

REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNE DI MARSALA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
DI POTENZA PARI A 33,465 MW, SU TERRENO AGRICOLO
NEL COMUNE DI MARSALA (TP) IN C.DA MESSINELLO
IDENTIFICATO AL N.C.T. AL FG. 137 P.LLA 4, 182, FG. 138 P.LLA 109, 112, 115, 160, 161,
173, 174, 175, 207 E ALTRE AFFERENTI ALLE OPERE DI RETE

Timbro e firma del progettista Dott. Geol. Francesco Criscenti 	Timbri autorizzativi
---	----------------------

RELAZIONE GEOLOGICA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO							
Livello prog.	ID Terna	Tipo Elabor.	N.ro Elabor.	Project ID	NOME FILE	DATA	SCALA
PDef	201900883	Relazione	30	MESSINELLO	MESSINELLO Relazione Geologica del 02 03 2022.docx	02.03.2022	-
REVISIONI							
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE			ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
Rev.00	02.03.2022	Prima emissione			FC	MTM	VM

IL PROPONENTE Messinello Wind S.r.L. Messinello Wind S.r.L. Corso di Porta Vittoria n. 9 - 20122 - Milano P.IVA: 11426630965 PEC: messinellowind@mailcertificata.net	PROGETTO DI Geologo Francesco Criscenti via A. De Stefano, 13 91016 - Casa Santa (TP) e-mail: fcrigeo@libero.it SU INCARICO DI Coolbine Grounded Clean Ventures Coolbine S.r.L. Sede legale: Via Trinacria, 52 - 90144 - Palermo e-mail: progettazione@coolbine.it
---	--

REGIONE SICILIANA COMUNE DI MARSALA

OGGETTO: studio geologico inerente il progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a **33,465 MW**, su terreno agricolo nel Comune di Marsala (TP) in C.da Messinello identificato al N.C.T. al fg. 137, p.lla 4, 182 e fg. 138 p.lla 109,112,115,160,161,173,174,175,207 e altre afferenti alle opere di rete.

RELAZIONE GEOLOGICA

1 - PREMESSE

Il presente studio è stato eseguito su incarico ricevuto da "Coolbine s.r.l." - Via Trinacria 52, 90144 – Palermo ed ha lo scopo di fornire ai progettisti gli elementi e le informazioni necessarie per l'individuazione dei parametri geotecnici e sismici e l'individuazione dell'assetto idrogeologico definitivo, al fine di prevedere un corretto dimensionamento delle strutture da realizzare, per i lavori di cui in oggetto.

La finalità del progetto è quella della realizzazione di **n°05 aerogeneratori** aventi ciascuno una potenza nominale pari a **6 MW** e **n°01** avente potenza nominale pari a **3,465 MW**, su di un terreno agricolo, ed opera attuando un processo che converte in energia elettrica l'energia cinetica del vento, in **C.da Messinello**, Comune di Marsala.

Lo scopo quindi, è quello di verificare se le strutture da realizzare saranno di pregiudizio all'equilibrio meccanico dei terreni, idrogeologico e al deflusso naturale delle acque superficiali.

In ottemperanza alle disposizioni relative alla normativa vigente (D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e "Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7", Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018-Gazzetta Ufficiale 11/2/2019, n. 35 - Suppl. ord. n. 5), ed in relazione alla finalità del progetto, così come lo stato dei luoghi, sono stati effettuati i rilievi e le indagini necessarie.

In questa fase, infatti, mediante una campagna di indagini, (eseguita dalla ditta "Geoprospezioni" - Via Giuseppe Mulè, 5 - 90018 Termini Imerese (PA)) sono stati quantificati tutti quegli elementi indispensabili per una definizione più puntuale delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, meccaniche e simiche dei terreni ivi presenti.

Nel dettaglio, l'indagine si è articolata cercando di perfezionare ed approfondire lo studio geologico di superficie mediante appositi rilievi di dettaglio e successivamente mediante alcune prospezioni che si ritenessero più valide, in questa fase definitiva, sia dal punto di vista tecnico che economico (**n°06 Tomografie elettriche 2D** e **n°02 prove sismiche attiva MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)**).

Resta implicita la necessità di una verifica sperimentale e più dettagliata nel successivo studio esecutivo, per il quale si propongono una serie di sondaggi geognostici con perforazioni e successive analisi e prove di laboratorio sui campioni indisturbati, prove di resistenza meccanica in situ, posa in opera di strumentazione geotecnica e le successive interpretazioni.

L'ubicazione dei sondaggi geofisici è stata distribuita in maniera opportuna e successivamente riportata nell'allegata planimetria.

Successivamente, tenendo conto delle risultanze sperimentali e di quanto precedentemente acquisito, si è puntualizzata la ricostruzione geologica del sottosuolo specificando gli aspetti idrogeologici, geomorfologici, meccanici e sismici dell'area. Questi ultimi sono stati riportati, anche mediante rappresentazioni grafiche all'uopo prodotte.

Si precisa che i risultati e la documentazione fotografica delle *Indagini geofisiche*, possono essere visionati nei rapporti allegati alla presente relazione effettuati dalla ditta "Geoprospezioni" - Via Giuseppe Mulè, 5 - 90018 Termini Imerese (PA).

Il grado di conoscenza raggiunto, pur risultando approssimato nei limiti del metodo d'indagine utilizzato, si può considerare soddisfacente in questa fase di studio definitivo e rispondente alle necessità dell'intervento da realizzare.

L'area interessata ricade nella parte nord-est della Tavoletta di Baglio Chitarra, F.257 III N.E. e sud-est Borgo Fazio, F.257 IV S.E. della Cartografia Ufficiale redatta dall' I.G.M.I. e in particolare da come si evince dallo stralcio catastale allegato, in scala 1:2.000, identificato al N.C.T. al fg. 137, p.lla 4, 182 e fg. 138 p.lla 109, 112, 115, 160, 161, 173, 174,175,207 e altre afferenti alle opere di rete.

Le coordinate e i dati di riferimento catastali dei quattro aerogeneratori costituenti l'impianto sono i seguenti:

Aerogeneratore	Coordinate Geografiche	Foglio catastale	Particella
WTG1	37°49'20.66"N - 12°40'20.96"E	138	175
WTG2	37°49'33.11"N - 12°40'48.86"E	138	207
WTG3	37°49'53.28"N - 12°40'6.31"E	138	160
WTG4	37°49'56.66"N - 12°40'31.20"E	138	161
WTG5	37°50'26.28"N - 12°39'56.91"E	138	109, 112, 115
WTG6	37°50'18.08"N - 12°39'32.86"E	137	4, 182
Area cabine di trasformazione utente 30 kV/36 kV	37°49'12.55"N - 12°40'21.20"E	138	173, 174, 175

I risultati raggiunti dallo studio sono da considerare approssimati nei limiti consentiti dal metodo d'indagine utilizzato.

I risultati a cui è pervenuto lo studio, esposti nella presente relazione, risultano anche illustrati nei seguenti elaborati grafici:

- COROGRAFIA in scala 1:25.000, con ubicazione del sito d'intervento;
- COROGRAFIA in scala 1:10.000, con ubicazione del sito d'intervento;
- STRALCIO CATASTALE in scala 1:2.000, con ubicazione degli impianti;
- CARTA GEOLOGICA in scala 1:10.000;

- SEZIONE GEOLOGICA TIPO in scala 1:5.000;
- COLONNA LITOSTRATIGRAFICA TIPO in scala 1:100;
- CARTA GEOMORFOLOGICA in scala 1:10.000;
- CARTA IDROGEOLOGICA in scala 1:10.000;
- STRALCIO CARTA DEL "PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO RISCHIO IDROGEOLOGICO" (P.A.I) in scala 1:10.000 (D.A n°298/41 del 04/07/2000 e ss.mm.ii)
- RISULTATI DELLE PROVE GEOFISICHE (allegato a parte)

Si precisa, infine, che per l'inquadramento dell'area direttamente interessata dall'intervento e per l'ubicazione delle strutture da realizzare si è fatto ricorso alle indicazioni della committenza "Coolbine s.r.l." - Via Trinacria 52, 90144 - Palermo.

1.1 - Stato dei luoghi e interventi da progettare

L'area interessata dall'intervento è ubicata nel Comune di Marsala, in località "**Messinello**", in una zona collinare ubicata a circa 20.0 Km in direzione E rispetto al centro abitato di Marsala.

L'impianto sarà ubicato in una zona avente quote altimetriche s.l.m. comprese tra circa 120.0 m. e 210.0 m.

Nell'area oggetto di studio sono presenti alcune incisioni naturali che favoriscono la raccolta delle acque di deflusso superficiale e permettono di convogliarle nella zona di valle.

Ad oggi risultano manifesti segnali di instabilità morfologica, sia locale che globale dell'area oggetto di intervento, tali da alterare in modo evidente la naturale evoluzione dei luoghi.

L'impianto sarà costituito da **n°05 aerogeneratori** aventi ciascuno una potenza nominale pari a **6 MW** e **n°01** avente potenza nominale pari a **3,465 MW**, di cui si riportano nella seguente tabella (Tab.2.2) le caratteristiche geometriche e funzionali di progetto.

Aerogeneratore	WTG 1	WTG 2	WTG 3	WTG 4	WTG 5	WTG 6
Modello (presunto)	SG 6.0 - 170	SG 3.4 - 132				
Potenza Nominale	6,0 MW	3,465 MW				
N° Pale	3	3	3	3	3	3
Tipologia Torre	Troncoconica	Troncoconica	Troncoconica	Troncoconica	Troncoconica	Troncoconica
Diametro Rotore	170 m	132 m				
Altezza Mozzo	115 m	165 m	100 m	165 m	165 m	84 m
Altezza al top	200 m	250 m	185 m	250 m	250 m	150 m
Velocità Cut-in	3 m/s					
Velocità Cut-out	25 m/s					
Intervallo temperatura ambiente di riferimento	-20°C - +45°C					

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la futura sezione 36 kV della stazione elettrica (SE) a 220 kV denominata "Partanna 2" della RTN, inserita in entra - esce sulla

linea RTN a 220 kV "Fulgatore – Partanna". Detta stazione sarà inoltre collegata, tramite un nuovo elettrodotto 220 kV di collegamento della RTN, con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stazione a 220 kV di Partanna.

Dunque, l'energia prodotta dai generatori eolici sarà convogliata tramite elettrodotto interrato MT 30 kV alla cabina utente e da qui alla cabina di trasformazione utente 30 kV/36 kV in cui avviene l'innalzamento della tensione da 30 kV a 36 kV. Dunque, passando nuovamente dalla cabina utente, tramite cavidotto interrato 36 kV, l'energia prodotta dagli aerogeneratori viene convogliata alla sezione 36 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) 220 kV "Partanna 2" della RTN. La cabina utente e la cabina di trasformazione utente 30 kV/36 kV saranno poste in un'area prossima all'aerogeneratore WTG 1, accessibile da pubblica via, denominata "area cabina di trasformazione utente Messinello Wind S.r.L."

Si precisa che il cavidotto 36 kV interrato dalla cabina di trasformazione utente alla sezione 36 kV della SE Partanna 2 per il collegamento dell'impianto eolico Messinello alla RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima SE costituisce impianto di rete per la connessione a cura di Terna S.p.A.

E' prevista, pertanto, la realizzazione di:

- impianto eolico dalla potenza massima complessiva di 33,465 MW, ubicato in località contrada Messinello, nel comune di Marsala (TP);
- 4 vani accumulatori (container/cabina) contenenti i dispositivi di accumulo dell'impianto, posati in opera in prossimità di ciascun aerogeneratore;
- sistema di cavidotti interrati MT a 30 kV per il collegamento degli aerogeneratori alla cabina di trasformazione utente 30 kV/ 36 kV;
- opere elettriche accessorie (apparecchiature elettriche di protezione, gruppi di misura, etc);
- opere civili (strada di accesso, piazzole a servizio degli aerogeneratori, etc);
- impianto di utenza a cura del proponente costituito da:
 - cabina utente contenente i quadri BT ed MT, la cabina scada, trasformatore per servizi ausiliari, e apparecchiatura di misura (AdM);
 - nuova cabina di trasformazione utente 30 kV/36 kV, da realizzare nel comune di Marsala;
- cavidotto interrato a 36 kV di collegamento tra la nuova cabina di trasformazione utente 30 kV/36 kV e la sezione 36 kV della SE Partanna 2, avente lunghezza di circa 480 m;
- impianto di rete (a cura di Terna S.p.A.) come da soluzione tecnica proposta dal Gestore di Rete adeguata al nuovo standard di connessione alla RTN a 36 kV e accettata formalmente dalla società proponente Messinello Wind S.r.L. in data 26/01/2022, che prevede la realizzazione di una nuova sezione (o stallo) arrivo produttore a 36 kV della nuova Stazione Elettrica RTN 220 kV denominata "Partanna 2", inserita in entra – esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore – Partanna". Detta stazione sarà inoltre collegata, tramite un nuovo elettrodotto a 220 kV di collegamento della RTN con la stazione 220 kV di Partanna, previo

ampliamento della stazione a 220 kV di Partanna (si veda l'elaborato di progetto "Rel.10 Preventivo di connessione e accettazione soluzione tecnica di allaccio" nella sua seconda versione "Rev.01" del 21/04/2022).

