazione delle letteratura disponibile.
- Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni, tramite la rielaborazione di tutti i dati disponibili, ottenuti durante le campagne geognostiche in prossimità delle opere, e tramite la consultazione di lavori, eseguiti nelle vicinanze, sugli stessi materiali, al fine di verificare le caratteristiche geotecniche.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito si trova nella provincia di Palermo ed interessa il territorio del comune di Gangi

L'area è identificata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine: 37°45'42.11"N
- Longitudine: 14°15'31.20"E

L'impianto in progetto ricade all'interno dei seguenti fogli catastali:

- Comune di Gangi: n° 51, n° 55, n° 63, n° 64

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale dell'area di progetto e la posizione degli aerogeneratori su ortofoto.

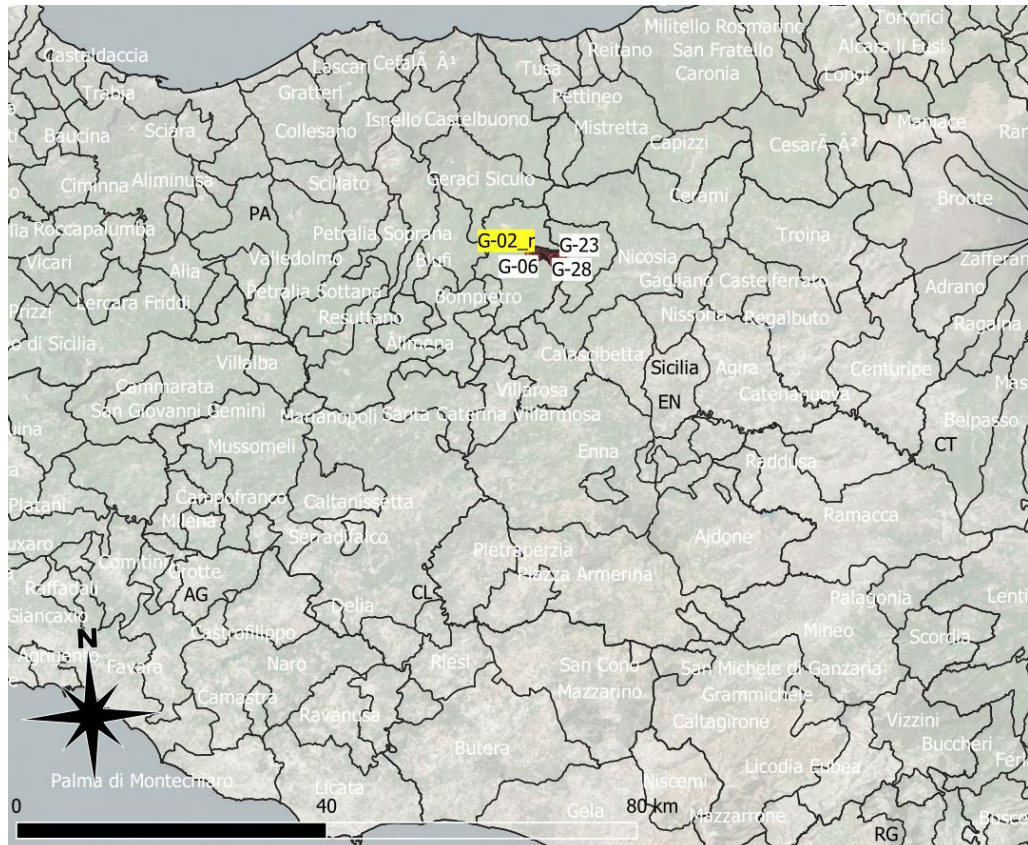


Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto

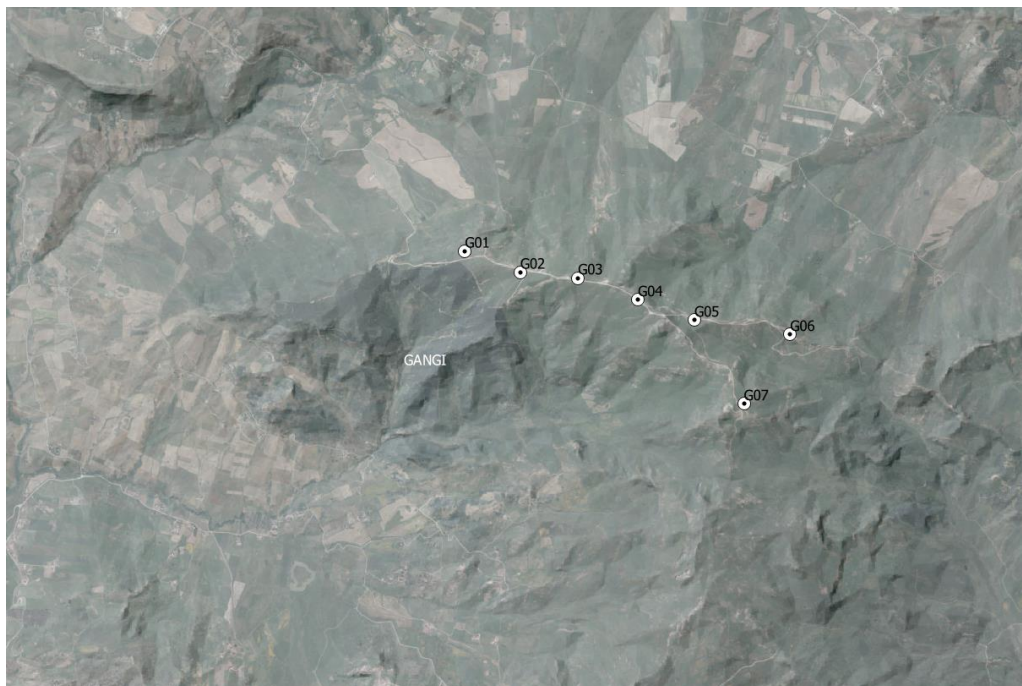


Figura 2-2: Configurazione proposta su orografia del terreno

Si riporta, di seguito, in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle WTG di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33 N:

WTG	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
G01	Gangi	433594,19	4179907,20	1199
G02	Gangi	434087,27	4179750,12	1236
G03	Gangi	434596,63	4179644,42	1278
G04	Gangi	435079,97	4179488,03	1298
G05	Gangi	435621,29	4179298,27	1300
G06	Gangi	436466,97	4179171,98	1248
G07	Gangi	436021,03	4178557,52	1302

Tabella 2-1: coordinate aerogeneratori

3 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Nella redazione del presente elaborato, sono state seguite e rispettate le indicazioni delle seguenti norme nazionali e regionali:

- Decreto Legislativo n.387 del 29/12/2003, attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- Decreto Ministeriale del 10/09/2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili"; pur nel rispetto delle autonomie e delle competenze delle amministrazioni locali, tali linee guida sono state emanate allo scopo di armonizzare gli iter procedurali regionali per l'autorizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti energetiche rinnovabili (FER).
- Decreto Legislativo n. 28 03/03/2011, attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successive abrogazioni delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE; tale decreto ha introdotto misure di semplificazione e razionalizzazione dei procedimenti amministrativi per la realizzazione degli impianti a fonti rinnovabili, sia per la produzione di energia elettrica che per la produzione di energia termica.
- Decreto Legislativo n.42 del 22/01/2004, "Codice dei beni culturali e del paesaggio".
- Decreto del Presidente della Regione Sicilia del 10 Ottobre 2017, "Definizione dei criteri ed individuazione delle aree non idonee alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica ai sensi dell'art. 1 della legge regionale 20 novembre 2015, n. 29, nonché dell'art. 2 del regolamento recante norme di attuazione dell'art. 105, comma 5, legge regionale 10 maggio 2010, n. 11, approvato con decreto presidenziale 18 luglio 2012, n. 48".
- Legge n. 108 del 29/07/2021, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure".
- Decreto Legislativo n. 199 del 4/11/2021 "Attuazione della direttiva 2018/2001/UE del parlamento europeo e del consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili".
- DM 17/1/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche sulle Costruzioni".
- UNI ENV 1997-1 "Eurocodice 7 - progettazione geotecnica".
- O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006 "Normativa sismica".

4 DEFINIZIONE DEI CARATTERI TERRITORIALI

4.1 INQUADRAMENTO CLIMATICO

Di seguito si riporta un inquadramento dei caratteri climatici dell'area in esame.

Nel territorio del Comune di Gangi il clima risulta essere caldo e temperato, con inverno più piovoso che in estate; la temperatura media si aggira intorno a 13.5 °C di Gangi mentre la piovosità media annuale si attesta su un valore di 720 mm.

Secondo la classificazione Köppen e Geiger tali caratteristiche climatiche sono definite con il termine Csa; da un punto di vista della classificazione di Köppen appartiene alla categoria dei climi "temperati" ed è caratterizzato essenzialmente da estati umide e da una temperatura media del mese più caldo inferiore ai 22°C; la piovosità è elevata e presente anche nel mese più secco.

Qui di seguito, in tabella, si riporta una sintesi dei principali indicatori.

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	5.4	5.4	8.1	11	15.1	19.8	22.7	22.8	18.6	15.2	10.7	6.9
Temperatura minima (°C)	2.3	1.9	4.2	6.8	10.5	14.9	17.6	18	14.7	11.7	7.5	4
Temperatura massima (°C)	9	9.2	12.3	15.4	19.7	24.8	27.9	28.1	23.2	19.6	14.4	10.3
Precipitazioni (mm)	79	78	72	74	46	30	9	24	71	88	74	75
Umidità(%)	84%	81%	76%	72%	65%	56%	51%	53%	69%	75%	81%	84%
Giorni di pioggia (g.)	9	8	8	8	6	4	2	3	7	8	8	9
Ore di sole (ore)	4.7	5.4	7.3	9.0	10.7	12.1	12.4	11.4	8.8	7.2	5.7	4.7

Tabella 4-1: Sintesi parametri climatici

Per quanto riguarda gli aspetti climatologici caratteristiche nei seguenti grafici allegati in figura Figura 4- 1, che dal punto di vista della Temperatura agosto il mese più caldo dell'anno con una media di 22,7°C e gennaio è quello più freddo, con una temperatura media di 5,4 °C; nello stesso mese si realizza anche la minima annuale.

Dal punto di vista degli afflussi meteorici il periodo dell'anno più piovoso è compreso tra i mesi di settembre e dicembre, mentre il periodo più secco è luglio con una precipitazione media di 9 mm. Ottobre è il mese con più piovoso con una precipitazione media pari a 88 mm.

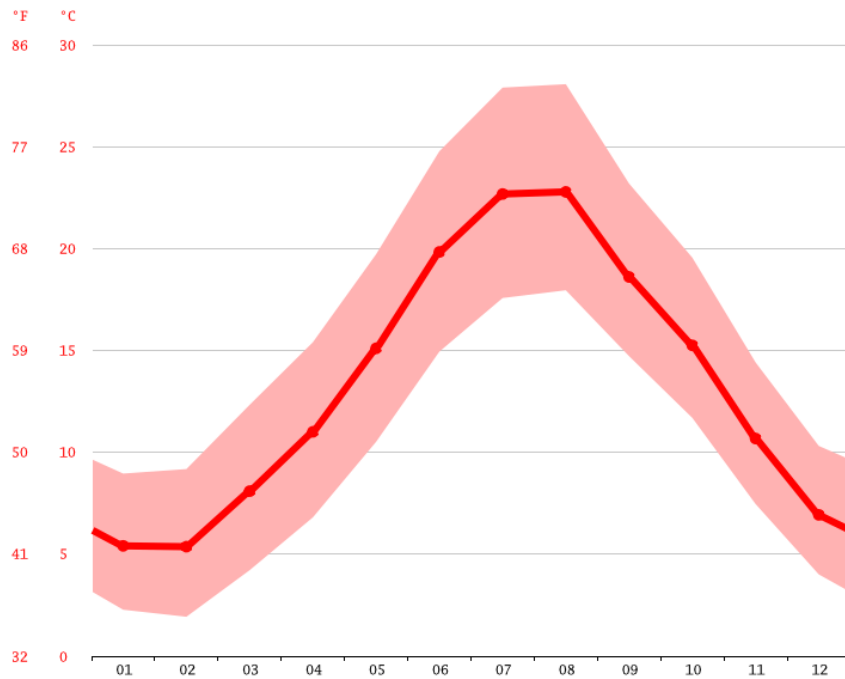


Figura 4- 1: Grafici relative all'andamento delle temperature (in alto) e delle precipitazioni (in basso) medie annue sul sito oggetto d'indagine

4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di studio si trova all'interno del dominio strutturale della catena Appenninica siciliana.

La Sicilia é un segmento del sistema alpino, che si sviluppa lungo il limite della placca Africa-Europa, che collega le Maghrebidi africane con l'Appennino meridionale, attraverso il cuneo

di accrezione della Calabria (Figura 4- 2).

Questa catena montuosa ed il suo prolungamento sommerso occidentale e settentrionale si estendono dal blocco sardo attraverso la Sicilia, fino al settore ionico-pelagiano ed in parte sono affioranti nel Mar Tirreno centro-meridionale. Dopo la fase orogenica alpina paleogenica, i movimenti compressivi più importanti di questo settore del Mediterraneo sono legati alla rotazione antioraria del blocco Sardo-Corso, considerato da alcuni autori come un arco vulcanico. -La rotazione, che si sviluppò dall'Oligocene superiore al Miocene inferiore, ha portato alla collisione del blocco Sardo-Corso con il margine continentale africano. La formazione della catena è dovuta alla subduzione verso Ovest della litosfera adriatica ed ionica sotto il blocco Sardo-Corso.

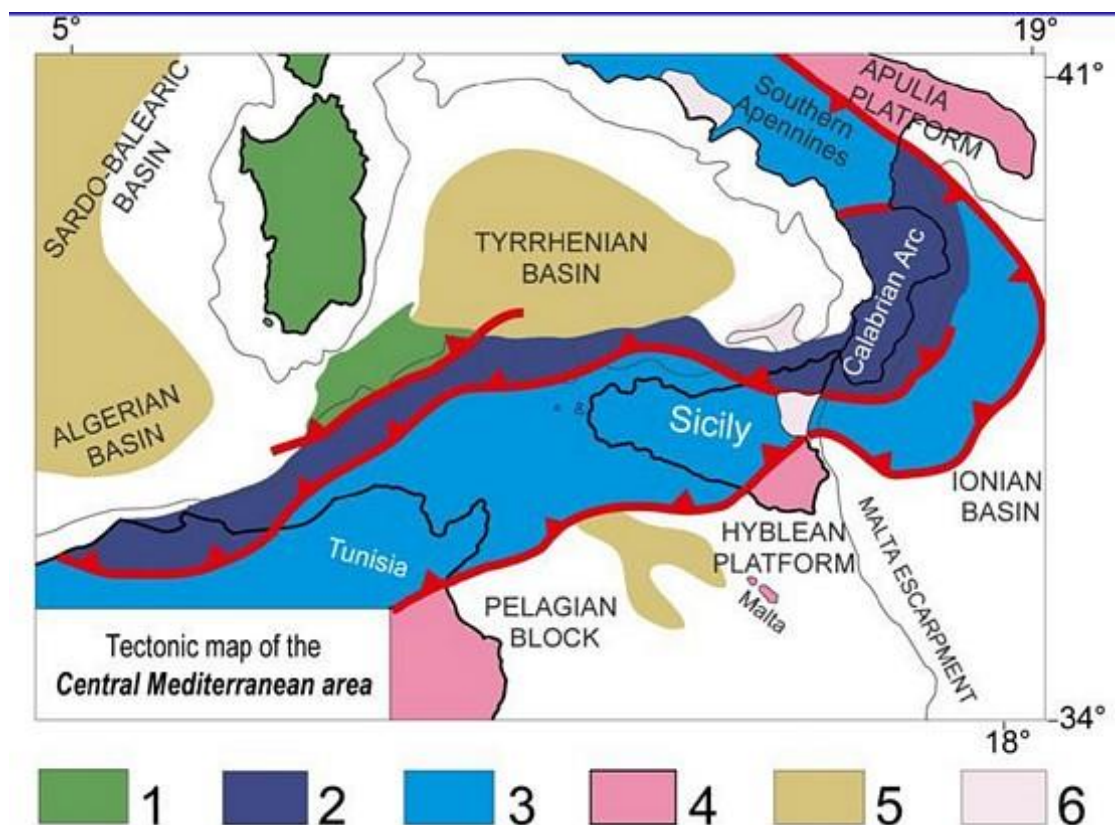


Figura 4- 2: Schema tettonico del Mediterraneo centrale 1) Corsica-Sardegna; 2) Arco Kabilo-Peloritano-Calabro; 3) Unità Appenninico-Maghebedi e dell'avampaese deformato; 4) avampaese ed avampaese poco deformato; 5) aree in estensione; 6) vulcaniti plio-quadernarie

Attualmente una subduzione verso ovest sarebbe indicata dall'esistenza di una zona di Benioff, localizzata ad Ovest della Calabria e dell'Appennino meridionale. Questo piano, immergente verso Nord, fino alla profondità di 400 km, sarebbe in accordo con il vulcanismo calcalciano delle Isole Eolie.

La subduzione e la formazione della catena sarebbero contemporanee con le fasi distensive di tipo retro-arco presenti nel Mar Tirreno; inoltre il territorio siciliano presenta una conformazione strettamente legata ai differenti processi geodinamici e morfo-evolutivi che si sono verificati nell'area durante il Quaternario, quali l'attività vulcano-tettonica, le variazioni del livello marino e l'attività antropica.

Lo stato attuale delle conoscenze geologiche sulla Sicilia consente di formulare un modello schematico, applicabile anche a situazioni estremamente locali, in cui sono essenzialmente riconoscibili:

- la Catena Appenninica Siciliana: affiorante nella zona costiera settentrionale che rappresenta un importante settore dell'Orogene-Neogenico Appenninico-Maghebede, a sua volta costituita da diverse unità stratigrafico-strutturali carbonatiche, silico-marnose e terrigene, derivanti dalla deformazione di domini paleogeografici diversi

ed appilate le une sulle altre con vergenza meridionale;

- la Catena Alpina Kabilo-Calabride: affiorante nell'estremo nord-est siciliano, rappresentata dalla porzione siciliana dell'Arco Calabro-Peloritano e costituita da diverse unità stratigrafico-strutturali sovrapposte in cui si ha un basamento metamorfico di vario grado con coperture sedimentarie meso-cenozoiche;
- l'Avanfossa Gela-Catania: localizzata in affioramento nella Sicilia Centrale (Bacino di Caltanissetta) e più ad ovest (Bacino di Castelvetro) riempita da apporti terrigeni derivanti dalla catena in sollevamento sita a nord, oltre che da depositi evaporitici legati alla crisi di salinità che ha interessato il Mediterraneo del Messiniano, da sedimenti di mare profondo pliocenici e da depositi terrigeni regressivi pliocenicoquaternari;
- l'Avampaese Ibleo: regione "stabile" rispetto alle precedenti, nel senso che non è interessato da alcuna deformazione e verso la quale si muovono i vari corpi rocciosi costituenti la catena. Esso è costituito da un'area tabulare carbonatica più o meno fagliata con faglie sub-verticali e sovente con notevoli rigetti (Piattaforma Ibleo-Ragusana), localizzato in affioramento nella parte sudorientale dell'isola.

Nella sua complessità, il paesaggio fisico della Sicilia risulta essere, quindi, il risultato di una complessa interazione di diversi fattori geologici, tettonici, geomorfologici e climatici; tali condizioni hanno interessato l'area in esame in maniera differente in un arco di tempo esteso dal Quaternario al Paleozoico superiore e che si inquadrano nell'evoluzione geodinamica dell'intera area mediterranea.

L'evoluzione del rilievo siciliano ha avuto inizio con le prime emersioni, avvenute nel Miocene superiore per effetto della tettonica compressiva; si avevano allora dorsali insulari allungate, separate da mari generalmente poco profondi nei quali continuavano a depositarsi sedimenti terrigeni ed evaporitici (Messiniano). Di questo primitivo paesaggio quasi nulla rimane attualmente, dal momento che esso è stato profondamente modificato da deformazioni tettoniche e rimodellato da fenomeni erosivi e deposizionali di diverso tipo.

La tettonica compressiva che ha prodotto un intenso corrugamento e l'emersione dell'area, ha manifestato la sua massima attività nel Pliocene inferiore-medio; in conseguenza di tali deformazioni si venivano a formare rilievi di discreta entità, i quali tuttavia venivano progressivamente degradati dai processi erosivi.

In tali condizioni si veniva a creare un paesaggio dalle forme più dolci di quelle attuali e dai dislivelli sensibilmente meno accentuati, i cui resti si possono scorgere alla sommità dei rilievi carbonatici, dove lembi più o meno estesi di superfici arrotondate contrastano con i ripidi pendii sottostanti. La frammentazione e la dislocazione a quote diverse del paesaggio attuale sono state conseguenze poi della tettonica distensiva e del sollevamento a questa associato, che ha raggiunto valori di oltre 1000 m.

Il brusco incremento del sollevamento che si è manifestato alla fine del Pliocene inf., interessando anche le porzioni più meridionali dell'isola, ha prodotto ovunque incrementi del rilievo fino a diverse centinaia di metri e rapidi approfondimenti dei sistemi idrografici. Una conseguenza diretta di questo incremento connesso al sollevamento regionale è stata l'attivazione di deformazioni gravitative profonde e di enormi movimenti franosi.

Per effetto della più recente fase pleistocenica di sollevamento si sono verificati innalzamenti anche oltre il centinaio di metri dei depositi marini pleistocenici.

La catena montuosa è composta da una serie complessa di unità embricate, localmente spessa più di 15 km, costituita (dall'interno verso l'esterno) da un elemento "Europeo" (Unità Peloritane), un elemento Tetideo (Unità Sicilidi) ed un elemento Africano (Unità Appenninico-Maghrebidi).

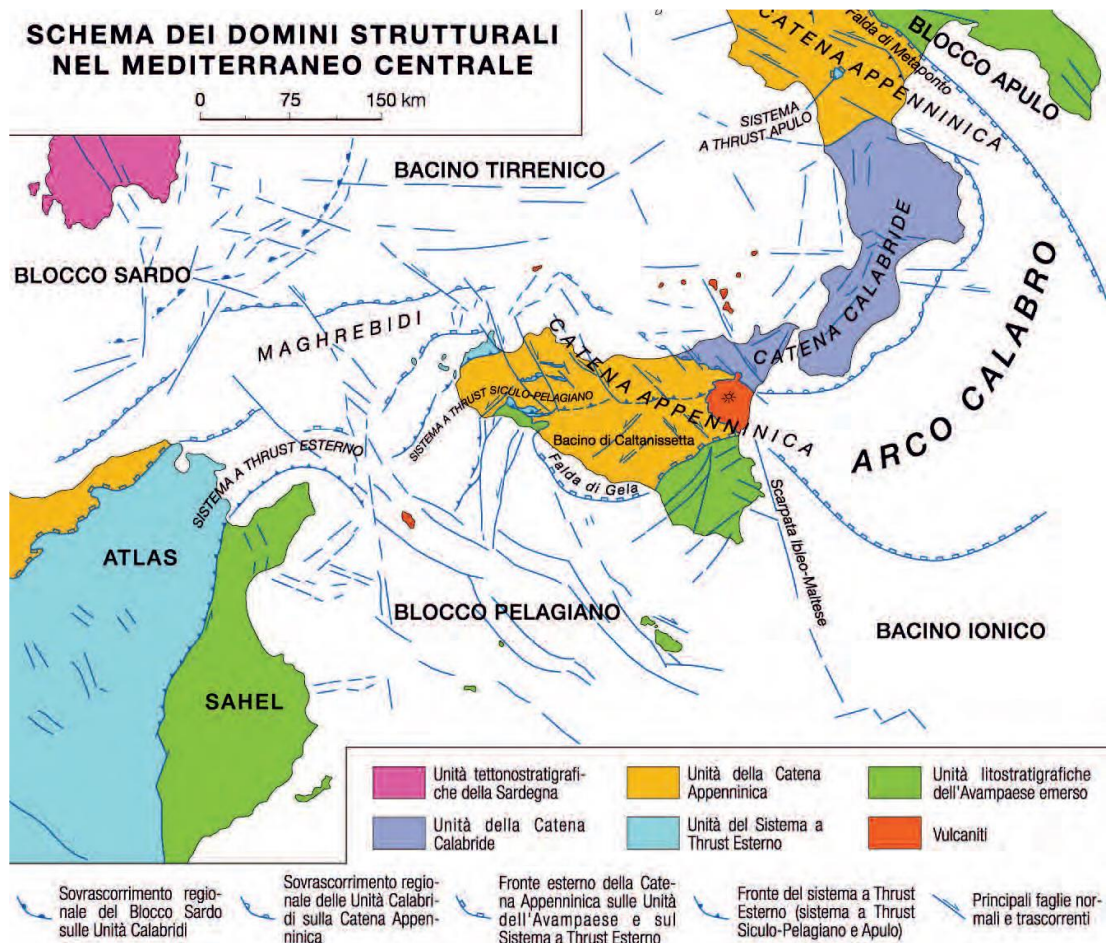


Figura 4- 3: Domini strutturali nel Mediterraneo Centrale (da LENTINI et alii, 1994, modificato).