L'impianto sarà installato a terra, un'area la cui destinazione d'uso è compatibile con l'attività di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (D.Lgs. 387/03, art.12, comma 7 e s.m.i.).

Infine tale intervento una volta inserito, a regola d'arte, nel contesto ambientale attraverso l'adozione di un sistema meno invasivo possibile, avrà un impatto ambientale e visivo minimo e/o praticamente nullo.

2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Dal rilevamento geologico nell'area oggetto di studio è emerso che nell'intorno affiorano terreni appartenenti all'intervallo cronostratigrafico che va dal Cretaceo sup.-all'attuale.

In particolare si tratta di terreni appartenenti ad una successione tipica di questa porzione di territorio della Provincia di Trapani che, nel dettaglio, procedendo dal basso verso l'alto è così rappresentata:

- Calcilutiti marnose e calcisiltiti di colore bianco rosato e/o rosso violaceo a foraminiferi planctonici, in strati di spessore variabile (da qualche cm. ad alcuni dm.), a luoghi calcilutiti e calcareniti con liste e noduli di selce, "Scaglia", a forma ameboidale o ellissoidale, di colore generalmente nero, che a volte danno luogo ad irregolari strutture stratiformi, talora passanti verso l'alto a calcari marnosi e marne di colore grigio cenere con intercalazioni di calcareniti grigie (1) con presenza saltuaria di livelli di brecciole nummulitiche addizionate (2). Spessore di svariate decine di mt. (Cretaceo sup.-Oligocene medio).

- Argille e argilliti brune, siltose, ricche in ossidi di ferro a struttura caotica, scagliettate, a luoghi sabbiose di colore grigio-giallastro, ricche di pirite, glauconite e quarzo (1), con frequenti intercalazioni in banchi e livelli di sabbie e arenarie quarzose compatte in strati decimetrici, calcareniti e brecciole talora gradate, a macroforaminiferi (2). Via via che ci si sposta verso l'alto, le quazareniti da fini diventano grossolane (quazoruditi) e debolmente cementate. Nei livelli più superficiali, esse assumono una colorazione variabile dal bruno giallastro al grigio giallastro, per alterazione derivante dalla circolazione idrica (Oligocene sup.-Miocene inf.).

- Calcareniti glauconitiche più o meno cementate, con alternanze di livelli pelitici bruno-verdastri e noduli fosfatici nella parte basale, in strati di alcuni decimetri di spessore, con tenore talora alto di clasti quarzosi, con fauna di mare basso ad Echinidi, denti di pesce, Gasteropodi, Lamellibranchi, Cefalopodi (Burdigaliano-Langhiano basale).

- Depositi terrigeni fluvio-deltizi: argille sabbiose con lenti di sabbie, arenarie e conglomerati; sabbie arenarie grigio giallastre a stratificazione incrociata, con intercalazioni di livelli pelitici e conglomeratici; conglomerati bruno rossastri costituiti da elementi arrotondati di natura silico-arenacea e calcarea,

variamente intercalati: "Formazione Cozzo Terravecchia" (Tortoniano-Messiniano inf.)

- Calcari e calcari organogeni in grossi banchi, grigio gialloglioli, contenenti una macrofauna a prevalenti Pettinidi, con a tetto e intercalate argille grigie fossilifere contenenti Ostracodi, Gasteropodi, Lamellibranchi, Foraminiferi: "Formazione Calcarea-Arenacea di Baucina" (Messiniano inferiore).

Segue la Serie Gessoso-Solfifera:

- Gessi e gessareniti intercalati a livelletti pelitico gessosi con presenza di frustoli carboniosi (Messiniano superiore).

- Calcari a "Congerie", calcari e calcareniti organogeni (Messiniano superiore).

- la successione evaporitica risulta troncata in modo netto da marne e marne calcaree "Trubi" di colore grigio biancastro con abbondante presenza di microfauna marina a Globigerine (Pliocene inferiore).

- Depositi terrigeni legati quasi interamente a meccanismi di correnti di torbida: sono costituiti da una alternanza di strati pelitico-arenacei. Si presentano sotto forma di marne e marne argillose di colore bianco grigiastro tendente al bruno variamente intercalate e non stratificate. Il contenuto faunistico è dato da un'abbondante presenza di Globigerine: "Formazione Marnoso-Arenacea della Valle del Belice" (Pliocene medio e superiore).

- Calcarenitici in giacitura suborizzontale, talora con alternanze di orizzonti limo-sabbiosi ed inclusioni di ciottoli arenacei, a scarso grado di cementazione e di potenza variabile. Si presentano terrazzati con superfici riconducibili a due principali ordini di terrazzi marini di quote comprese tra m. 100.0 e m. 150.0 s.l.m.. Sono, inoltre, ricchi di faune banali (Gasteropodi, Lamellibranchi e Briozoi). Si sono originati in seguito a trasgressioni e regressioni di origine eustatica e isostatica avvenute nel corso del Quaternario (circa mezzo milione di anni fa). Il litotipo non sempre affiorante nell'area, raramente supera il alcuni metri di profondità ("Grande Terrazzo Superiore").

- Alluvioni attuali, terrazzi fluviali antichi e recenti costituiti da ghiaie, sabbie e limi, in abbondante matrice limo-argillosa (Attuali).

Autori: S. Bommarito-U. D'Angelo- S. Vernuccio)

2.1 - Terreni affioranti nell'area

Il sito su cui dovranno insistere direttamente le strutture in questione è ubicato nel Comune di Marsala, in località "**Messinello**", in una zona collinare ubicata a circa 20.0 Km in direzione E rispetto al centro abitato di Marsala, laddove affiorano le argille sabbiose con lenti di sabbie, arenarie e conglomerati, sabbie arenarie grigio giallastre a stratificazione incrociata, con intercalazioni di livelli pelitici e conglomeratici e conglomerati bruno rossastri costituiti da elementi arrotondati di natura silico-arenacea e calcarea, variamente intercalati e in piccola parte dell'area, adiacente al Baglio Messinello, invece costituita da marne e marne calcaree di colore grigio biancastro.

Tale orizzonte mostra una spiccata eterogeneità tridimensionale in ragione della variabilità granulometrica e di compattezza dei suoi litotipi. Infatti sono

presenti, variamente intercalati, livelli argilloso sabbiosi con livelli e banchi di sabbia e lenti di arenarie e conglomerati di natura quarzose.

La formazione costituisce quindi, l'orizzonte su cui dovranno realizzarsi le opere, ed è caratterizzata da un notevole spessore (circa 50-100 m.) ed estensione areale.

Il litotipo costituito essenzialmente da argille e argille sabbiose è contraddistinto da un orizzonte superficiale variamente alterato di colore beige-nocciola e uno più profondo di diverse decine di metri di colore grigio-azzurrognolo, molto compatto, poco plastiche e con struttura caotica e scagliettata a causa dei fenomeni di stress tettonico subito durante la loro messa in posto.

I livelli, i conglomerati e le intercalazioni e banchi di arenarie ad assetto variabile, presenti all'interno dell'ammasso argilloso, sono interessati da una rete di discontinuità che ne determina un certo grado di scomposizione; la frequenza litoide aumenta, in alcuni casi, procedendo verso l'alto sino ad evolvere esclusivamente a banchi di arenarie.

I litotipi sopra elencati appaiono a volte sovrastati da una coltre argillosa di origine verosimilmente colluviale, spesso alcuni decimetri, più o meno alterata e rimaneggiata, contenente al suo interno blocchi e frammenti litoidi di natura silicea e/o livelli sabbiosi.

Qui di seguito viene schematizzata una successione a partire dal piano campagna:

- da 0.0 a 1.00 m.=Terreno humico a matrice limo-sabbiosa di colore marrone scuro e/o alterazione del substrato sottostante con inclusi litoidi;
- da 1.00 a 10.50 m.=Orizzonte limo-sabbioso con intercalazioni di conglomerati quarzosi arrotondati. Il colore è tabacco-nocciola;
- da 10.5 m. in poi=Argille marnose verdastre, asciutte e consolidate della potenza di svariate decine di metri. Alterate nella parte superficiale. Argille di base (bedrock).

3 - ASPETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

L'assetto geomorfologico attuale dell'area è strettamente connesso all'eredità tettonica, alla natura dei litotipi presenti, alla loro giacitura e ai successivi modellamenti ad opera degli agenti morfogenetici.

L'aspetto generale è caratterizzato dal classico modellamento degli agenti atmosferici espletatisi ad opera delle acque corrive, dalla gravità e dagli agenti chimici soprattutto sui terreni argillosi.

Non si evincono, infatti, forme o strutture particolari ma solo alti e bassi topografici, rappresentati da modesti rilievi tipici della nostra zona ("Timponi") separati da vallecole, dai fianchi molto dolci e moderatamente acclivi, venendo talora interrotti da modeste rotture di pendenza che stanno ad evidenziare il passaggio a litologie aventi competenze e caratteristiche geotecniche

maggiori, consentendo la loro enucleazione. La struttura e la tessitura dei litotipi, quindi, ha esaltato alcune forme a discapito di altre.

Questo è evidente nell'area limitrofa il sito oggetto di studio dove prevale la struttura a scaglie, intensamente tettonizzata con la presenza di diaclasi, pieghe a volte ripiegate con assi variamente dislocati.

Quando l'attività tettonica arriva all'estremo le pieghe si fratturano determinando la formazione di una serie di faglie variamente disposte.

Tale orizzonte costituito da calcari marnosi cretacei molto tettonizzati insieme alle argille del Miocene inf.-Oligocene sup., sovrascorrono sulle argille marnose Mioceniche più recenti.

Le "forme ereditate" sono costituite dagli "alti" e dai "bassi" topografici, le "forme attuali" dagli effetti del modellamento operato dalle acque selvagge ed incanalate, responsabili della costruzione di alcuni canali.

I bassi rilievi collinari "Timponi", tipici della nostra zona sono di modesta altitudine e raramente superano i 300-400 m. di altezza.

Complessivamente le pendenze vanno da un massimo di 15°-20° ad un minimo di 2°-4° nelle porzioni più a valle.

La zona direttamente interessata dallo studio, che dal punto di vista planoaltimetrico presenta quote assolute s.l.m. comprese tra 120.0 m. e 210.0 m., si trova in località "Messinello".

Nel complesso esso gode di discrete doti di stabilità generale considerata la natura litologica dei terreni presenti e le relative proprietà meccaniche nonché la giacitura e struttura dell'ammasso in rapporto alla conformazione del pendio attuale.

Relativamente a forme legate a processi di instabilità idrogeologica non si ravvisano, allo stato attuale, elementi che possano far temere tale prospettiva.

Infatti, la "drenanza" dei livelli presenti ed il loro grado di compattazione inibiscono deflussi superficiali articolati per le acque di pioggia.

Per altro verso il reticolo idrografico (nell'area d'intervento) testimonia un deflusso in parte incanalato dove viene anche privilegiato un ruscellamento omogeneamente distribuito.

Non si ravvisano, allo stato attuale, nel suolo oggetto di intervento, forme riconducibili a tipici processi di instabilità gravitativa (nicchie di distacco, fratture di trazione, accumuli e deformazioni varie del suolo, etc.).

Inoltre, sulla scorta del modello geologico complessivo esposto nei vari paragrafi, non si individuano elementi particolarmente sfavorevoli nell'economia delle condizioni morfologiche generali e non si intravedono, almeno allo stato attuale ed in questa fase dell'indagine, fenomeni incipienti che ne possano alterare lo stato di equilibrio raggiunto.

Infatti nell'area di intervento, sono quasi assenti canali di scolo, impluvi ed incisioni del suolo riconducibili a deflussi orientati e circoscritti a deflussi superficiali delle acque di pioggia che insistono sull'area che provengano da monte e che possano instaurare processi erosivi e/o di trasporto così come di accumulo.

Però la natura dei terreni argillosi limitrofi, le condizioni morfologiche generali,

unitamente a quelle climatiche, potrebbe essere responsabile di fenomeni di creep e colamenti del suolo argilloso in aree limitrofe dal sito oggetto di intervento.

4 - SITUAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE E CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEI LITOTIPI PRESENTI (valutazioni qualitative e quantitative dei vari orizzonti)

L'ipotesi del modello di circolazione idrica sotterranea dell'areale relativo all'insediamento di cui in oggetto va, necessariamente, ricondotto all'Unità Idrogeologica di appartenenza che, nel nostro caso, riguarda un intorno molto più vasto di quello considerato.