A scala locale, invece, i terreni affioranti nell'area sono tutti d'origine sedimentaria ed appartengono alla Formazione denominata Flysch Numidico di età Oligocene- Miocene inf; il F.N. affiora estesamente nella Sicilia Centro-Orientale dalla costa tirrenica sino all'allineamento Gela-Catania.

L'area in studio è collocata al confine fra le Madonie ed i Nebrodi e più precisamente lungo l'allineamento M. Zimmarà - Bronte, dove i termini argillosi- quarzoarenitici si dispongono in grossi allineamenti diretti prevalentemente Est-Ovest. In linea generale lungo le Madonie ed i Nebrodi i terreni numidici costituiscono una copertura terrigena solidale con le strutture formate da terreni mesozoici ed eocenici.

Il F.N. affiorante nell'area in studio appartiene al cosiddetto membro di Geraci, dove prevalgono le quarzoareniti ed in genere i termini più litoidi ma sono comunque osservabili delle alternanze fra quarzoareniti, arenarie ed argille color tabacco. Le quarzoareniti a volte si presentano stratificate in banconi alternati con livelli argillosi e sabbiosi di vario spessore. I banconi quarzoarenitici si presentano gradati, cioè con granulometria decrescente dal basso verso l'alto e la colorazione può variare dal giallo al rossastro ed è dovuta al grado di alterazione dei minerali presenti nella roccia. Tali litotipi si spesso presentano fratturate, dando origine ad accumuli detritici ai piedi delle pareti rocciose.

Per quanto riguarda le argille che si alternano alle quarzoareniti, esse presentano una tipica colorazione rossastra o color tabacco dovuta agli ossidi di ferro e manganese. Lo spessore delle argille è variabile, da straterelli millimetrici che si trovano nei giunti che separano i banconi quarzoarenitici, ai grossi spessori osservabili, ad esempio, ai piedi degli affioramenti arenacei-quarzoarenitici.

Se si considera la fascia direttamente interessata dalle opere in progetto (cfr. carta geologica) prevalgono nettamente le quarzoareniti, la porzione argillosa affiora prevalentemente nelle vallate che contornano la dorsale di M. Zimmarà.

Ciò che cambia sono le condizioni giaciture e le caratteristiche della roccia; sono infatti osservabili ampi lembi di quarzo-areniti praticamente intatte e porzioni invece più fratturate.

I terreni di copertura sono costituiti da una coltre d'alterazione formata da elementi litoidi commisti ad argille derivanti dalla disgregazione degli orizzonti litoidi. Ai piedi delle ripidi pendici si osservano, invece, coltri detritiche che nascondono il contatto litologico con le argille numidiche

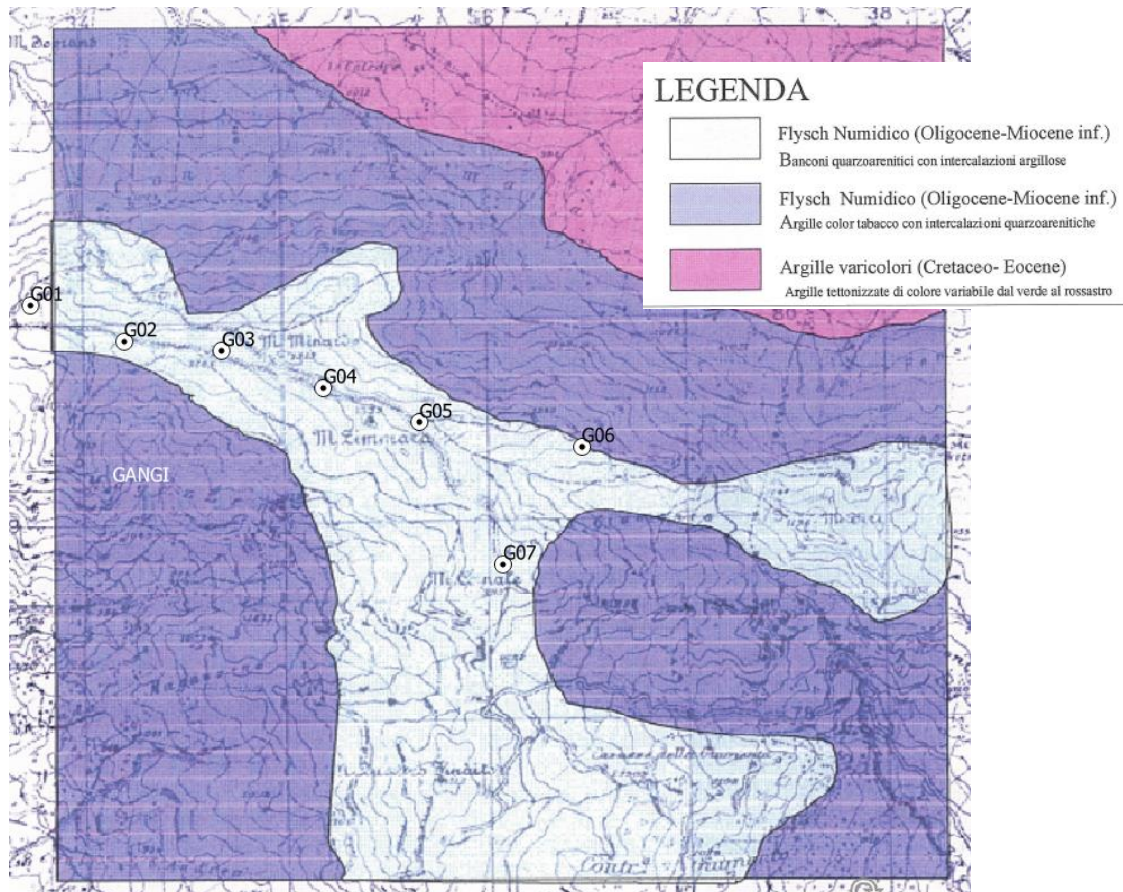


Figura 4- 4: Carta geologica a supporto dello studio originale per l'impianto di Gangi

4.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il settore più importante dal punto di vista morfologico dell'area in studio è sicuramente la dorsale costituita da Monte Minardo (1313 m. s.l.m.), Monte Zimmara (1333 m. s.l.m.), Monte Canale m. 1332 s.l.m.) e Monte Quattro Finaite (m. 1313 m. s.l.m.).

Le cime sopra elencate si susseguono lungo la strada che si inerpica a partire dalla periferia dell'abitato di Gangi verso Gangi Vecchio in C.da Camporotondo; progredendo con l'aumento di quota la morfologia dei luoghi diventa suggestiva, in cui a ripidi versanti prevalentemente litoidi, si alternano strette vallate argillose.

I termini litoidi danno così origine a balze, picchi e scarpate ed arrivando in cima alla dorsale, dove si snoda in gran parte la pista in terra battuta, si osservano invece una serie di spianate di sufficiente larghezza.

I processi morfogenetici sono molto attivi, le acque erodono intensamente i termini più argillosi mentre, a causa dell'altitudine, le rocce presentano una serie di fratture secondarie dovute anche all'alternanza gelo-disgelo.

Ai piedi dei versanti si osservano coltri detritiche che si adagiano ai fianchi dei versanti occultando il contatto con le argille.

Le forme erosive e franose si concentrano lungo gli assi degli impluvi che solcano le valli laterali. Una frana interessa marginalmente il tratto che va dall'aerogeneratore n.7 a quello n. 8. La frana comunque non interferisce con i siti in cui sono ubicati i due aerogeneratori.

I pendii quarzo-arenitici pur essendo molto ripidi non presentano forme franose di rilievo.

4.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La dorsale di Monte Zimmara costituisce lo spartiacque del Fiume Salso - Imera Meridionale; infatti, le acque dei versanti occidentali si riversano principalmente nei Torrenti Capuano e Mandralisca, entrambi affluenti del Fiume Gangi che confluisce poi nel Salso - Imera Meridionale.

Sui versanti opposti le acque si incanalano nel Fosso S. Venera, Fosso Cicera etc. che confluiscono nel Fiumetto Sperlinga; a sua volta il Vallone Casazza ed il Vallone Intronata confluiscono nel Torrente Mandre. Il recapito finale di tutti questi corsi d'acqua è il Fiume Salso - Simeto.

La conformazione dei luoghi, le caratteristiche geologiche, la permeabilità per fratturazione delle quarzoareniti determinano la formazione, ai piedi dell'ammasso litoide, di numerose sorgenti di contatto per la presenza basale delle argille numidiche.

Le opere in progetto sono ubicate nella parte sommitale del crinale e quindi non interferiscono sostanzialmente con la circolazione idrica superficiale; per lo stesso motivo non sono prevedibili alla quota di imposta dei plinti rinvenimenti di falde freatiche superficiali.

4.5 INQUADRAMENTO IDROLOGICO

Come visibile dall'estratto cartografico proposto di seguito, tutte le turbine in progetto si trovano in area non interessata da deflusso idrico delle acque superficiali.

La conformazione delle aste fluviali, al massimo di terzo ordine, mostra un bacino poco evoluto, probabilmente legato alla presenza di termini argillosi; è quindi da considerare come le portate idriche dei corsi d'acqua individuati nella zona dell'impianto siano fortemente influenzati dalla stagionalità, con grossi incrementi durante i periodi più umidi con forti precipitazioni e periodi di magra o secca nei mesi più caldi.



Figura 4- 5: Reticolo idrologico Elementi idrici (linee blu)

5 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Con il Piano per l'Assetto Idrogeologico viene avviata, nella Regione Siciliana, la pianificazione di bacino, intesa come lo strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89, della quale ne costituisce il primo stralcio tematico e funzionale.

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 dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Il P.A.I. ha sostanzialmente tre funzioni:

1. La funzione conoscitiva, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
2. La funzione normativa e prescrittiva, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario;
3. La funzione programmatica, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio, determina l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli interventi.

In base ai dati e cartografie consultabili dal Sistema Informatico Territoriale (S.I.T) della regione Sicilia, non risultano insistenti nell'area delle opere in progetto eventuali forme di dissesto.

Inoltre, come anche descritto al precedente paragrafo 4.5, essendo gli aerogeneratori in progetto esterni al reticolo idrografico non risultano ubicati all'interno di fasce di rischio alluvione.

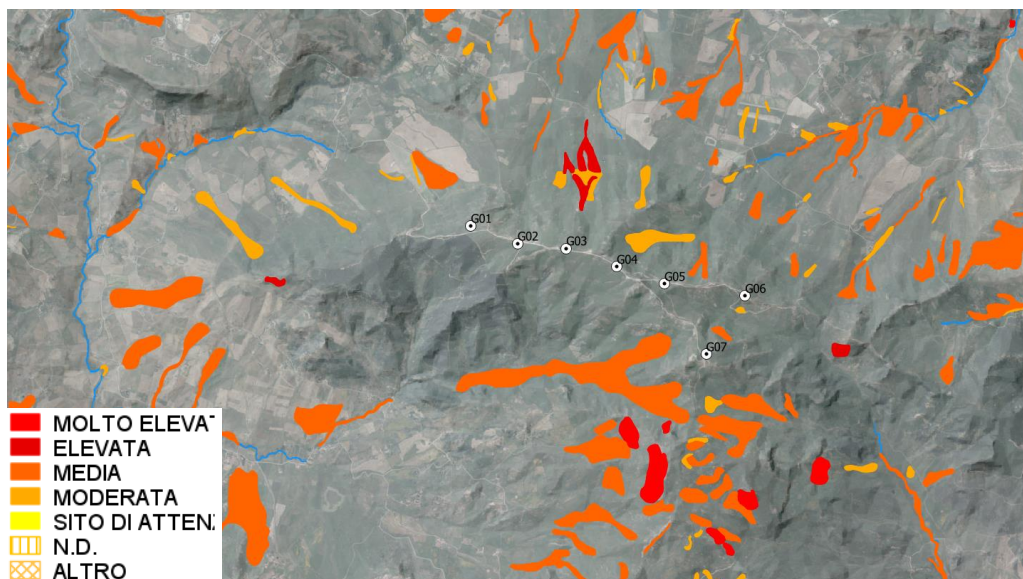


Figure 5-1: definizione della pericolosità idrogeologica – Pericolo Frane

6 ANALISI SISMICA DEL TERRITORIO

6.1 INTRODUZIONE

Per quanto riguarda gli aspetti sismici la Normativa prende atto della classificazione fornita in prima approssimazione dall'O.P.C.M. N. 3274/03 ed impone l'obbligo della progettazione antisismica per i comuni che ricadono nelle zone 2, 3 e 4 esclusivamente per gli edifici considerati strategici e/o rilevanti di uso pubblico.

In base alla classificazione sismica del territorio nazionale il Comune di Gangi, nel cui territorio ricadono le opere in progetto, è classificato come Categoria 2.

Si segnala anticipatamente che i dati elencati sono stati stimati su base bibliografica, sono come tali validi per una valutazione di progettazione preliminare (come, d'altra parte, tutti i contenuti e le indicazioni della presente relazione).

Per una valutazione propedeutica ad una progettazione esecutiva si ritiene indispensabile l'esecuzione di una serie di prove in sito, utili alla determinazione precisa e reale dei parametri sito specifici) da utilizzare ai fini della progettazione costruttiva.

La tipologia, il numero e l'ubicazione delle prove necessarie saranno oggetto di specifica progettazione da parte del Progettista incaricato.

La normativa di settore, le N.T.C. 2018 suddivide edifici e strutture in 4 categorie al § 2.4.3. Per quanto concerne la valutazione sismica, fa esplicito riferimento a dette classificazioni per quanto riguarda il "livello di valutazione" da adoperare nella assegnazione dei parametri sismici di riferimento.

L'analisi sismica predisposta a livello geotecnico sarà quindi limitata alla così detta "Fase di secondo livello", verrà quindi semplicemente riportata una valutazione numerica dei parametri a_g ed F_0 sulla base del tempo di ritorno T_c relativa ad ogni singolo aerogeneratore.

6.2 INQUADRAMENTO MACROSISMICO

La Sicilia è caratterizzata da una sismicità che si distribuisce lungo fasce sismiche omogenee (zone sismogenetiche), con centri sismici sia all'interno alla regione sia esterni.

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Gangi, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'OPCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, con probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]	Numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	ag > 0,25 g	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	0,15 < ag ≤ 0,25 g	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a rari forti terremoti.	0,05 < ag ≤ 0,15 g	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	ag ≤ 0,05 g	0,05 g	1.982

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

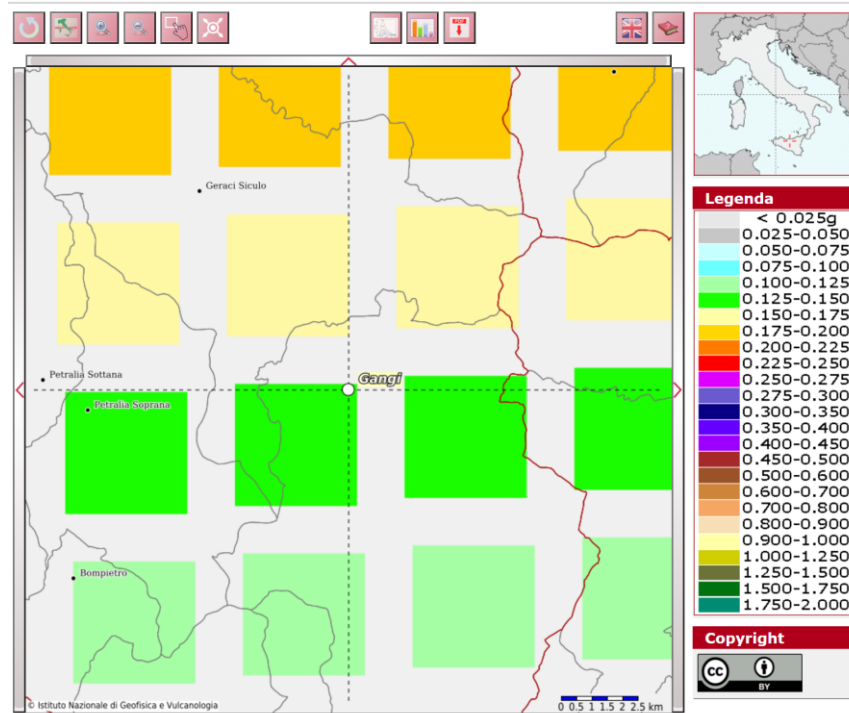


Figura 6- 1: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi (OPCM 3519-06)

I calcoli sismici sono stati eseguiti come da normativa utilizzando il quadrante di riferimento rispetto all'ubicazione del sito che, come osservabile nella figura, indica per il sito valori nel range 0,125-0,175 ag/g.

6.3 ZONAZIONE SISMOGENETICA

Da un punto di vista sismogenetico l'area non si trova in vicinanza di fasce sismogenetiche attive come visibile nell'estratto di mappa proposto di seguito.

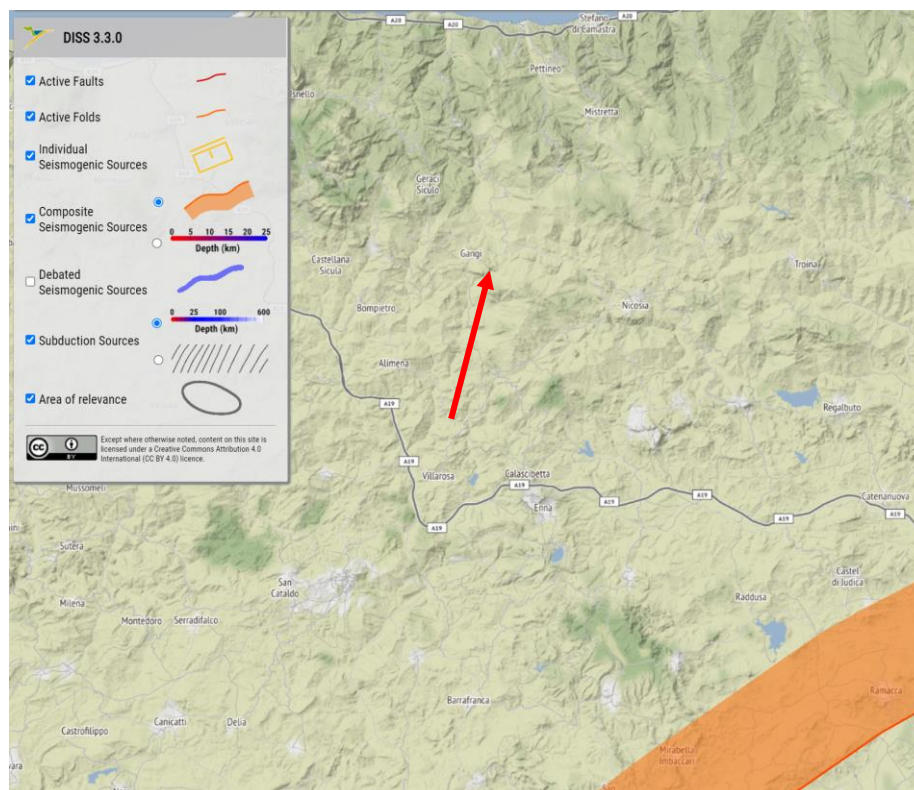


Figura 6- 2: estensione dell'area di studio e della fascia sismogenetica più vicina all'area in studio (freccia ubicazione impianto)

6.4 SISMICITÀ STORICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

Di seguito sono descritti gli eventi principali che dal XVII secolo hanno avuto effetti macrosismici significativi nell'area di studio.

L'area di interesse è stata storicamente interessata da sismi anche di media - forte intensità.

Il database macrosismico, utilizzato nel 2004 per la compilazione del catalogo CPTIO4 (Gruppo di lavoro CPTI, 2004), permette di visionare la storia sismica delle località italiane presenti almeno tre volte in DBMI04 (5325 località in totale).

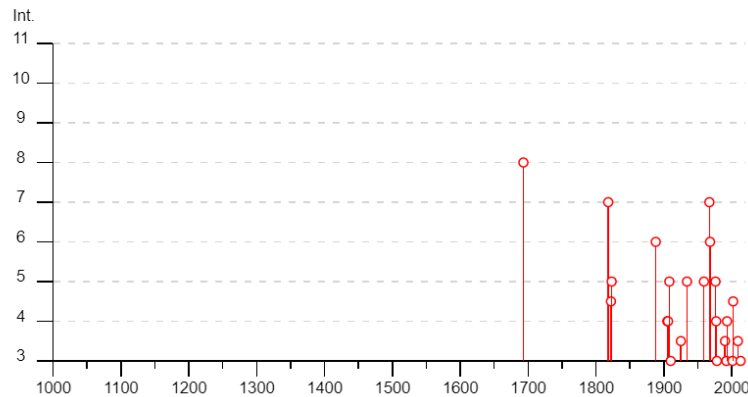
Le informazioni contenute nel database hanno consentito una prima individuazione dei "centri sismici" rilevanti per il sito in esame e delle relative potenzialità in termini di intensità epicentrali storicamente documentate.

Dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano 2015 dell'INGV (DBMI15), sono stati individuati i terremoti storici registrati nel territorio di Gangi riportati di seguito.

Gangi



PlaceID IT_66462
 Coordinates (lat, lon) 37.796, 14.205
 Municipality (ISTAT 2015) Gangi
 Province Palermo
 Region Sicilia
 No. of reported earthquakes 31



Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
8	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
7	1818	09	08	09	50		Monti Madonie	24	7-8	5.34
4-5	1822	04	06				Nicosia	7	5-6	4.34
5	1823	03	05	16	37		Sicilia settentrionale	107	8	5.81
6	1888	09	26	03	30		Gangi	1	6	4.63
4	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
4	1906	04	22	23	12		Monti Madonie ?	24	5	4.18
5	1908	08	15	09	40		Monti Nebrodi	16	7	5.08
NF	1909	07	01	06	24		Stretto di Messina	35	8	5.49
3	1910	06	08	11	49		Monti Madonie ?	13	4-5	3.90
3-4	1925	08	21	19	11		Sicilia centro-settentrionale	14	6	4.51
5	1934	09	11	01	19		Sicilia centro-settentrionale	28	5-6	4.84
5	1959	12	23	09	29		Piana di Catania	108	6-7	5.11
7	1967	10	31	21	08	0	Monti Nebrodi	60	8	5.33
6	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41
5	1976	09	17	01	23	5	Monti Nebrodi	40	5-6	4.55
4	1977	06	05	13	59		Monti Nebrodi	108	6-7	4.61
3	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8	6.03
3-4	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
NF	1991	01	07	11	42	5	Monti Madonie	26	4-5	3.79
3	1992	04	06	13	08	3	Monti Nebrodi	23	5	4.73
4	1993	06	26	17	47	5	Monti Madonie ?	47	6-7	4.92
NF	1995	04	11	12	06	5	Sicilia centrale	43	3-4	4.03
NF	1996	12	14	00	18	4	Monti Madonie	45	5	4.27
3	2001	11	25	19	34	1	Monti Madonie	25	4-5	4.69
4-5	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale	132	6	5.92
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
NF	2005	11	03	09	19	0	Costa siciliana settentrionale	61	4-5	3.30
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56
3-4	2009	11	08	06	51	1	Monti Nebrodi	28	5	4.52
3	2013	01	04	07	50	0	Monti Nebrodi	38	5	4.37

Figura 6- 3: grafico rappresentante i principali sismi avvenuti in passato nell'area di Gangi

6.5 SISMICITÀ DELL'AREA E MICROZONAZIONE SISMICA

Di seguito viene fornito un inquadramento generale sulla classificazione sismica dell'area in esame nel rispetto delle disposizioni delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del Decreto Ministeriale del 17/01/2018.