La modalità con cui avviene il deflusso del circuito idrogeologico è determinata soprattutto dal tipo e dal grado di permeabilità dei terreni riscontrati e dalla sua struttura.

In ogni caso la roccia serbatoio principale è costituita dai calcari marnosi eocenici, presenti nella zona limitrofa l'area in oggetto, e subordinatamente alla relativa estensione areale, dalle alluvioni di valle e dalle argille con livelli e banchi quarzosi.

L'esperienza fa ritenere estremamente limitato il ruolo idrogeologico delle argille quarzose per le trascurabili doti di permeabilità che le contraddistinguono.

La realtà geologica delle zona di studio quindi, impedisce la formazione di accumuli idrici sotterranei, infatti, il potente pacco di strati argillosi, non consentendo l'infiltrazione in profondità delle acque meteoriche, ne inibisce la raccolta nel sottosuolo impedendo di conseguenza la creazione di falde idriche degne di nota.

La possibilità di rinvenire acqua nel sottosuolo è legata esclusivamente all'orizzonte superficiale che, avendo una matrice limo sabbiosa con livelli sabbiosi e inclusi conglomeratici quarzarenitici arrotondati, di varia dimensione e uno spiccato grado di alterazione e rimaneggiamento, è parzialmente permeabile; si favorisce, così, un eventuale scorrimento lungo le vie preferenziali grazie anche al complesso plastico sottostante impermeabile che funge da letto di base.

Il modello idrogeologico che emergere quindi, sarebbe quello di una circolazione limitata e circoscritta delle acque nell'orizzonte alterato superficiale, che vengono facilmente drenate a valle, grazie alla presenza di incisioni, canali e impluvi presenti nelle aree limitrofe.

Poi, il letto di base costituito dalle argille marnose praticamente impermeabili favorisce il deflusso e lo scorrimento delle acque in varie direttrici di convergenza.

A testimonianza di ciò vi è la presenza/necessità nell'area, di numerosi laghetti collinari realizzati grazie ai terreni impermeabili della zona, che favoriscono e permettono l'accumulo di acqua piovana, necessaria alla coltivazione delle piantagioni presenti.

L'idrografia sotterranea è quindi determinata dalle inevitabili influenze di capacità drenanti dei vari litotipi e sull'andamento e distribuzione in profondità dei circuiti idrici e quindi dal rapporto tra i vari livelli argillosi, sabbiosi, arenacei oltre che di quelli strutturali.

Il coefficiente di permeabilità K quindi varia in funzione dei vari livelli presenti.

In definitiva quindi, l'orizzonte superficiale è contraddistinto da argille sabbiose che costituiscono un livello semipermeabile per porosità, sono dotate di una permeabilità (K) variabile di 10^{-3} - 10^{-5} cm/s che ne definisce una permeabilità medio-bassa (semipermeabile).

L'orizzonte inferiore costituito da argilla grigia più compatta (bedrock), rappresenta un livello praticamente impermeabile, avente un coefficiente di permeabilità (K) compreso tra 10^{-7} - 10^{-9} cm/s.

Allo stato attuale l'area oggetto di studio appare stabile non identificando né intravedendo forme di dissesto e/o fenomeni incipienti che possano alterare l'equilibrio morfologico raggiunto. Non sono inoltre presenti particolari condizioni che potrebbero rendere vulnerabile un eventuale acquifero sotterraneo.

4.1 - Azione meccanica delle acque superficiali

Tale azione, strettamente legata ai fattori climatici ed alle condizioni litologico-strutturali dei luoghi, produce forme di erosione come gli alvei torrentizi e forme di accumulo come i depositi alluvionali.

Alle prime si deve, principalmente, la formazione del reticolo idrografico, alle seconde, l'azione erosiva e la deposizione delle alluvioni nel fondo valle, dove la diminuita pendenza dell'alveo riduce la capacità di trasporto solido, prodotto dall'erosione delle rocce circostanti.

Nei luoghi, il modellamento operato dal deflusso superficiale ha provocato l'incisione dei letti torrentizi ed il conseguente reticolo idrografico.

Questo risulta più articolato sui terreni argillosi (thalwegs aventi un grado massimo di gerarchismo del 2°-3° ordine di Schumm) che negli altri affioramenti per logiche ragioni intrinseche della struttura e tessitura del litotipo.

Infatti, i thalwegs presenti vicino alla zona in esame, testimoniano la presenza di orizzonti argillosi che favoriscono l'incisione dei litotipi da parte delle acque.

Nell'intorno considerato, il deflusso superficiale incanalato risulta essere quantitativamente modesto; tali terreni, infatti, sono solcati da linee di impluvio che tendono ad alimentare i Torrenti principali, posti ad nord e sud dell'area oggetto di studio, a carattere prettamente torrentizio e stagionale, asciutto nei mesi estivi e con portate modeste nei mesi invernali, spesso regolato nell'avanzamento dalla giustapposizione di briglie e gabbioni. I Torrenti si sviluppano da E verso W nella parte nord e sud della zona oggetto di studio e permettono quindi di drenare le acque superficiali.

Nel fondovalle, quindi, in zona di bassa energia, si rinvencono frequentemente dei depositi elu-colluviali, assumendo un andamento poco acclive e/o quasi pianeggiante.

Nelle zone in cui prevale la matrice argillosa le acque, oltre agli effetti meccanici esercitano, infiltrandosi nel suolo, un'azione emolliente che, in corrispondenza dei pendii più acclivi potrebbero provocare, con il concorso della gravità, il colamento verso valle di porzioni superficiali di terreno (creep) nelle zone limitrofe all'area oggetto di intervento.

Infatti, le acque vadose, a bassa profondità, potrebbero determinare l'ammollimento dei terreni argillosi causando, con l'aiuto della gravità, il colamento verso valle di lame di terreno, la cui potenza, generalmente, non supera i 1.00-2.00 m. di spessore.

Fenomeni di ruscellamento sono presenti un pò in tutta l'area dove vi sono i terreni pseudocoesivi.

5 - LE INDAGINI SPERIMENTALI E LE ATTREZZATURE UTILIZZATE

5.1 - Generalità

Da come anticipato nelle premesse e considerate le problematiche progettuali, allo scopo di verificare le caratteristiche litologico-strutturali, idrogeologiche e sismiche degli orizzonti attraversati, si è proceduto, in questa fase dello studio definitivo, alla realizzazione delle seguenti indagini:

- n°06 *Tomografie elettriche 2D*;
- n°02 *prove sismiche attive MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)*.

Tutti i dettagli delle attrezzature utilizzate, i risultati e la documentazione fotografica delle *Indagini geofisiche*, possono essere visionati nei rapporti allegati alla presente relazione effettuati dalla "Geoprospezioni" - Via Giuseppe Mulè, 5 - 90018 Termini Imerese (PA).

5.2 - I RISULTATI E L'INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI SPERIMENTALI

5.2.1 - Le indagini sperimentali e le attrezzature utilizzate

5.2.2 - Generalità della Tomografia elettrica 2D

La *Tomografia elettrica 2D* è un metodo d'indagine geofisica che analizza il sottosuolo sulla base delle variazioni delle sue caratteristiche elettriche.

In particolare la tomografia elettrica bidimensionale rientra tra le indagini geoelettriche ovvero è basata sul diverso comportamento dei litotipi quando vengono attraversati da una corrente continua e permette di distinguerli sulla base delle loro caratteristiche elettriche.

Il parametro utilizzato per distinguere i diversi litotipi è la resistività elettrica che viene rilevata generando nel sottosuolo un campo elettrico ed analizzando le linee equipotenziali da esso prodotte in superficie.

Il principale vantaggio nell'utilizzo della tomografia elettrica bidimensionale è che essa si svincola dalle ipotesi di partenza delle altre metodologie geoelettriche ovvero non è necessario ipotizzare, in fase di elaborazione, la presenza di un terreno omogeneo, isotropo ed a stratificazione pianparallela in quanto la tomografia permette di evidenziare ed analizzare le variazioni laterali e di definire la morfologia delle anisotropie.

Immettendo, quindi, nel terreno, tramite un adeguato numero di elettrodi, una corrente continua, si produce in esso un campo elettrico la cui forma dipende principalmente dalle caratteristiche elettriche e dalla disposizione dei litotipi realmente presenti nel sottosuolo. Analizzando, tramite altri elettrodi, la distribuzione delle linee di forza che il campo elettrico ha assunto nell'area d'interesse, si può risalire alla distribuzione spaziale dei litotipi. La distanza tra i vari elettrodi ed il tipo di configurazione elettrodica, nonché il numero totale di elettrodi infissi e la forma dello stendimento sono strettamente legati alla forma che il campo elettrico ha assunto nel sottosuolo e quindi alla profondità d'indagine ed al dettaglio ottenuto.

In particolare, per eseguire l'indagine tomografica richiesta sono stati infissi nel terreno un totale di 24 elettrodi in acciaio inox per ogni stendimento lineare. Gli elettrodi sono stati connessi ad un georesistivimetro multicanale dotato di sistema di commutazione e di energizzatore capace di generare in uscita differenze di potenziale sino a 800 V c.c. ed eseguire, per ogni energizzazione, 10 misurazioni simultanee di superfici equipotenziali migliorando di molto il dettaglio delle misure e diminuendo i tempi di acquisizione. In totale, per ogni stendimento, sono state acquisite 835 misure e ogni misura è stata a sua volta il risultato di numerose altre misurazioni automaticamente mediate per un tempo opportunamente impostato e più volte ripetute invertendo la polarità degli elettrodi energizzanti al fine di eliminare gli effetti capacitivi e migliorare la qualità della misura stessa.

I dati così ottenuti sono quindi il risultato di un'analisi del sottosuolo il cui intero volume d'indagine è stato suddiviso in più piccoli volumi elementari chiamati voxel. I dati acquisiti sono stati filtrati ed elaborati inserendo anche i dati topografici ed ottenendo per ogni voxel indagato un valore di resistività apparente che risente però ancora dell'influenza cumulativa dell'intero volume di sottosuolo attraversato dal campo elettrico. Questi valori sono stati a loro volta processati, sviluppati in matrici ed "invertiti" ricercando, tra un'infinità di combinazioni di modelli, quello che meglio si adatta ai dati sperimentali.

Il risultato di tale processo iterativo è un modello del sottosuolo in cui per ogni voxel è stato calcolato un valore di resistività vero. A questo punto si è provveduto a rappresentare in maniera graficamente esaustiva tale modello con una sezione tomografica passante per ogni allineamento di elettrodi eseguito.

In particolare su ognuna delle seguenti schede è stato plottato il risultato di tali elaborazioni che illustrano la distribuzione in senso verticale ed orizzontale dei valori di resistività elettrica modellizzati desumibili dalle scale colori associate.

5.2.3 - Interpretazione dei risultati emersi dalle indagini sperimentali Indagini Tomografia elettrica 2D

Sono stati eseguiti n°06 approntamenti ed installazioni della attrezzatura con stesa multi elettrodo e i profili con distanza elettrodo fino a 2.0 m, per una lunghezza per ogni singolo stendimento di 46.0 m.

L'elaborazione dei risultati delle varie *tomografie 2D*, ha consentito una verifica e ricostruzione approssimata e pressochè ininterrotta della successione litostratigrafica nei punti investigati.

Quindi sulla scorta dell'esame delle restituzioni, si è potuto valutare e suddividere i vari orizzonti presenti nell'area oggetto di intervento.

In particolare, le indagini geoelettriche hanno consentito di modellizzare valori di resistività elettrica compatibili con il complesso argilloso in affioramento.

Inoltre, in superficie la distribuzione dei valori di resistività elettrica è risultata più caotica mentre più in profondità i valori risultano più omogenei e compresi tra 3 a 15 Ω m.

La distribuzione caotica superficiale dei valori di resistività elettrica è compatibile con la coltre superficiale e con un modello di sottosuolo dove litotipi a consistenza sabbiosa o conglomeratica, aventi valori di resistività elettrica poco più elevati, sono intercalati a litotipi argillosi o argilloso sabbioso o limosi aventi valori inferiori di resistività elettrica. Analogamente bassi valori di resistività elettrica in superficie possono essere correlabili con la presenza di litotipi argilloso limosi localmente umidi.

Quindi le prospezioni geofisiche hanno evidenziato, in base ai valori di resistività elettrica, una certa disomogeneità granulometrica (limi sabbiosi e sabbie con inclusi conglomeratici quarzosi) e una spiccata anisotropia tessiturale e strutturale sia in senso verticale che orizzontale, nell'orizzonte superficiale (circa 6.0/8.0 m.).

Queste ultime sovrastano le argille sovraconsolidate ed impermeabili, occultandone in parte, la geometria del suo "tetto".