Secondo la normativa vigente la tipologia del suolo di fondazione è dipendente dal valore $V_{S,eq}$ definito dalla seguente equazione:

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

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

$V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità

Le verifiche strutturali nei diversi stati limiti vanno condotte adottando le azioni sismiche che sono funzione della "pericolosità sismica" dell'area in esame. La "pericolosità sismica" è definita a partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con piano campagna orizzontale.

Le azioni di progetto dovute al sisma si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali definite in funzione dei parametri:

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

I valori di tali parametri sono riportati nella tabella esposta nell'Allegato A del decreto, grazie alla quale i parametri dell'area in esame vengono ottenuti per interpolazione lineare tra quattro punti di una griglia di punti prefissati sul territorio

Utilizzando il software dedicato si ricavano gli spettri di risposta elastica delle componenti orizzontali di moto, per i diversi periodi di ritorno considerati dal D.M.

La microzonazione sismica ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente piccola (scala comunale o sub comunale) le condizioni di sito che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso (risposta sismica locale) o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

In sostanza lo studio di microzonazione restituisce una mappa del territorio nella quale sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di terreno rigido (suolo A della norma nazionale) e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e geomorfologiche del territorio.
- le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanenti del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, assestamenti, liquefazioni, fagliazione superficiale).

6.6 EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Le verifiche sugli effetti di amplificazione topografica si basano puramente su criteri di tipo morfometrico/morfologico; per le sezioni e le misurazioni si è fatto riferimento alla cartografia disponibile.

Categoria topografica	Ubicazione opera	St
T1 (sup. pianeggiante, pendii e rilievi isolati con incl. media $\leq 15^\circ$)	-	1.0
T2 (pendii con inclinazione media $> 15^\circ$)	Sommità del pendio	1.2
T3 (rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media compresa tra $15-30^\circ$)	Cresta del rilievo	1.2
T4 (rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $> 30^\circ$)	Cresta del rilievo	1.4

Tabella 6-1: Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica (tabella 3.2.IV della N.T.C.):

6.7 CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, ai fini della definizione della azione sismica di progetto, definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni, i valori da utilizzare per Vs, NSPT e Cu sono valori medi):

Dai dati disponibili, derivati da indagini eseguite nelle immediate vicinanze, la categoria sismica del terreno ipotizzata è B, definita come segue:

"Categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s"

6.8 ANALISI SISMICA

In seguito delle evidenze riportate precedentemente è possibile procedere alla valutazione dei parametri sitospecifici da applicare in analisi sismica; il calcolo va effettuato su base normativa e sarà finalizzato a fornire al Progettista informazioni il più complete possibile sui parametri sismici da applicare in sede di progetto.

La categoria sismica di appartenenza dei terreni di fondazione è definita di tipo "B" sulla base della stratigrafia presunta e dell'osservazione degli affioramenti rocciosi nelle vicinanze del sito; si sottolinea, però, che in virtù delle possibili caratteristiche dell'ammasso roccioso, in particolare l'alternanza di livelli argillosi e la fratturazione, potrebbero comportare anche una tipologia di categoria sismica differente

Di seguito si allegano i tabulati relativi al calcolo dei vari parametri eseguiti con software specifico.

Data: 22/02/2022

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: IV

Coefficiente d'uso (Cu): 2

Periodo di riferimento (Vr): 100 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 60 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 101 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 949 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1950 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 37.764079 [°]
 Longitudine (WGS84): 14.246061 [°]
 Latitudine (ED50): 37.765139 [°]
 Longitudine (ED50): 14.246896 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	46742	37.782780	14.184580	4276.16
2	46743	37.782360	14.247630	1388.93
3	46965	37.732360	14.247080	5220.20
4	46964	37.732780	14.184060	6603.94

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	60	0.058	2.403	0.282
SLD	101	0.073	2.389	0.296
SLV	949	0.172	2.501	0.338
SLC	1950	0.217	2.550	0.346

Pericolosità sismica di sito

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

Categoria sottosuolo: B

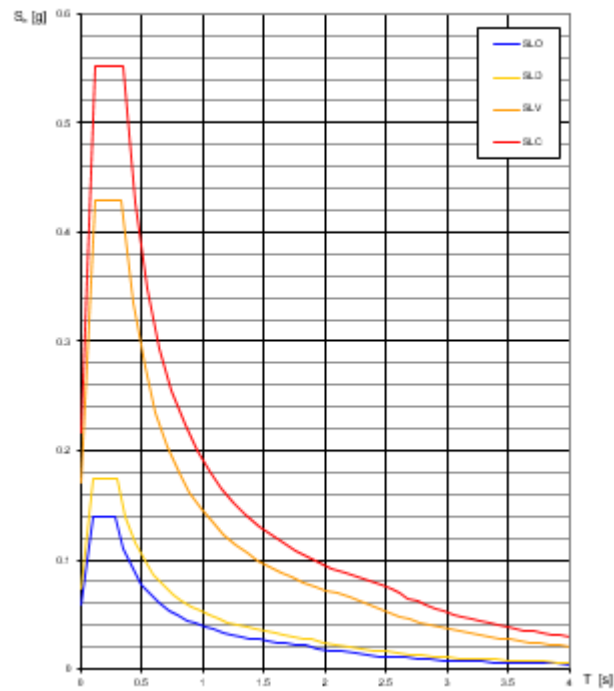
Categoria topografica:

T2: Pendii con inclinazione media maggiore di 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.041	0.061
kv	0.006	0.007	0.021	0.030
amax [g]	0.058	0.073	0.172	0.271
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]
SLO	2.0	0.058	2.403	0.282	1.200	1.417	1.200	1.440
SLD	2.0	0.073	2.389	0.296	1.200	1.403	1.200	1.440
SLV	2.0	0.171	2.501	0.338	1.200	1.367	1.200	1.440
SLC	2.0	0.216	2.550	0.345	1.179	1.361	1.200	1.414

7 INQUADRAMENTO GEOTECNICO ED ASSETTO STRATIGRAFICO LOCALE

Per l'inquadramento stratigrafico e geotecnico ci si è bastati sulla relazione allegata al progetto originale, che riportava una stratigrafia per ogni aerogeneratore, con anche parametri geotecnici di riferimento.

Di seguito viene riportata una analisi dell'assetto geologico e delle caratteristiche geotecniche per ciascun aerogeneratore previsto a progetto. La suddetta analisi è stata eseguita per mezzo della documentazione geologica relativa al piano di indagini eseguite per il vecchio impianto eolico e, dunque, si osserverà riportato il nominativo dell'attuale WTG attualmente in esercizio presa a riferimento.

AEROGENERATORE 1

Questo Aerogeneratore risulta ubicato esternamente all'area indagata in passato.

Per la definizione dei caratteri sito-specifici dei terreni di fondazione si è fatto riferimento al sondaggio per la attuale WTG n°1, condotto nelle immediate vicinanze.

Le stratigrafie disponibili indicano presenza di limi argillosi sovrapposti ad arenarie fratturate.

I parametri geotecnici e gli spessori delle differenti litozone, sono riportate di seguito (dati provenienti dalle indagini condotte in adiacenza, il numero si riferisce all'Aerogeneratore esistente).

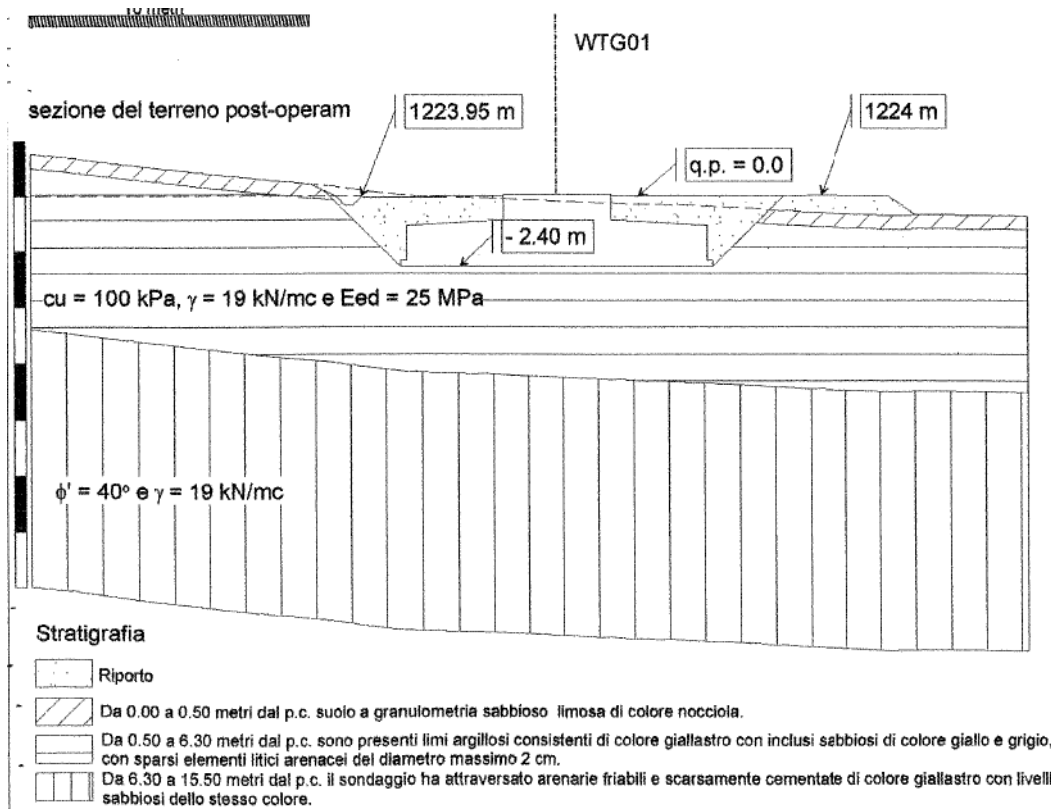


Figura 7- 1: Colonna stratigrafica sondaggio 5, prossimo ad area WTG 1

La documentazione disponibile riporta i seguenti parametri geotecnici :

Prova	Prof. Strato	Litologia	Peso Unita' di Volume (KN/m ³)	Angolo d'attrito (KN/m ³)	Coesione non drenata Kpa	Modulo Edometrico (Mpa)
WTG1	1-6	Limi argillosi consistenti grigi con inclusi sabbiosi colore giallastro	19		100	25
	6-15	Arenarie poco cementate giallaste grigiastre	19	40		

AEROGENERATORE 2

Per l'Aerogeneratore in progetto n°2, è stata considerata la stratigrafia dell'Aerogeneratore esistente 4.

In tale area le arenarie non risultano presenti e si passa ad Argille siltitiche compatte.

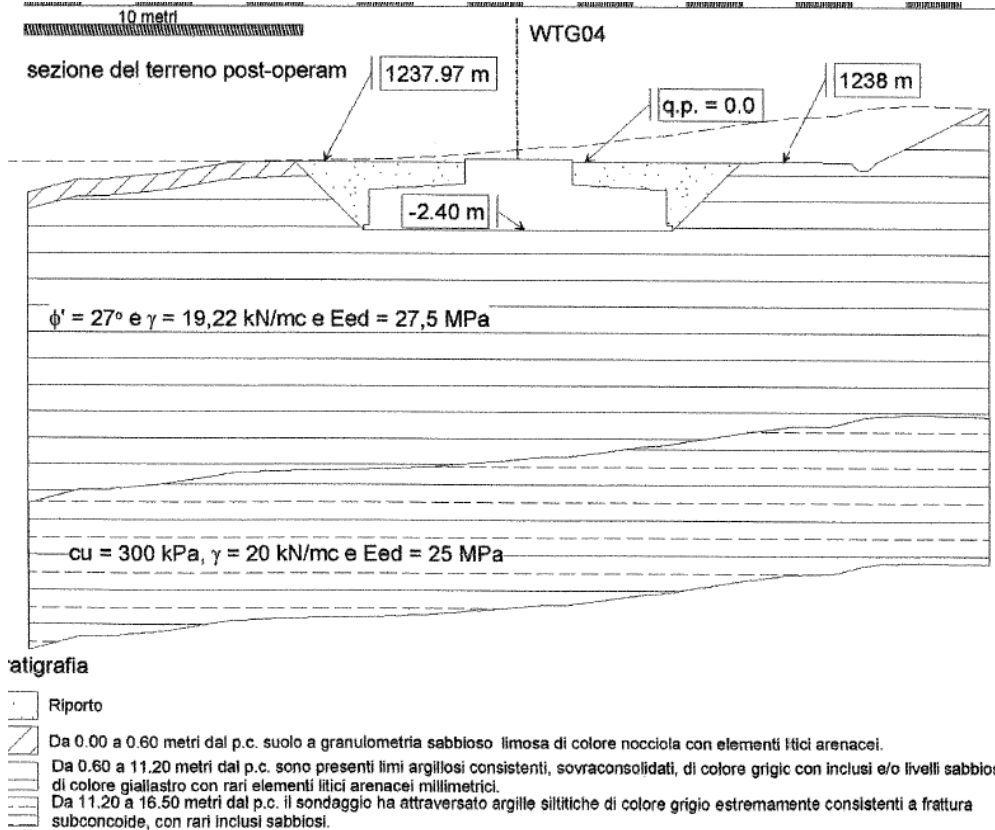


Figura 7- 2: Colonna stratigrafica di riferimento presso WTG04

I parametri geotecnici e gli spessori delle differenti litozone, sono riportate di seguito (dati provenienti dalle indagini condotte in adiacenza, il numero si riferisce all'Aerogeneratore esistente).

WTG4

da	a	litologia	cu (Kpa)	g (kN/mc)	Eed (Mpa)	f (°)
0	0.6	Terreno vegetale				
0.6	11.2	Limi argillosi		19.22	27.5	27
11.2	16.5	Argille siltitiche	300	20	25	

AEROGENERATORE 3

Per l'Aerogeneratore in progetto n°3, sono state considerate le stratigrafie degli aerogeneratori esistenti 8 e 9 (che risultano sovrapponibili come risultati, per cui viene riportata solo la stratigrafia della WTG8).

Le stratigrafie disponibili indicano presenza di limi argillosi sovrapposti ad arenarie poi Argille siltitiche ed infine sabbie addensate.

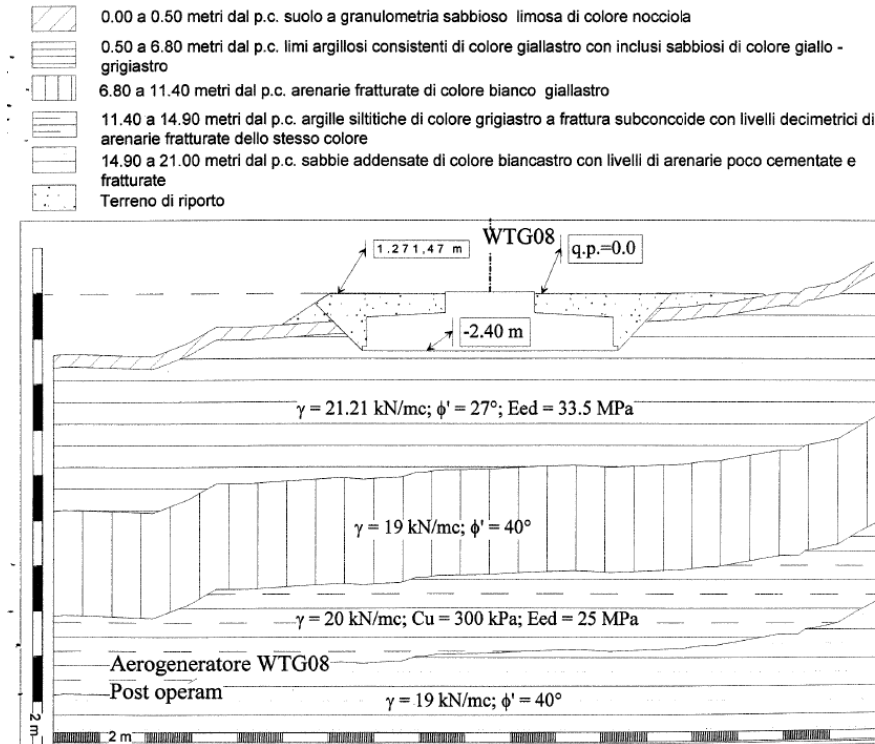


Figura 7- 3: Colonna stratigrafica di riferimento presso WTG08

I parametri geotecnici e gli spessori delle differenti litozone, sono riportate di seguito (dati provenienti dalle indagini condotte in adiacenza, il numero si riferisce all'Aerogeneratore esistente).

WTG8

Da	a	litologia	cu (Kpa)	g (kN/mc)	Eed (Mpa)	f (°)
0	0.5	Terreno vegetale				
0.5	6.8	Limi argillosi		21.21	33.5	27
6.8	11.4	Arenarie		19		40
11.4	14.9	Argille siltitiche	300	20	25	
14.9	21	Sabbie addensate		19		40

WTG9

da	a	litologia	cu (Kpa)	g (kN/mc)	Eed (Mpa)	f (°)
0	0.5	Terreno vegetale				
0.5	6.8	Limi argillosi		21.21	33.5	27
6.8	11.4	Arenarie		19		40
11.4	14.9	Argille siltitiche	300	20	25	
14.9	21	Sabbie addensate		19		40

AEROGENERATORE 4

Per l'Aerogeneratore in progetto n°4, sono state considerate le stratigrafie degli aerogeneratori esistenti 12 e 13 (che risultano sovrapponibili come risultati, per cui viene riportata solo la stratigrafia della WTG13 che è più prossima).

Le stratigrafie disponibili indicano presenza di limi argillosi sovrapposti ad arenarie.

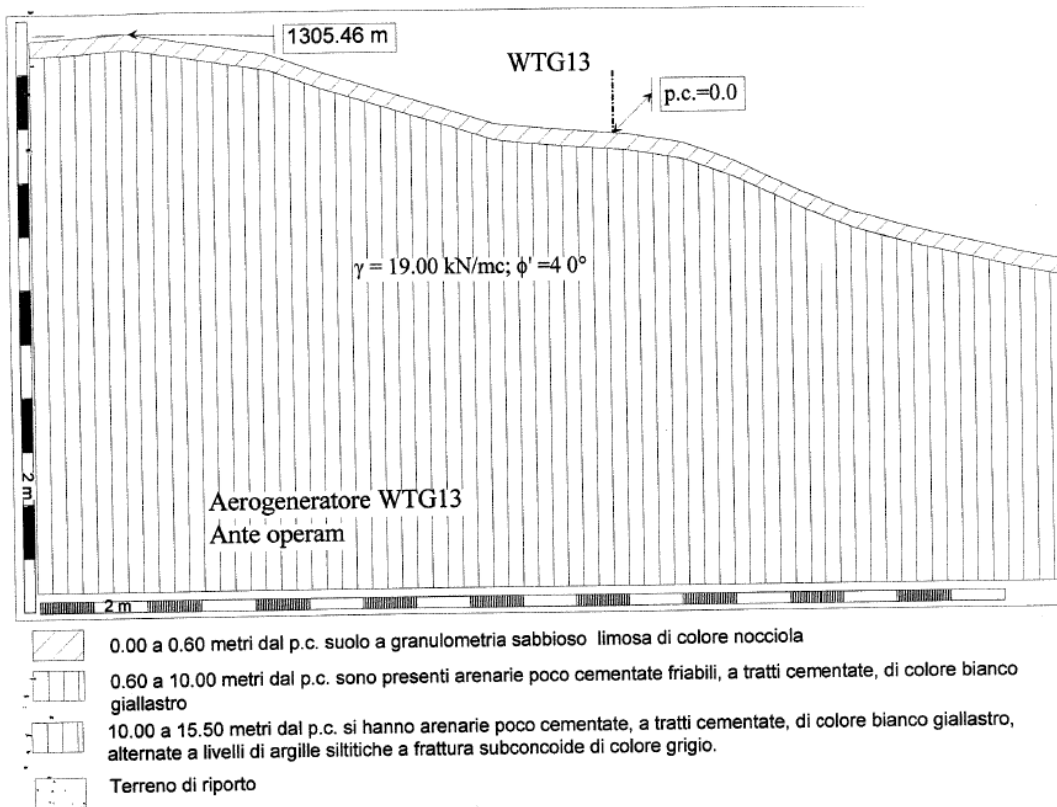


Figura 7- 4: Colonna stratigrafica di riferimento presso WTG13

I parametri geotecnici e gli spessori delle differenti litozone, sono riportate di seguito (dati provenienti dalle indagini condotte in adiacenza, il numero si riferisce all'Aerogeneratore esistente)

WTG12

Da	a	litologia	cu (Kpa)	g (kN/mc)	Eed (Mpa)	f (°)
0	0.6	Terreno Vegetale				
0.6	15.5	Arenarie		19		40

WTG13





da	a	litologia	cu (Kpa)	g (kN/mc)	Eed (Mpa)	f (°)
0	0.6	Terreno Vegetale				
0.6	15.5	Arenarie		19		40

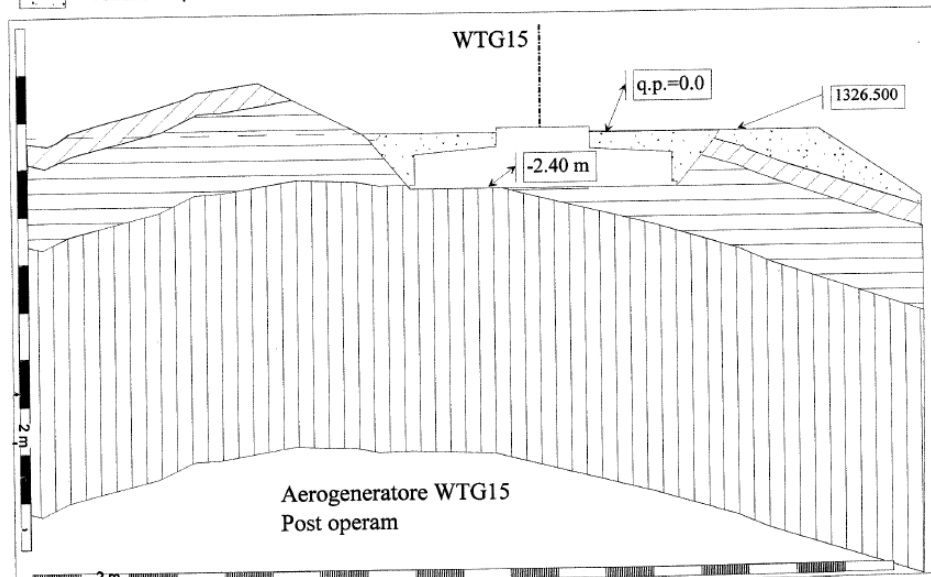
AEROGENERATORE 5





Per l'Aerogeneratore in progetto n°5, sono state considerate le stratigrafie degli aerogeneratori esistenti 15 e 16.

Le stratigrafie disponibili indicano presenza di limi argillosi sovrapposti ad arenarie fratturate in WTG 15, mentre in WTG16 abbiamo una successione arenarie-argille siltitiche.

Considerando che in questo caso le posizioni tra la WTG esistente e quella in progetto sono estremamente prossime, si ritiene corretto fare riferimento, per quanto riguarda la WTG in progetto 6, fare riferimento alle indagini condotte per la WTG16.