I sondaggi non hanno consentito di definire lo spessore complessivo della successione, ma dal quadro geologico d'insieme e dalle peculiarità di questa sua porzione (basale) si può ipotizzare estesa nel sottosuolo svariate decine di metri.

In tutte le indagini geofisiche inoltre, nei primi metri di terreno, non si è riscontrata una condizione di diffusa e spiccata presenza di acqua.

Infatti nelle sezioni tomografiche, effettuate in corrispondenza di ogni aerogeneratore, si evidenziano accumuli di circolazione idrica effimera circoscritta e superficiale (circa 4.0/6.0 m.), legata anche agli eventi piovosi invernali.

Risulta evidente, a tal proposito, che tali litotipi superficiali risulteranno asciutti nel periodo estivo, caratterizzato da eventi piovosi limitati; si determina quindi, una certa variabilità (limitata) nel contenuto d'acqua secondo le fluttuazioni stagionali nel corso dell'anno. I terreni individuati nel masso di suolo di interesse

progettuale quindi, non sono sede di circolazione idrica sotterranea degna di nota (*non sono presenti falde freatiche*);

Qui di seguito si illustrano le *Sezioni Tomografiche 2D*:

Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te1

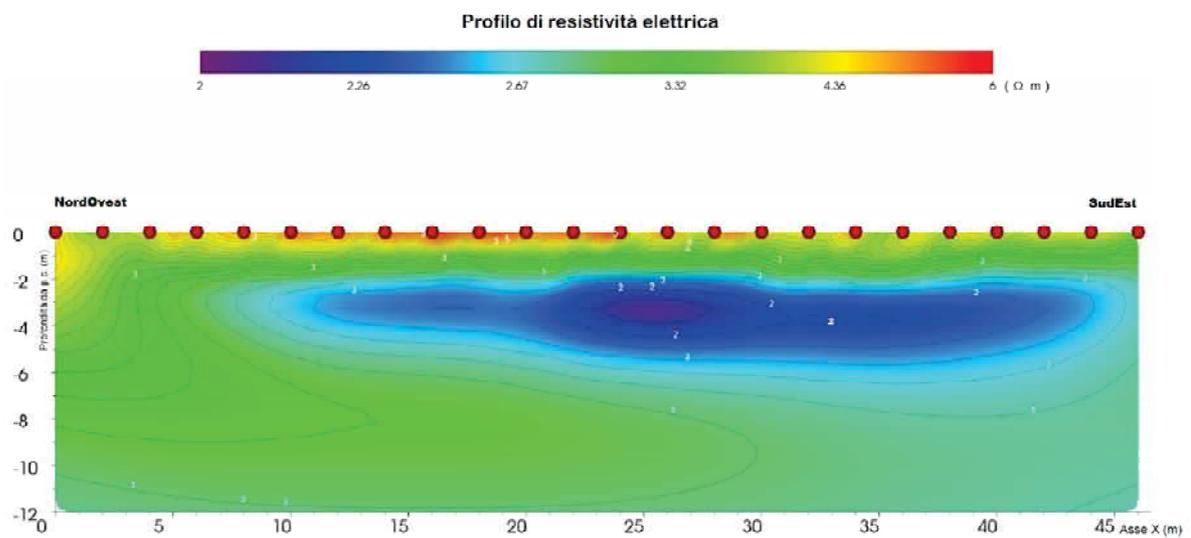
Aerogeneratore WTG6

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo

Distanza interelettroica media: 2 m

Data di acquisizione: 12/02/2022

Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te2

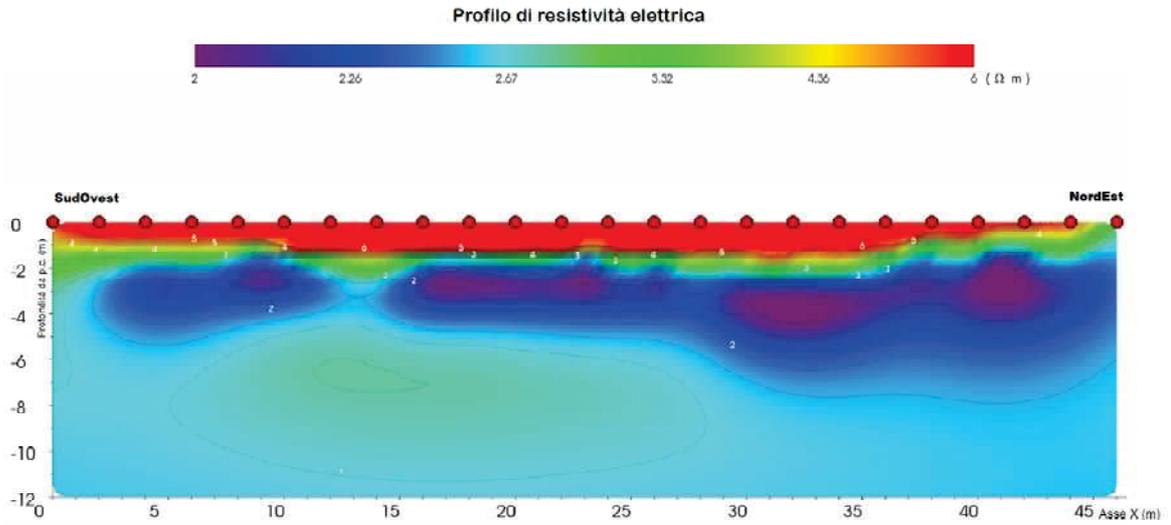
Aerogeneratore WTG5

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo

Distanza interelettroica media: 2 m

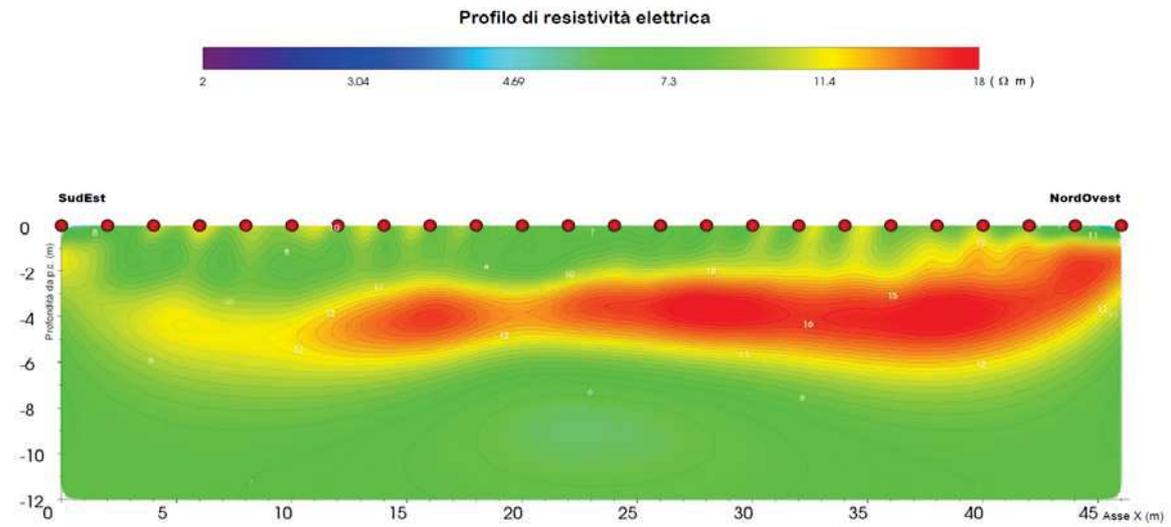
Data di acquisizione: 12/02/2022

Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



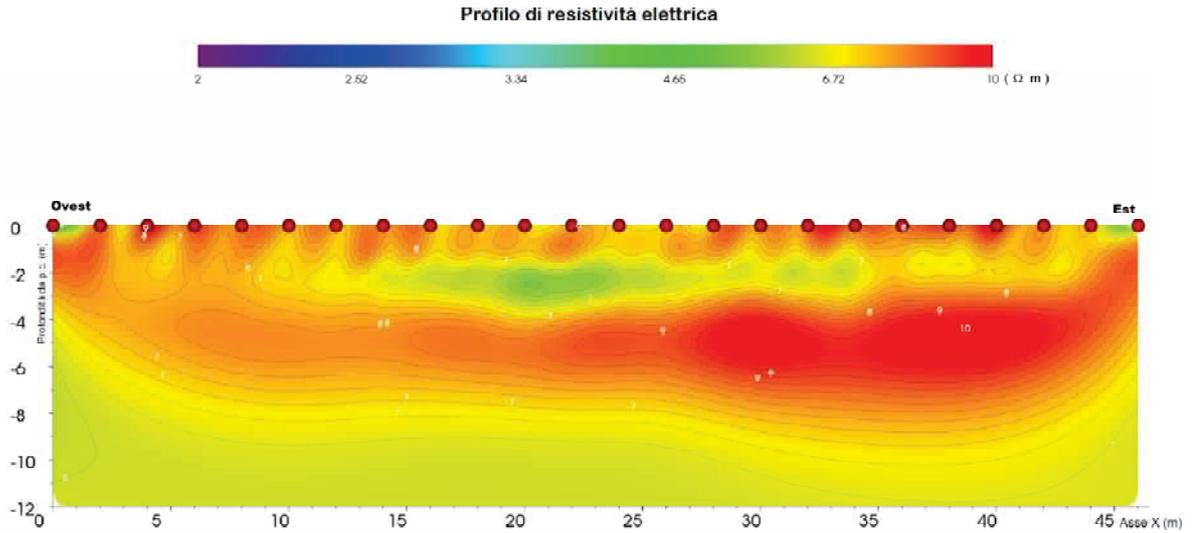
Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te3 Aerogeneratore WTG3

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo
 Distanza interelettroda media: 2 m
 Data di acquisizione: 12/02/2022
 Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



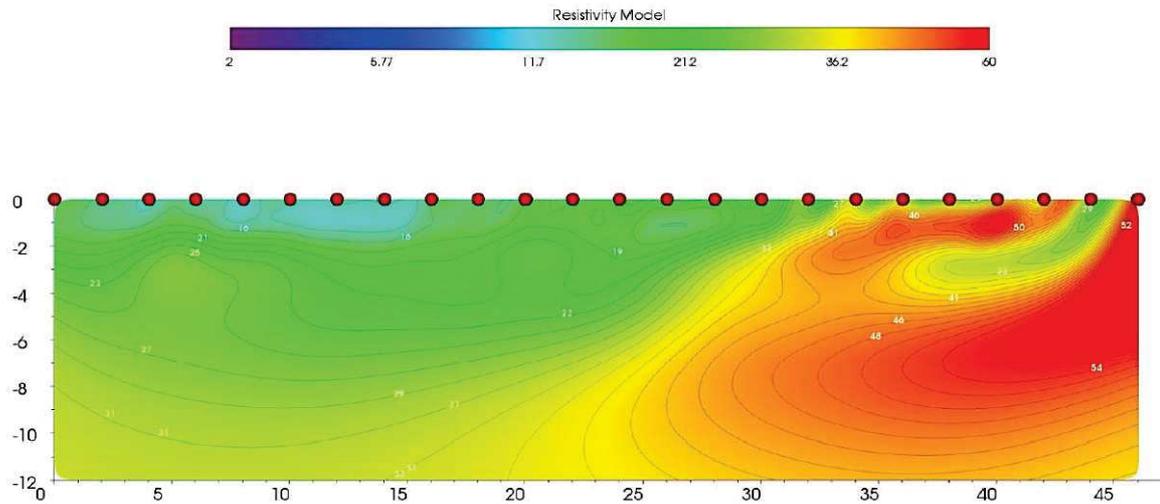
Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te4 Aerogeneratore WTG4

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo
 Distanza interelettroda media: 2 m
 Data di acquisizione: 13/02/2022
 Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



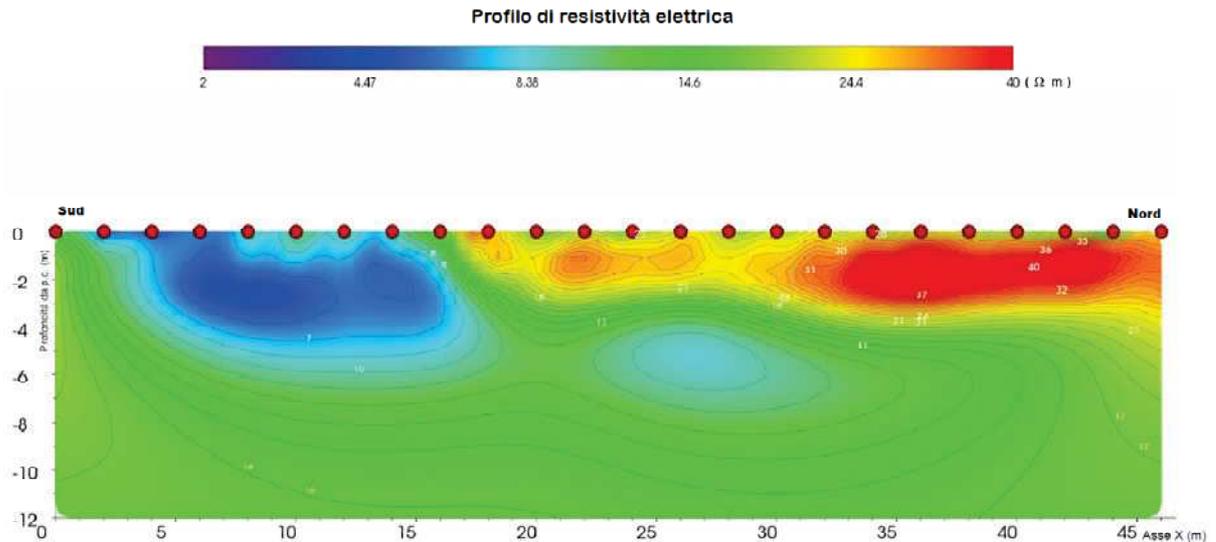
Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te5 Aerogeneratore WTG1

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo
 Distanza interelettroica media: 2 m
 Data di acquisizione: 13/02/2022
 Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



Tomografia elettrica 2D - Stendimento Te6 Aerogeneratore WTG2

Tipo di array: Wenner, Schlumberger, Dipolo Dipolo
 Distanza interelettroica media: 2 m
 Data di acquisizione: 13/02/2022
 Georesistivimetro utilizzato: IRIS Syscal PRO Switch 72



Per un'acquisizione più chiara e completa dei risultati e la documentazione fotografica delle *Indagini geofisiche*, possono essere visionati i rapporti allegati a parte, effettuati dalla ditta "Geoprospezioni" - Via Giuseppe Mulè, 5 - 90018 Termini Imerese (PA).

6 - CLASSIFICAZIONE SISMICA

6.1 - Generalità macro e microsismiche dell'area

Per zonazione sismica si intende un insieme di criteri geologici, geofisici, ingegneristici e sociali atti ad individuare e delimitare aree a risposta omogenea nei riguardi delle calamità naturali.

In funzione dell'estensione delle aree studiate si parla di:

- *Macrozonazione*, se la scala delle aree è a livello regionale;
- *Microzonazione*, se la scala per la destinazione d'uso è a livello comunale;
- *Caratterizzazione sismica dei siti*, se la risposta è a scala di una singola struttura.

Nello studio di *macrozonazione* è importante definire qual è il "periodo di ritorno" di interesse. Esso rappresenta il lasso di tempo corrispondente alla vita media di una costruzione (100 anni); pertanto tale struttura dovrà essere in grado di sopportare, nel proprio periodo di vita media, quell'evento sismico con intensità massima che statisticamente la colpirà.

Generalmente dalla correlazione tra la "magnitudo" e rispettivi "periodo di ritorno" si evidenzia come a piccoli periodi di ritorno corrispondono eventi sismici di bassa magnitudo, mentre a grandi periodi corrispondono eventi con magnitudo elevata.

Per quanto riguarda l'aspetto legato all'amplificazione dei terreni in relazione all'azione sismica, la normativa prevede la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo (D.M. 17.01.2018) definendo **cinque**

categorie e/o tipologie di sottosuolo (**A, B, C, D** ed **E**) da individuare in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s), secondo la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = H / \sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}} \quad [\text{m/s}]$$

dove h_i e V_{si} indicano rispettivamente lo spessore (in m) e la velocità media delle onde di taglio dello spessore i -esimo per un totale di N strati presenti e H indica la *profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.*

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono:

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO:

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità di onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni con caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m.

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.

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

6.2 - Le indagini sperimentali e le attrezzature utilizzate

6.2.1 - Generalità della Prova Sismica attiva MASW

La metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) permette di modellizzare la velocità delle onde S con la profondità sfruttando la correlazione che le stesse hanno con le onde superficiali che, a differenza delle S, posseggono molta più energia e risultano, quindi, molto più facili da campionare. La tecnica MASW rientra tra le tecniche di sismica attiva, ovvero il sottosuolo viene energizzato dalla superficie generando onde sismiche che si propagano nell'interfaccia suolo aria con diverse frequenze. Maggiore è la lunghezza dell'onda generata e campionata maggiore sarà la profondità d'indagine raggiunta. Il range di frequenze analizzato è abbastanza ampio e quindi la frequenza di campionamento deve essere sufficientemente elevata e la registrazione sufficientemente lunga, ecco perché i sismografi di ultima generazione con convertitori analogico digitali a 24 bit indipendenti per ogni canale sono l'ideale per l'acquisizione dei sismogrammi.

L'acquisizione è stata eseguita con un sismografo *Dolang Jea Telemetry 24 bit*, gestito da un computer portatile, con 24 canali di acquisizione simultanea, a elevata risoluzione e con convertitori analogico digitale sincronizzati ed indipendenti per ogni canale. I geofoni utilizzati sono stati del tipo verticale a 4,5 Hz e l'energizzazione è stata ottenuta tramite una mazza da 12 kg dotata di starter e piattello di battuta.

I dati acquisiti sono stati, in una prima fase, pretrattati per diminuire i disturbi e migliorare il rapporto segnale rumore, successivamente sono stati analizzati contemporaneamente nel dominio spettrale FK (Dominio Frequenza – Numero d'onda). Il fatto di non avere utilizzato una sorgente monocromatica ha permesso di poter determinare un modello di velocità di propagazione delle onde superficiali. Da questo modello è stato poi ricavato, per iterazioni successive, quello delle velocità delle onde di superficie che meglio fitta i dati sperimentali cui è legato un modello di velocità delle onde S nel sottosuolo.

I modelli di calcolo oggi disponibili permettono, grazie all'analisi multimodale, di poter estrapolare il modo fondamentale dai modi superiori permettendo in questo modo, di superare anche i problemi di risonanza che, sino a poco tempo fa, nascondendo il modo fondamentale, portavano a gravi errori nell'interpretazione dei dati.

Nella seguente scheda è visibile il sismogramma analizzato, lo spettro FK su cui è stato riconosciuto il modo fondamentale (in giallo) ed i modi superiori (in azzurro), la curva di dispersione frequenza – velocità dei dati sperimentali (in magenta) con sovrapposta la curva del modello (in blu) ed i modi superiori (in azzurro). Infine, ancora più in basso è stata riportata la rappresentazione grafica

del modello del sottosuolo.

6.2.2 - Interpretazione dei risultati emersi dalle indagini sperimentali

Indagine sismica attiva MASW

Classificazione sismica e Categoria di sottosuolo

In ottemperanza delle suddette norme tecniche e per ottenere un quadro soddisfacente ed assicurarsi che tutta l'area di interesse significativo per le costruzioni sia coerente ed omogenea, si è stabilito di eseguire **n°02 sondaggi MASW** con lunghezza della base sismica di circa 46.0 m..

Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz), sono stati utilizzati **n° 24 geofoni a 4.5 Hz** (ad asse verticale).

Il sismografo è stato tarato per attribuire lo stesso guadagno ad ogni geofono.

L'array effettuato per la presente indagine è lineare. La spaziatura tra i geofoni è di 2.0 m. quindi la lunghezza complessiva del profilo risulta essere di 46.0 m. Non ci sono variazioni di quota tra i geofoni. Il sito risulta del tutto orizzontale. Viene energizzato in un punto esterno allo stendimento, distante dal primo geofono rispettivamente 5.0 e 12.0 m (offset). L'energizzazione viene realizzata con una mazza da 10 kg.

L'intervallo di campionamento è stato assunto in 2 ms in modo da ottenere un elevato dettaglio del segnale.

Il sottosuolo delle fasce studiate è stato esplorato per una profondità di circa 30 m.

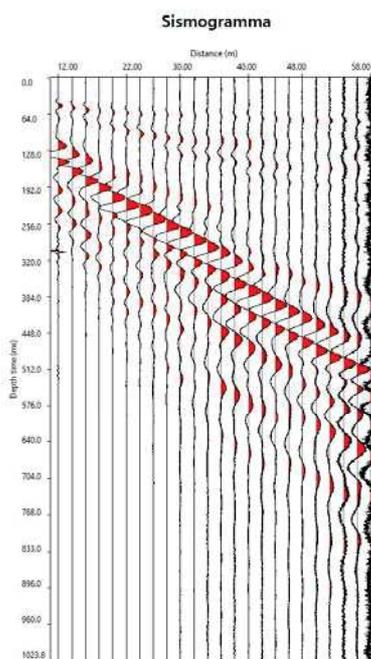
Il sondaggio sismico ha permesso la determinazione dei vari strati unitamente ai loro spessori, e il riconoscimento della loro natura litologica in base ai parametri fisico-dinamici ricavati dalla prospezione geofisica prescelta.

Il profili sismici (Mw1 e MW2) sono stati effettuati all'interno dell'area, uno a valle e l'altro a monte in direzione rispettivamente NW-SE e N-S.

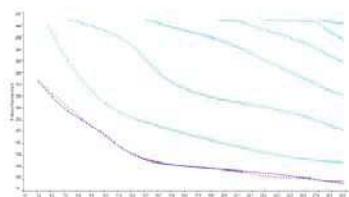
Dalla relazione geofisica redatta dal *dott.geol. Salvatore Carruba*, si sono estrapolati valori di velocità, spessori e moduli elastici.

Per un'acquisizione più chiara e completa dei risultati e la documentazione fotografica delle *Indagini geofisiche*, possono essere visionati i rapporti allegati a parte, effettuati dalla ditta "Geoprospezioni" - Via Giuseppe Mulè, 5 - 90018 Termini Imerese (PA).

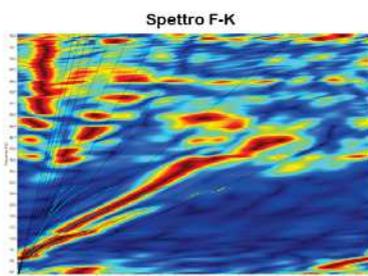
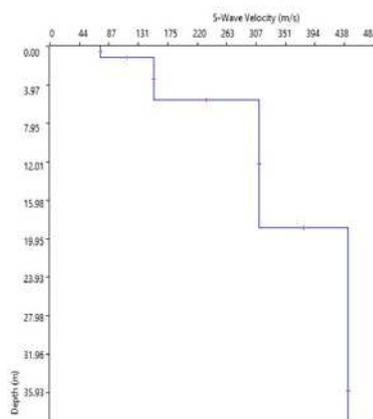
MASW 1
(Aerogeneratore WTG6)
 Distanza punto d'energizzazione: 12 m
 Lunghezza stendimento: 46 m
 Distanza intergeofonica: 2 m



Curva di dispersione F - v



Modello d'inversione

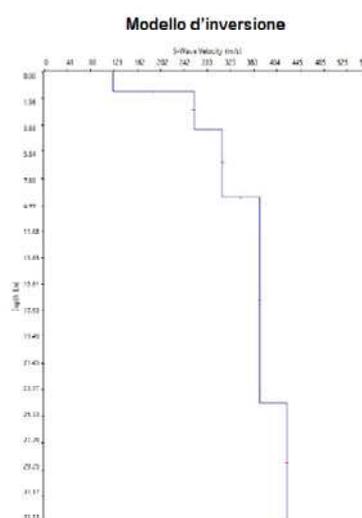
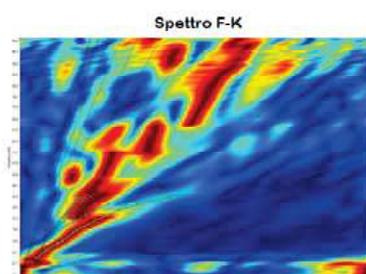
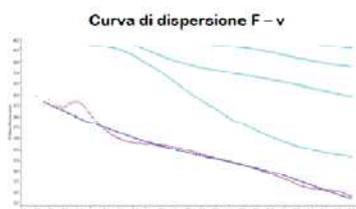
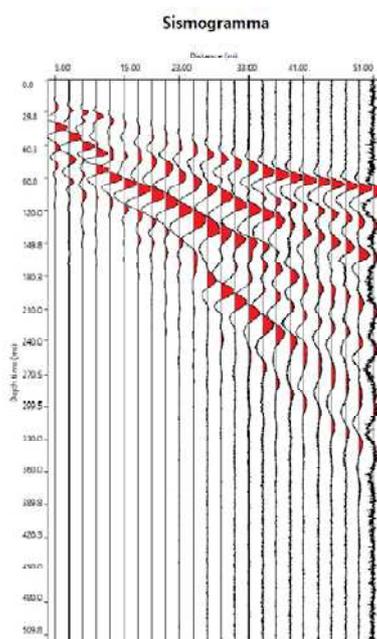


La "Categoria di sottosuolo" ottenuta dalla prospezione sismica MASW1 effettuata è la seguente:

<i>Prospezione sismica VS30 (m/s)</i>	<i>VSeq (m/s)</i>	<i>Categoria di sottosuolo (D.M. 17 gennaio 2018)</i>
MASW	[269]	"C"

Di conseguenza, nel caso specifico, i litotipi presenti nell'area oggetto di studio sono riconducibili e/o assimilabili, secondo la classificazione sopra riportata (D.M. 17.01.2018), alla "CATEGORIA C"- Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

MASW 2
(Aerogeneratore WTG2)
 Distanza punto d'energizzazione: 5 m
 Lunghezza stendimento: 46 m
 Distanza intergeofonica: 2 m



La "Categoria di sottosuolo" ottenuta dalla prospezione sismica MASW2 effettuata è la seguente:

<i>Prospezione sismica</i> <i>VS30 (m/s)</i>	<i>VSeq</i> <i>(m/s)</i>	<i>Categoria di sottosuolo</i> <i>(D.M. 17 gennaio 2018)</i>
MASW	[322]	"C"

Di conseguenza, nel caso specifico, i litotipi presenti nell'area oggetto di studio sono riconducibili e/o assimilabili, secondo la classificazione sopra riportata (D.M. 17.01.2018), alla "CATEGORIA C"- Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

7 - CARATTERIZZAZIONE MECCANICA

In questo capitolo si espongono a livello qualitativo e quantitativo le principali proprietà meccaniche dei terreni individuati nel sottosuolo nelle fasce di interesse progettuale.