-  0.00-0.80 metri dal p.c. suolo a granulometria sabbioso limosa di colore nocciola
-  0.80-4.00 metri dal p.c. sono presenti limi argillosi di colore grigio con livelli e/o inclusi sabbiosi di colore grigio rossastro
-  4.00-15.50 metri dal p.c. si hanno arenarie fratturate, poco cementate, a tratti cementate di colore bianco giallastro.
-  Terreno di riporto



-  0.00-0.70 metri dal p.c. suolo a granulometria sabbioso limosa di colore nocciola con elementi litici arenacei
-  0.70-11.10 metri dal p.c. si hanno arenarie di colore giallastro poco cementate, alternate a sabbie addensate dello stesso colore con elementi litici
-  11.10-14.30 metri dal p.c. si hanno argille siltitiche di colore grigio estremamente consistenti a frattura subconcoide, con inclusi sabbiosi dello stesso colore.
-  Terreno di riporto

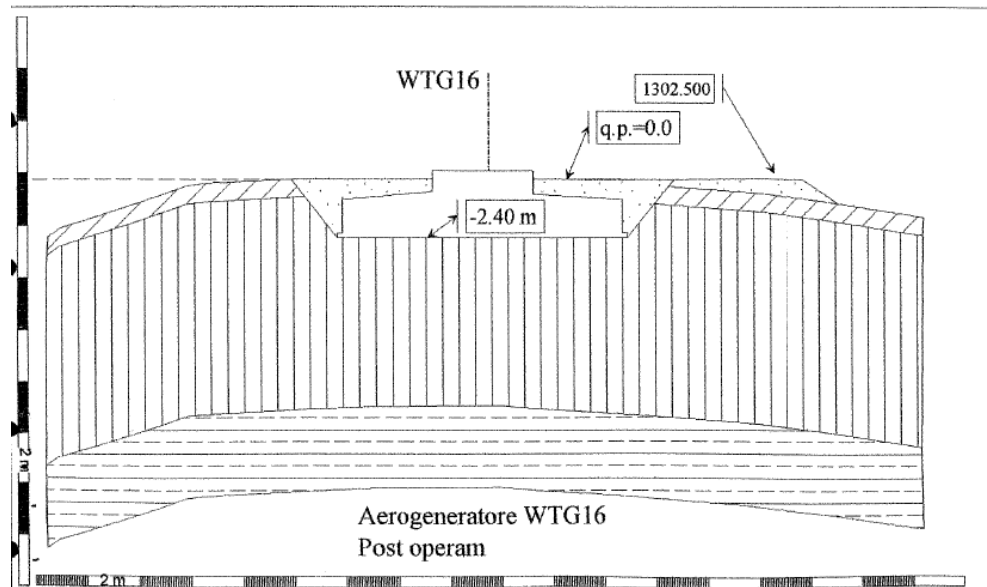


Figura 7- 5: Colonna stratigrafica di riferimento presso WTG15 e WTG16

I parametri geotecnici e gli spessori delle differenti litozone, sono riportate di seguito (dati provenienti dalle indagini condotte in adiacenza, il numero si riferisce all'Aerogeneratore esistente).

WTG15

Da	a	litologia	cu (Kpa)	g (kN/mc)	Eed (Mpa)	f (°)	c'
0.00	0.80	Terreno vegetale					
0.80	4.00	Limi argillosi		20.23	25	27	0
4.00	15.50	Arenarie		19		40	





WTG16

da	a	litologia	cu (Kpa)	g (kN/mc)	Eed (Mpa)	f (°)	c'
0.00	0.70	Terreno vegetale					
0.70	11.10	Arenarie		19		40	
11.10	14.30	Argille siltitiche	300	20	25	0	

AEROGENERATORE 6

Per l'Aerogeneratore in progetto n°6, sono state considerate le stratigrafie degli aerogeneratori esistenti 21 e 22.

Le stratigrafie disponibili indicano presenza di limi argillosi sovrapposti ad arenarie da fratturate a cementate.

-  0.00 a 0.80 metri dal p.c. suolo a granulometria sabbioso limosa di colore nocciola con elementi litici arenacei
-  0.80 a 3.10 metri dal p.c. limi argillosi consistenti di colore giallastro con inclusi sabbiosi di colore grigiastro
-  3.10 a 15.00 metri dal p.c. arenarie poco cementate, a tratti cementate, di colore giallastro e grigiastro
-  Terreno di riporto

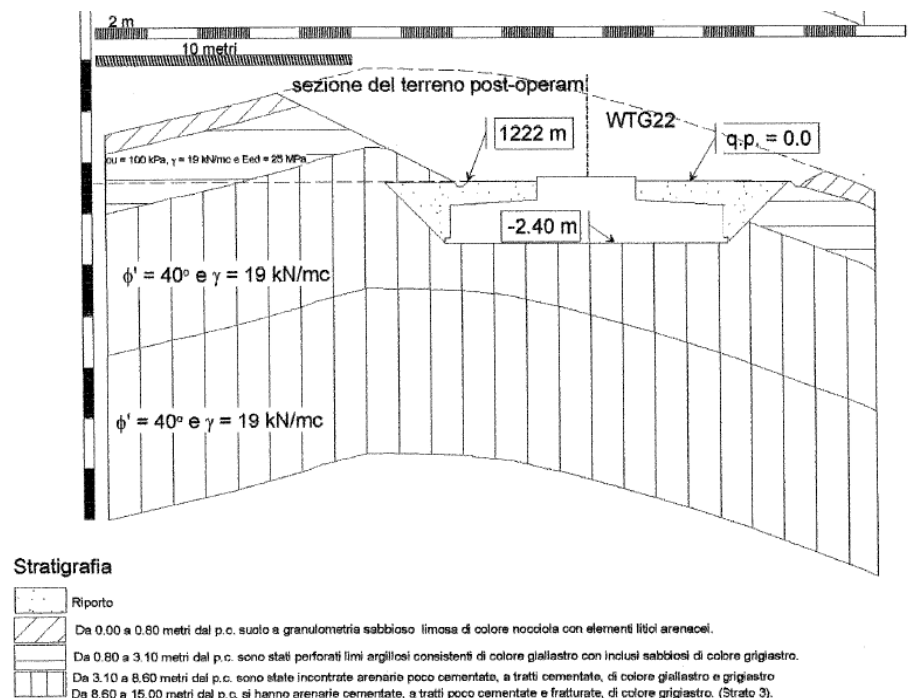
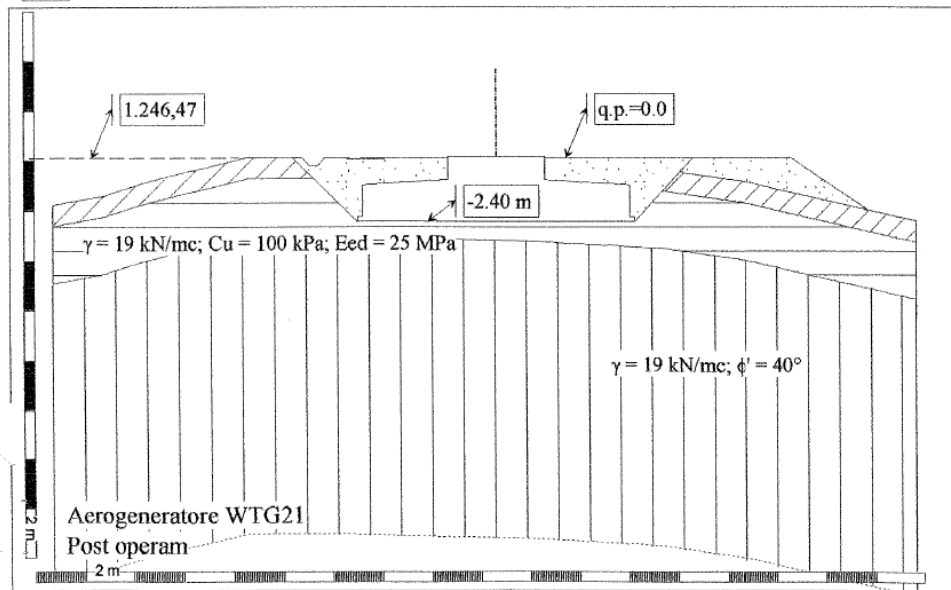


Figura 7- 6: Colonna stratigrafica di riferimento presso WTG21 e WTG22

I parametri geotecnici e gli spessori delle differenti litozone, sono riportate di seguito (dati provenienti dalle indagini condotte in adiacenza, il numero si riferisce all'Aerogeneratore

esistente).

WTG21

da	a	litologia	cu (Kpa)	g (kN/mc)	Eed (Mpa)	f (°)	c'
0.00	0.80	Terreno vegetale					
0.80	3.10	Limi argillosi	100	19	25		
3.10	15.00	Arenarie		19		40	

WTG22

da	a	litologia	cu (Kpa)	g (kN/mc)	Eed (Mpa)	f (°)	c'
0.00	0.80	Terreno vegetale					
0.80	3.10	Limi argillosi					
3.10	8.60	Arenarie poco cementate		19		40	
8.60	15.00	Arenarie cementate					

AEROGENERATORE 7

Per l'Aerogeneratore in progetto n°7, sono state considerate le stratigrafie degli aerogeneratori esistenti 30, 31 e 32.

Le stratigrafie disponibili indicano presenza di limi argillosi sovrapposti ad arenarie fratturate ed infine sabbie addensate al di sotto di WTG 31 e 32, mentre si rintracciano argille siltitiche in WTG30.