Come accennato nelle premesse il tentativo di parametrizzazione dei singoli livelli ha fatto riferimento ai risultati ottenuti sperimentalmente mediante opportune correlazioni degli stessi con quanto proposto dalla letteratura di settore e ad una messe di informazioni acquisite dallo scrivente in precedenti indagini eseguite nelle vicinanze dell'area in oggetto e/o su terreni omologhi.

Pertanto, sulla scorta di tali precisazioni, per ogni orizzonte individuato, partendo dal p.c. e privilegiando un approccio cautelativo sia nelle valutazioni che nelle correlazioni, al di sotto del p.c., si osserva quanto appresso:

(a) Terreno agrario originario = Trattasi di un suolo pseudocoesivo a matrice limosa con aliquote argilloso-sabbiose e in subordine ghiaiose, a forte componente umica vocato all'essiccamento nei casi in cui il contenuto d'acqua tende a ridursi e al rigonfiamento quando, di contro, se ne arricchisce. Mostra scadente e differenziato comportamento meccanico nello spazio e nel tempo. Orientativamente per la caratterizzazione fisica si osserva:

$$\gamma \approx 17,0 \div 18,0 \text{ kN/mc}$$

$$W_n \approx 25\% \div 35\%$$

$$n \approx 0,4 \div 0,5$$

$$e \approx 0,85$$

$$W_l = 55 \div 60\%$$

$$W_p \approx 40\%$$

$$I_c > 1$$

$$I_p \approx 17\%$$

$$C' \approx 0,00 \div 10,0 \text{ kPa}$$

$$\varphi' \approx 18^\circ \div 20^\circ$$

$$C_u \approx 50 \div 60 \text{ kPa}$$

(b) Strato colluviale = E' costituito da sedimenti a matrice limosa e limoso-argillosa con modesta frazione sabbiosa e con elementi litoidi isolati e saltuariamente distribuiti. Questi ultimi possono raggiungere ragguardevoli dimensioni in ambiti circoscritti (anche > 1 mc). Trattasi di un terreno *normal consolidato* a comportamento essenzialmente pseudo-coesivo di modeste proprietà meccaniche soprattutto per ciò che concerne i processi di deformabilità. Infatti, come nel caso del sovrastante livello è aerato, rimaneggiato e particolarmente sensibile alle variazioni del contenuto d'acqua fattore assai significativo risultando esposto, almeno nelle porzioni sommitali, a saturazione nel periodo piovoso e ad essiccamento nella stagione calda. Esso può essere così parametrizzato (ipotesi periodo umido) :

$$\gamma \approx 18,0 \div 19,0 \text{ kN/mc}$$

$$W_n \approx 25\% \div 35\%$$

$$n \approx 0,4 \div 0,45$$

$e \approx 0,8 \div 1,0$
 $Wl \approx 45 \div 50 \%$
 $Wp \approx 25 \div 30\%$
 $lc > 1$
 $lp < 20 \%$
 $C' \approx 0,00 \div 20,0 \text{ kPa}$
 $\varphi' \approx 20^\circ \div 23^\circ$
 $*Cu \approx 60 \div 90 \text{ kPa}$
 $\varphi \approx 14^\circ \div 15^\circ$
 $Cr \approx 0,0 \text{ kPa}$

(c) Formazione di base = E' rappresentata da argille limose con trascurabile componente sabbiosa a comportamento manifestamente pseudo-coesivo. La sua struttura appare scagliosa con superfici delle singole scaglie indurite e con riflessi perlacei. Il deposito denuncia un deciso incremento nelle proprietà meccaniche rispetto ai sovrastanti livelli risultando, inoltre, decisamente più omogeneo e continuo. Vi si individua un primo strato (*Eluvium*) di potenza pari a diversi metri meno performante e ancora alterato, influenzato marginalmente dalla fase fluida. A maggiori profondità, sino a profondità rimaste indefinite, i litotipi tendono a migliorare leggermente in ragione di una migliore condizionale tensionale. Rifacendoci per ovi motivi allo strato superiore eluviale meccanicamente meno performante si osserva:

$\gamma \approx 19,0 \div 20,0 \text{ kN/mc}$
 $Wn \approx 20\%$
 $n \approx 0,4$
 $e \approx 0,50 \div 0,60$
 $Wl \approx 40 \div 45 \%$
 $Wp \approx 30 \div 32 \%$
 $lc > 1$
 $lp \approx 20 \div 22 \%$
 $C' \approx 15,0 \div 25,0 \text{ kPa}$
 $\varphi' \approx 24^\circ \div 26^\circ$
 $\varphi_u \approx 4^\circ$
 $Cu > 100 \text{ kPa}$
 $\varphi \approx 25^\circ$
 $Cr \approx 0,0 \text{ kPa}$

Legenda

γ = Peso unità di volume Wn = Contenuto d'acqua n = Porosità e = Indice dei vuoti Wl = Limite liquido Wp = Limite plastico lp = Indice plastico lc = Indice di consistenza C' = Coesione in termini drenati φ' = Angolo di attrito in termini drenati φ_u = Angolo di attrito in termini non drenati Cu = Coesione non drenata φ = Angolo di attrito in termini residui Cr = Coesione residua

8 - CONCLUSIONI E OSSERVAZIONI

Il presente rapporto espone i risultati delle indagini geologiche eseguite nel sottosuolo dell'area indagata per i lavori di cui in oggetto. Con soddisfacente grado di approssimazione, hanno consentito la ricostruzione del modello geologico, l'individuazione delle condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche della località "**Messinello**", in una zona collinare ubicata a circa 20.0 Km in direzione E rispetto al centro abitato di Marsala e destinato alla realizzazione di un impianto eolico costituito da **n°05 aerogeneratori** aventi ciascuno una potenza nominale pari a **6 MW** e **n°01** avente potenza nominale pari a **3,46 MW**.

Si è visto, dal punto di vista geomorfologico e idrogeologico, come l'equilibrio dell'area rilevata e dei suoi intorni, allo stato attuale, è da ritenersi nel complesso accettabile, quindi è plausibile ritenere che l'equilibrio del sistema descritto, non possa subire modificazioni parossistiche per l'intervento previsto (ved. §.3).

Non si rinvennero, quindi, ruscellamenti superficiali degni di nota nell'areale oggetto di intervento.

Il deflusso superficiale incanalato risulta essere quantitativamente modesto; tali terreni infatti leggermente permeabili superficialmente tendono ad alimentare, in casi eccezionali, piccoli canali (thalwegs) vicini che presentano un carattere prettamente torrentizio e stagionale, asciutti nei mesi estivi e con portate modeste nei mesi invernali.

Relativamente a forme legate a processi di instabilità idrogeologica non si ravvisano elementi che possano far temere tale prospettiva.

Si ritiene inoltre che l'area possa tollerare con estrema facilità i carichi statici e dinamici indotti dalla realizzazione dell'impianto eolico, senza che questo possa dar luogo a fenomeni di scoscendimenti, smottamenti, interramenti, frane, e variare il corso delle acque o alterare la consistenza del suolo.

Infatti tale intervento una volta inserito, a regola d'arte, nel contesto ambientale attraverso l'adozione di un sistema meno invasivo possibile, avrà un impatto ambientale e visivo minimo e/o praticamente nullo.

In particolare, entrando nel merito si è appurato, attraverso i sondaggi geofisici che:

- le indagini tomografiche 2D hanno consentito di modellizzare valori di resistività elettrica compatibili con il complesso argilloso in affioramento. Inoltre, in superficie la distribuzione dei valori di resistività elettrica è risultata più caotica mentre più in profondità i valori risultano più omogenei e compresi tra 3 a 15 Ω m. La distribuzione caotica superficiale dei valori di resistività elettrica è compatibile con la coltre superficiale e con un modello di sottosuolo dove litotipi a consistenza sabbiosa o conglomeratica, aventi valori di resistività elettrica poco più elevati, sono intercalati a litotipi argillosi o argilloso sabbioso o limosi aventi valori inferiori di resistività elettrica. Analogamente bassi valori di resistività elettrica in superficie possono essere correlabili con la presenza di litotipi argilloso limosi localmente umidi. Inoltre, *nei primi metri di terreno, non si è riscontrata una condizione di diffusa e*

spiccata presenza di acqua. Infatti nelle sezioni tomografiche, effettuate in corrispondenza di ogni aerogeneratore, si evidenziano accumuli di circolazione idrica effimera circoscritta e superficiale (circa 4.0/6.0 m.), legata anche agli eventi piovosi invernali. Risulta evidente, a tal proposito, che tali litotipi superficiali risulteranno asciutti nel periodo estivo, caratterizzato da eventi piovosi limitati; si determina una certa variabilità (limitata) nel contenuto d'acqua secondo le fluttuazioni stagionali nel corso dell'anno. I terreni individuati nel masso di suolo di interesse progettuale quindi, non sono sede di circolazione idrica sotterranea degna di nota (non sono presenti falde freatiche);

- i sondaggi sismici MASW eseguiti, hanno permesso di modellizzare l'andamento della velocità con cui le onde elastiche S percorrono il sottosuolo con la profondità ed ha caratterizzato dal punto di vista dinamico i terreni riscontrati nelle colonne stratigrafiche consentendo il calcolo del V_{seq} , che secondo il D.M. 17/01/2018 e ss.mm.ii, l'orizzonte investigato è assimilabile alla **"CATEGORIA C"** - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;
- l'intersezione dei risultati delle indagini eseguite ha consentito di estendere i risultati a tutto il tratto investigato. In particolare esiste una ottima correlazione tra i risultati delle *Sezioni Tomografiche 2D* nonché con i *sondaggi sismici MASW*.

Si precisa che i risultati e la documentazione fotografica delle *Indagini geofisiche*, possono essere visionati nei rapporti allegati a parte, effettuati dalla ditta "Geoprospezioni" - Via Giuseppe Mulè, 5 - 90018 Termini Imerese (PA).

Pur rimandando ai vari capitoli per un'acquisizione più completa, appare chiaro che i terreni su cui è necessario focalizzare l'attenzione, relativamente alle problematiche progettuali, sono quelli in cui affiorano le argille sabbiose con lenti di sabbie, arenarie e conglomerati, sabbie arenarie grigio giallastre a stratificazione incrociata, con intercalazioni di livelli pelitici e conglomeratici e conglomerati bruno rossastri costituiti da elementi arrotondati di natura silico-arenacea e calcarea, variamente intercalati e in piccola parte dell'area, adiacente al Baglio Messinello, invece costituita da marne e marne calcaree di colore grigio biancastro.

Quanto sopra descritto costituisce ovviamente la sintesi dello studio effettuato, per cui si consiglia di ricorrere al contenuto dei vari capitoli della presente relazione per una acquisizione puntuale e dettagliata dei vari aspetti evidenziati.

Le opere da realizzare dovranno essere tali da salvaguardare l'ambiente in tutti i suoi aspetti rispettando, nel contempo, le peculiarità geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area interessata, ad impatto ambientale praticamente nullo.

Si precisa inoltre che la realtà geologica delle zone di studio quindi, impedisce la formazione di accumuli idrici sotterranei, infatti, il potente pacco

di strati argillosi, non consentendo l'infiltrazione in profondità delle acque meteoriche, ne inibisce la raccolta nel sottosuolo impedendo di conseguenza la creazione di falde idriche degne di nota.

La possibilità di rinvenire acqua nel sottosuolo è legata esclusivamente all'orizzonte superficiale che, avendo una matrice argillosa con livelli limo-sabbiosi e inclusi conglomeratici quarzarenitici arrotondati, di varia dimensione e uno spiccato grado di alterazione e rimaneggiamento, è parzialmente permeabile; si favorisce, così, un eventuale scorrimento lungo le vie preferenziali grazie al complesso plastico sottostante che funge da letto di base.

Il modello idrogeologico che emergere quindi, sarebbe quello di una circolazione limitata e circoscritta delle acque nell'orizzonte alterato superficiale, che vengono facilmente drenate a valle, grazie alla presenza di incisioni, canali e impluvi presenti nelle aree limitrofe.

Poi, il letto di base costituito dalle argille marnose praticamente impermeabili favorisce il deflusso e lo scorrimento delle acque in varie direttrici di convergenza.

A testimonianza di ciò vi è la presenza/necessità nell'area, di numerosi laghetti collinari realizzati grazie ai terreni impermeabili della zona, che favoriscono e permettono l'accumulo di acqua piovana necessaria alla coltivazione delle piantagioni presenti.

In conclusione, alla luce delle problematiche trattate e del grado di approssimazione espresso dai risultati conseguiti, vista l'importanza delle opere da realizzare, si sottolinea la necessità di eseguire indagini specifiche e minuziose nell'area oggetto di studio, nella fase del progetto esecutivo.

Quanto sopra allo scopo di dare una più corretta caratterizzazione fisico-meccanica e degli spessori dei litotipi su cui verranno effettuate le opere di progetto e l'individuazione dell'assetto idrogeologico definitivo, fattori indispensabili per un corretto dimensionamento delle opere.

Resta implicita quindi, la necessità di una verifica sperimentale e più dettagliata nel successivo studio esecutivo, per il quale si propongono una serie di sondaggi geognostici con perforazioni e successive analisi e prove di laboratorio sui campioni indisturbati, prove di resistenza meccanica in situ, posa in opera di strumentazione geotecnica e le successive interpretazioni.

Il sottoscritto dichiara altresì che il sito oggetto dell'intervento non ricade in zona classificata a Rischio geomorfologico o a Rischio Idraulico ai sensi del D.P. del 04/06/2007, pubblicato sulla GURS n°37 del 17 Agosto 2007 e non è classificata come area in cui viene individuata una Pericolosità, un Rischio o un Sito di Attenzione ai sensi delle Norme Tecniche di Attuazione dei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino in cui ricade l'opera.

Erice, li Marzo 2022

il geologo
(dott. Criscenti Francesco)



I N D I C E

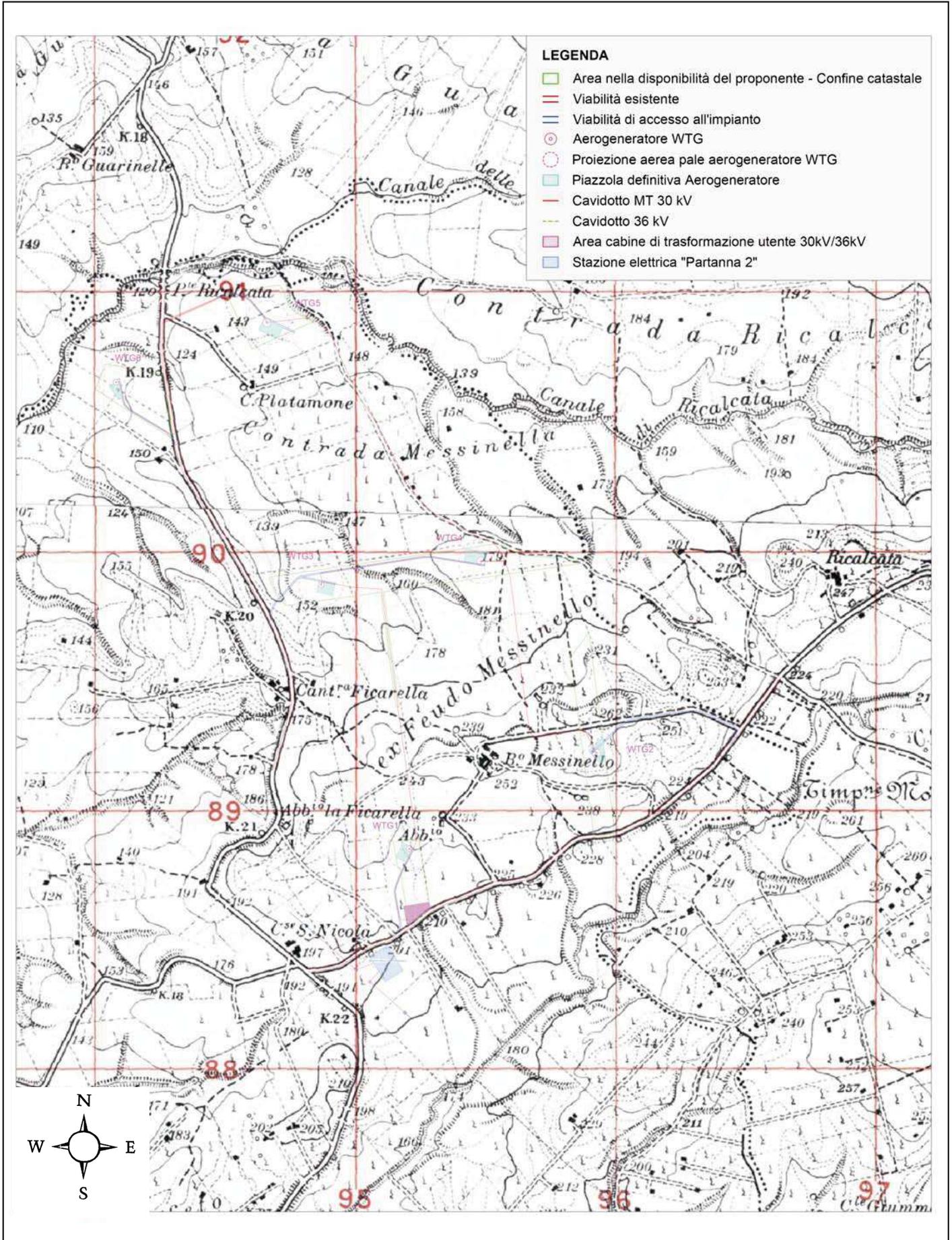
1	- PREMESSE	PAG. 02
1.1	- Stato dei luoghi e probabili concause dei dissesti	PAG. 04
2	- INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	PAG. 05
2.1	- Terreni affioranti nell'area	PAG. 07
3	- ASPETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE	PAG. 08
4	- SITUAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE	PAG. 09
4.1	- Azione meccanica delle acque superficiali	PAG. 10
5	- LE INDAGINI SPERIMENTALI E LE ATTREZZATURE UTILIZZATE	
5.1	- Generalità	PAG. 11
5.2	- I RISULTATI E L'INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI SPERIMENTALI	
5.2.1	- Le indagini sperimentali e le attrezzature utilizzate	
5.2.2	- Generalità della <i>Tomografia elettrica 2D</i>	PAG. 12
5.2.3	- Interpretazione dei risultati emersi dalle indagini sperimentali	
	Indagini <i>Tomografia elettrica 2D</i>	PAG. 13
6	- CARATTERIZZAZIONE SISMICA	
6.1	- Macrozonazione sismica	PAG. 17
6.2	- Le indagini sperimentali e le attrezzature utilizzate	
6.2.1	- Generalità della <i>Prova Sismica attiva MASW</i>	PAG. 19
6.2.2	- Interpretazione dei risultati emersi dalle indagini sperimentali	
	Indagine sismica attiva <i>MASW</i>	
	Classificazione sismica e Categoria di sottosuolo	PAG. 20
7	- CARATTERIZZAZIONE MECCANICA	PAG. 23
8	- CONCLUSIONI E OSSERVAZIONI	PAG. 25

- ALLEGATI:

- COROGRAFIA in scala 1:25.000, con ubicazione del sito d'intervento;
- COROGRAFIA in scala 1:10.000, con ubicazione del sito d'intervento;
- STRALCIO CATASTALE in scala 1:2.000, con ubicazione degli impianti;
- CARTA GEOLOGICA in scala 1:10.000;
- SEZIONE GEOLOGICA TIPO in scala 1:5.000;
- COLONNA LITOSTRATIGRAFICA TIPO in scala 1:100;
- CARTA GEOMORFOLOGICA in scala 1:10.000;
- CARTA IDROGEOLOGICA in scala 1:10.000;
- STRALCIO CARTA DEL "PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO RISCHIO IDROGEOLOGICO" (P.A.I) in scala 1:10.000 (D.A n°298/41 del 04/07/2000 e ss.mm.ii)
- RISULTATI DELLE PROVE GEOFISICHE (allegato a parte)

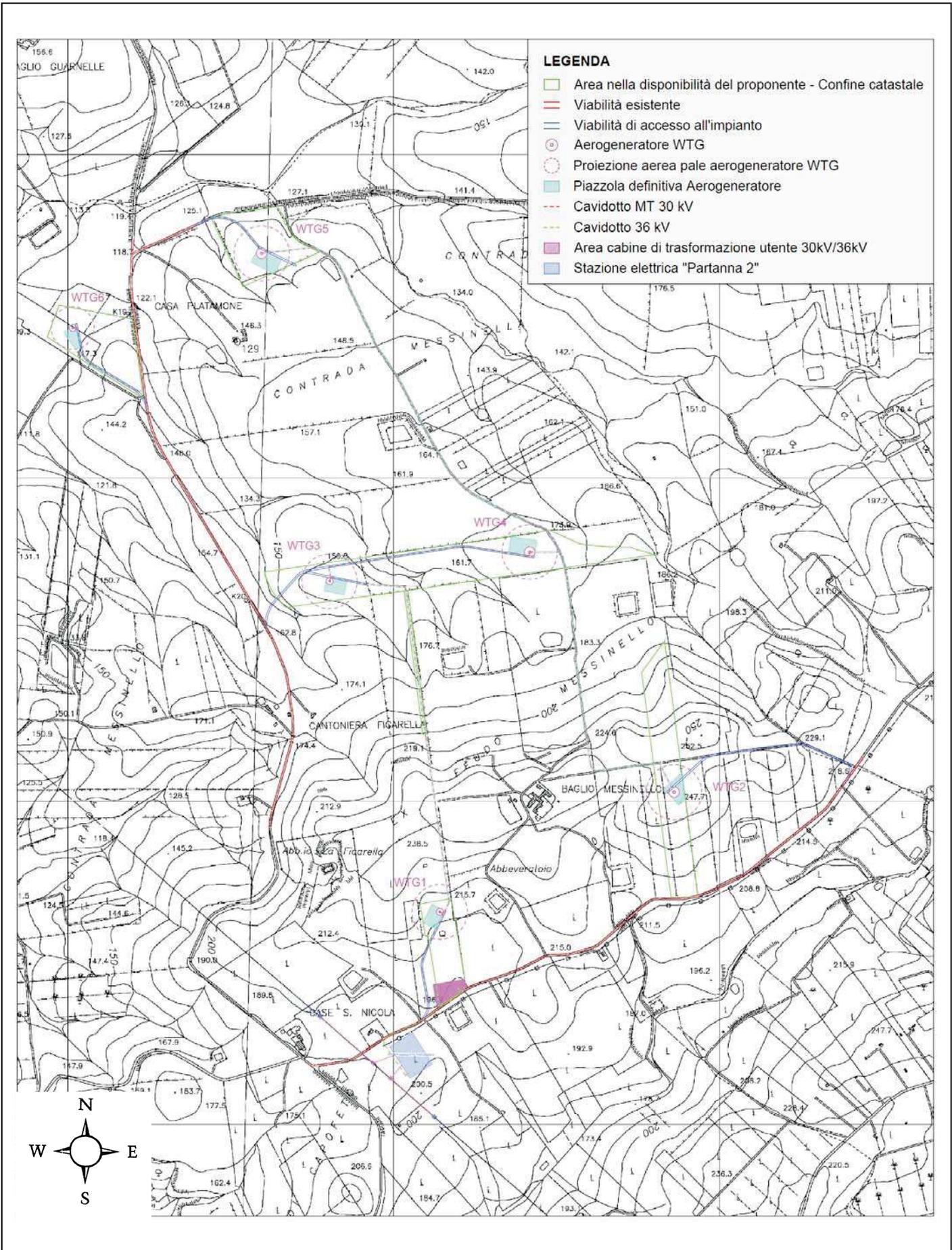
ELABORATI GRAFICI

STRALCIO I.G.M.I scala 1:25.000



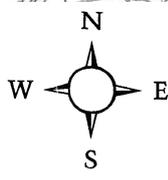
AEROFOTOGRAMMETRIA scala 1:10.000

(CTR 605160 - 606130)