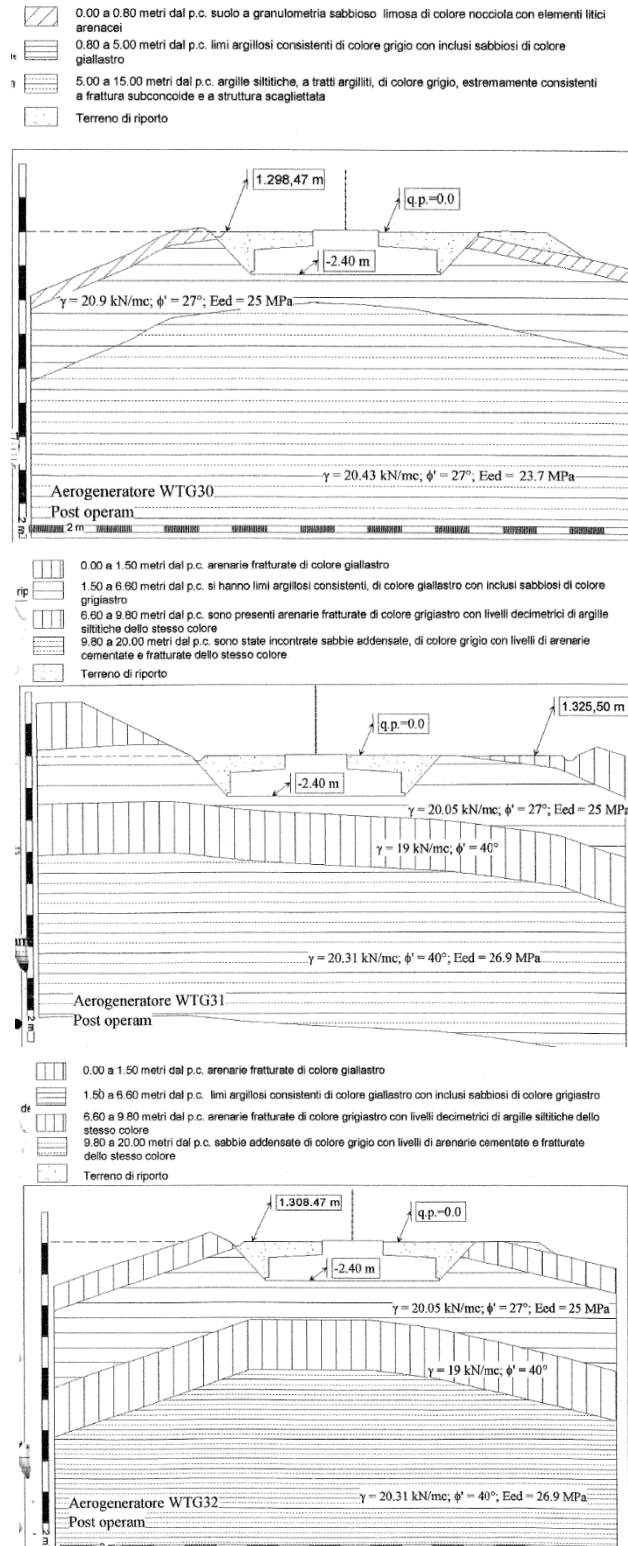


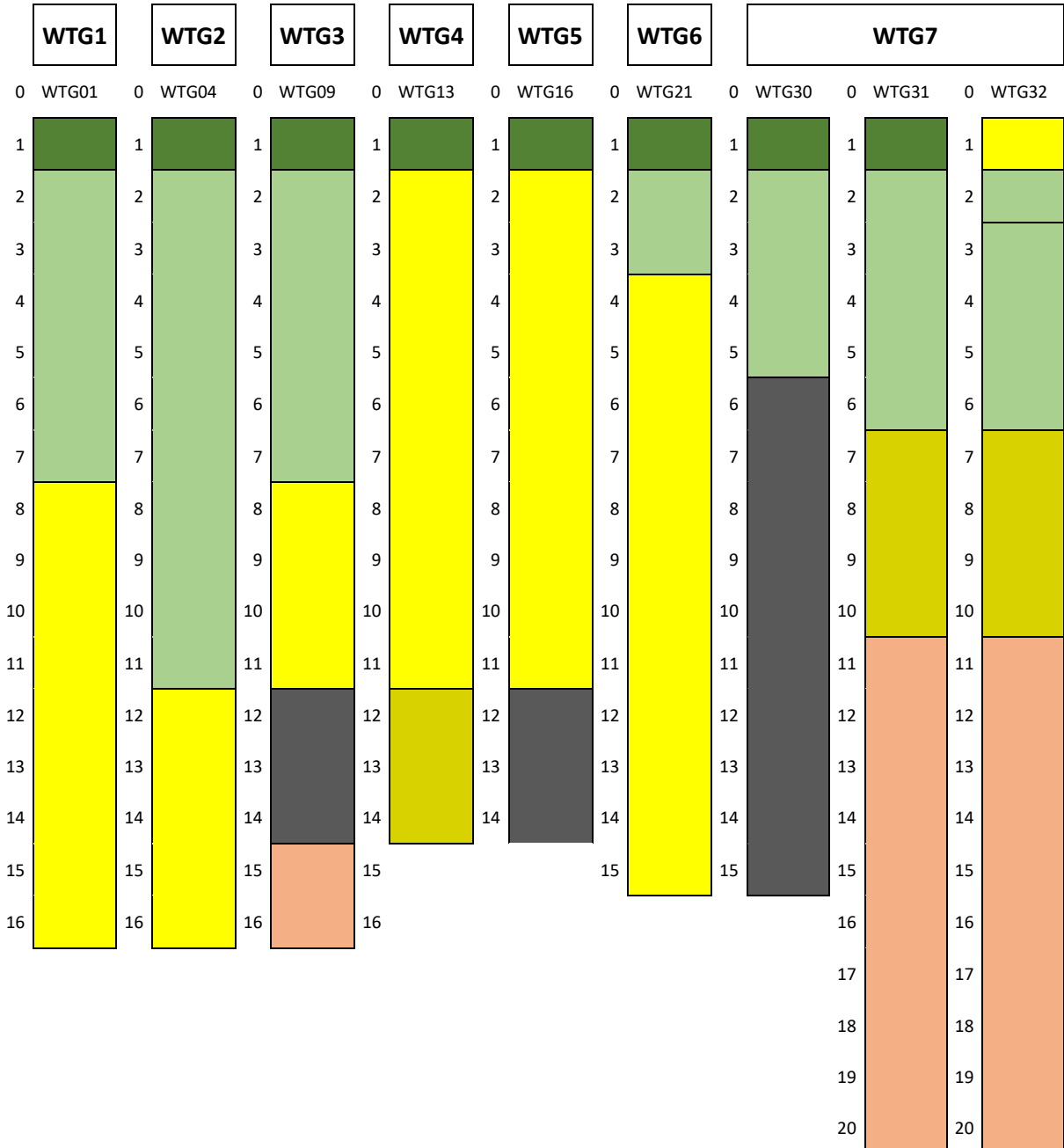
Figura 7- 7: Colonna stratigrafica di riferimento presso WTG30, WTG31 e WTG 32


I parametri geotecnici e gli spessori delle differenti litozone, sono riportate di seguito (dati provenienti dalle indagini condotte in adiacenza, il numero si riferisce all'Aerogeneratore esistente)

WTG	Prof. Strato	Litologia	Peso Unita' di Volume (KN/m ³)	Angolo d'attrito (KN/m ³)	Modulo Edometrico (Mpa)
30	1-5	Limi argillosi consistenti grigi con inclusi sabbiosi colore giallastro	20.9	27	25
	5-15	Argille siltitiche, grigie, estremamente consistenti	20.43	27	23.7
31	1-7	Limi argillosi consistenti grigi con inclusi sabbiosi colore giallastro	20.05	27	25
	7-10	Arenarie fratturate con livelli argille siltitiche grigie	19	40	
	10-20	Sabbie addensate grigie con livelli di arenarie	20.31	40	26.9
32	1-7	Limi argillosi consistenti grigi con inclusi sabbiosi colore giallastro	20.05	27	25
	7-10	Arenarie fratturate con livelli argille siltitiche grigie	19	40	
	10-20	Sabbie addensate grigie con livelli di arenarie	20.31	40	26.9

8 SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

In base ai dati disponibili relativi alle indagini condotte in precedenza, l'assetto stratigrafico al di sotto delle nuove WTG in progetto risulta essere il seguente:



Legenda	
	Riporto
	Terreno vegetale
	Limi argillosi consistenti
	Arenarie friabili con livelli sabbiosi
	Arenarie friabili con livelli argillosi

	Argille siltitiche grigie
	Sabbie addensate

In estrema sintesi si possono osservare due tipologie di log stratigrafici:

- livelli limoso argillosi mediamente nei primi 6/7 metri, sotto al quale risultano impostati materiali arenacei e/o sabbiosi
- livelli limoso argillosi mediamente nei primi 6/7 metri, con al di sotto argille siltitiche.

Nella precedente relazione geotecnica erano stati considerati nelle valutazioni finali tutte le indagini condotte, molte delle quali attualmente distanti dagli aereogeneratori in progetto.

In base alle valutazioni condotte allora, erano state definite 3 unità litotecniche, ovvero limi argillosi, argille siltitiche e arenarie e sabbie.

		peso di volume kN/mc	Angolo attrito	Cu kPa	c'	Modulo young non drenato Mpa	Modulo Young drenato MPa	Poison
Limi argillosi	LAS	20	27	100-200	0	45	22.5	0.2
Argilla siltitica	AS	20	27	300	0	90	22.5	0.2
Arenaria e sabbia	Ar-S	20	40		0		100	0.2

Tabella 8- 1: sintesi dei parametri geotecnici medi delle passate elaborazioni

Nel caso attuale, considerando che frequenza, distribuzione e numero degli aereogeneratori in progetto varia rispetto all'attuale configurazione, si è provveduto a rielaborare i dati geotecnici disponibili, considerando solo le aree limitrofe agli aereogeneratori in progetto. Lo scopo era definire una stratigrafia litotecnica preliminare per singolo aereogeneratore e calcolare solo successivamente i valori geotecnici medi su un numero più ristretto di dati, potenzialmente più accurato rispetto a quanto proposto in passato, in quanto i dati provenivano tutti da acquisizioni condotte in prossimità degli aerogeneratori in progetto.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

Prof. Media Strato (m)		Litologia	Parametri			
da	a		Peso Unita' di Volume (KN/m ³)	Angolo d'attrito (KN/m ³)	Coesione non drenata Kpa	Modulo Edometrico (Mpa)
1	7	Limi argillosi consistenti grigi con inclusi sabbiosi colore giallastro	19.92	27	100	26.21
9	15	Argille siltitiche, grigie, estremamente consistenti	20.11	27	300	24.68
6	11	Arenarie fratturate con livelli argille siltitiche grigie	19.00	40		
11	20	Sabbie addensate grigie con livelli di arenarie	19.87	40		26.90
5	11	Arenarie poco cementate giallastre grigiastre	19.00	40		

Tabella 8- 2: sintesi dei parametri geotecnici medi della proposta attuale

Dal confronto dei due differenti set di dati si può affermare che :

- per i limi argillosi i parametri di riferimento da utilizzare in via preliminare sono pari ai valori minimi determinati in passato
- per le altre litologie, i parametri stimati in passato ed all'attuale risultano molto simili. Sussistono piccole variazioni per parametri quali il peso di volume ma, in definitiva, la suddivisione geotecnica operata in passato è sovrapponibile all'attuale anche se condotta su un diverso insieme dei dati originari.

8.1 CONSIDERAZIONI SULLE CAPACITÀ PORTANTI

Al fine di fornire una prima valutazione sulle capacità portanti dei terreni, sono state condotte due verifiche, lungo le verticali WTG30 e WTG31. La condizione più rappresentativa risulta essere quelle dei pali impostati in strati a grana grossolana in condizioni drenate in quanto la punta del palo risulta essere infissa all'interno di strati per lo più sabbiosi/arenacei.

Causa mancanza di dati sito specifici di dettaglio, è stata ipotizzata una categoria di suolo B (in base ai dati stratigrafici disponibili). I risultati indicano valori differenti per i carichi massimi ammissibili (più alti nei travertini/sabbie e inferiori nelle argille siltitiche).

9 CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta ricorrendo a materiale disponibile in letteratura ed a campagne di indagine condotte in passato per la progettazione dell'attuale configurazione di impianto.

In base alla documentazione consultata non risultano presenti elementi ostativi per il progetto.

L'area proposta è ubicata nei terreni ricadenti in Contrada Zimmara del Comune di Gangi, che presentano spianate spesso litoidi in cima alla dorsale nei luoghi di ubicazione degli aerogeneratori in progetto. La morfologia rispecchia la composizione delle unità presenti, quindi abbiamo ripidi versanti litoidi e strette vallate argillose.

I processi morfogenetici influenzano attivamente la morfologia del territorio; le acque erodono intensamente i termini più argillosi mentre, vista l'altitudine, le rocce presentano una serie di fratture secondarie dovute all'alternanza gelo-disgelo. Ai piedi dei versanti si osservano coltri detritiche che si adagiano ai fianchi dei versanti occultando il contatto con le argille.

Non sono stati comunque segnalati fenomeni di dissesto in coincidenza degli aerogeneratori in progetto.

Le forme erosive e franose si concentrano lungo gli assi degli impluvi che solcano le valli laterali. In passato era stata segnalata una frana che interessava marginalmente il tratto nei dintorni dell'aerogeneratore 7 (layout attuale in esercizio) senza comunque interferire con gli stessi.

I pendii quarzo-arenitici pur essendo molto ripidi non presentano forme franose di rilievo.

Le indagini geognostiche condotte in passato erano finalizzate alla realizzazione di fondazioni superficiali e non sono state approfondite oltre i 20 metri, anche se in larga maggioranza si sono arrestate a circa 15 metri.

I dati disponibili mostrano variazioni litologiche riferibili a livelli limoso argillosi consistenti, alternati ad arenarie con variabili gradi di fratturazione e cementazione, mentre in profondità argille siltitiche compatte o sabbie compatte.

Considerando il fatto che il dimensionamento strutturale in fase di progettazione potrà prevedere opere di fondazione del tipo profonde su palo, si ritiene fondamentale indagare i terreni nel dettaglio in profondità, al fine di individuare eventuali ulteriori variazioni litologiche.

Si può comunque affermare che le caratteristiche geotecniche riportate in letteratura sono in generale buone.

Si rimanda agli elaborati progettuali per quanto concerne la rappresentazione di dettaglio delle soluzioni fondali, nonché per quanto concerne la valutazione dell'entità dei carichi trasmessi che nella presente relazione sono state verificate in modalità solo preliminare al fine di fornire considerazioni descrittive sulle caratteristiche geotecniche dei terreni indagati. A tale proposito si rileva che, in ogni caso, questi ultimi dovranno essere compatibili con le caratteristiche meccaniche del sottofondo, in presenza di cedimenti trascurabili per tutti i tipi di fondazioni, lasciando al progettista la scelta della tipologia e delle dimensioni più idonee.