LEGENDA

- Area nella disponibilità del proponente - Confine catastrale
- Viabilità esistente
- Viabilità di accesso all'impianto
- Aerogeneratore WTG
- Proiezione aerea pale aerogeneratore WTG
- Piazzola definitiva Aerogeneratore
- Cavidotto MT 30 kV
- Cavidotto 36 kV
- Area cabine di trasformazione utente 30kV/36kV
- Stazione elettrica "Partanna 2"



STRALCIO CATASTALE

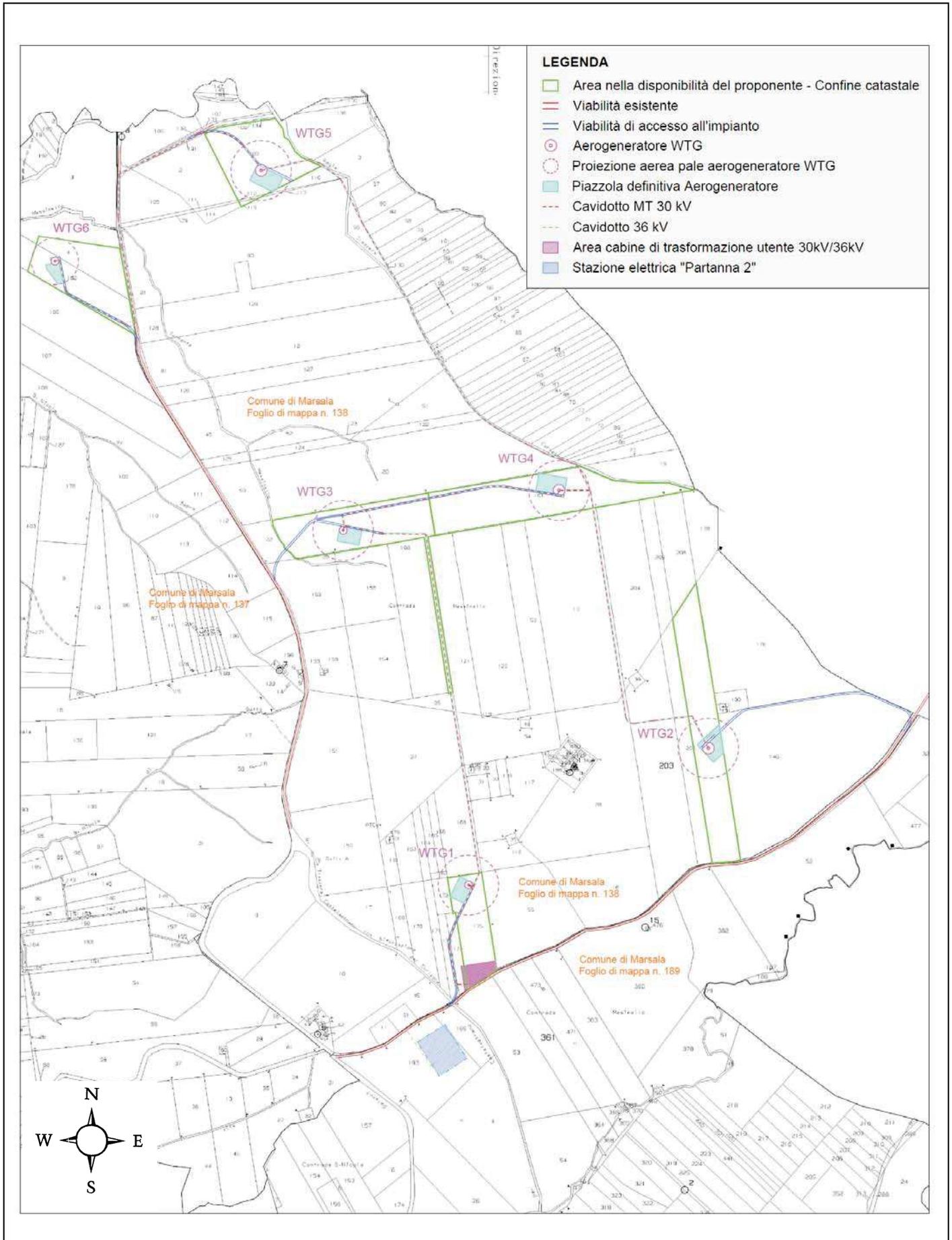
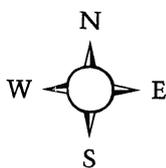
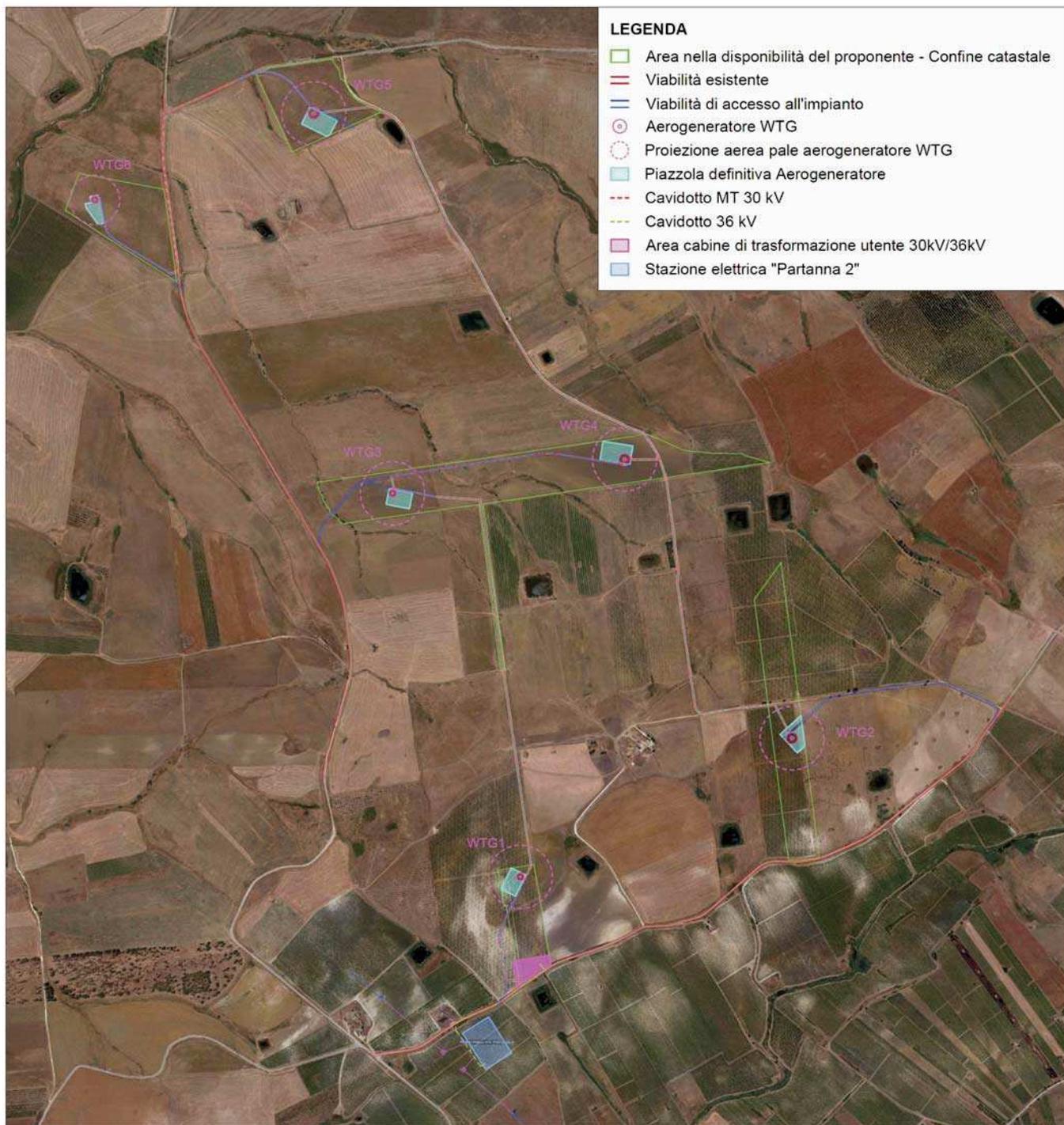


IMMAGINE AEREA GOOGLE EARTH



CARTA GEOLOGICA

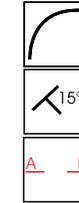
scala 1:10.000

LEGENDA

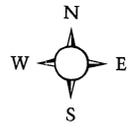
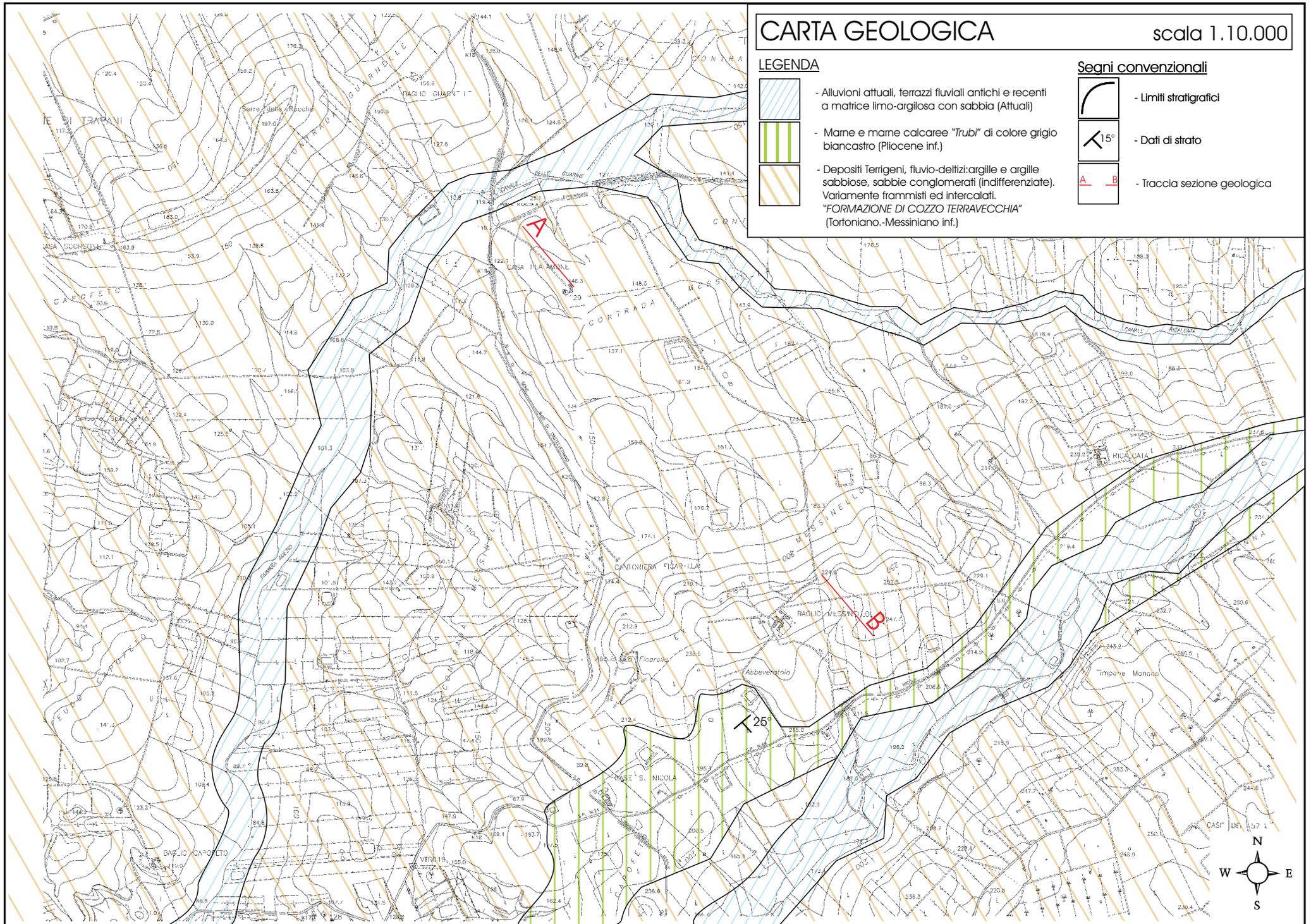


- Alluvioni attuali, terrazzi fluviali antichi e recenti a matrice limo-argillosa con sabbia (Attuali)
- Mare e mare calcaree "Trubi" di colore grigio biancastro (Pliocene inf.)
- Depositi Terrigeni, fluvio-deltizi: argille e argille sabbiose, sabbie conglomerati (indifferenziate). Variamente frammiti ed intercalati. "FORMAZIONE DI COZZO TERRAVECCHIA" (Tortoniano.-Messiniano inf.)

Segni convenzionali

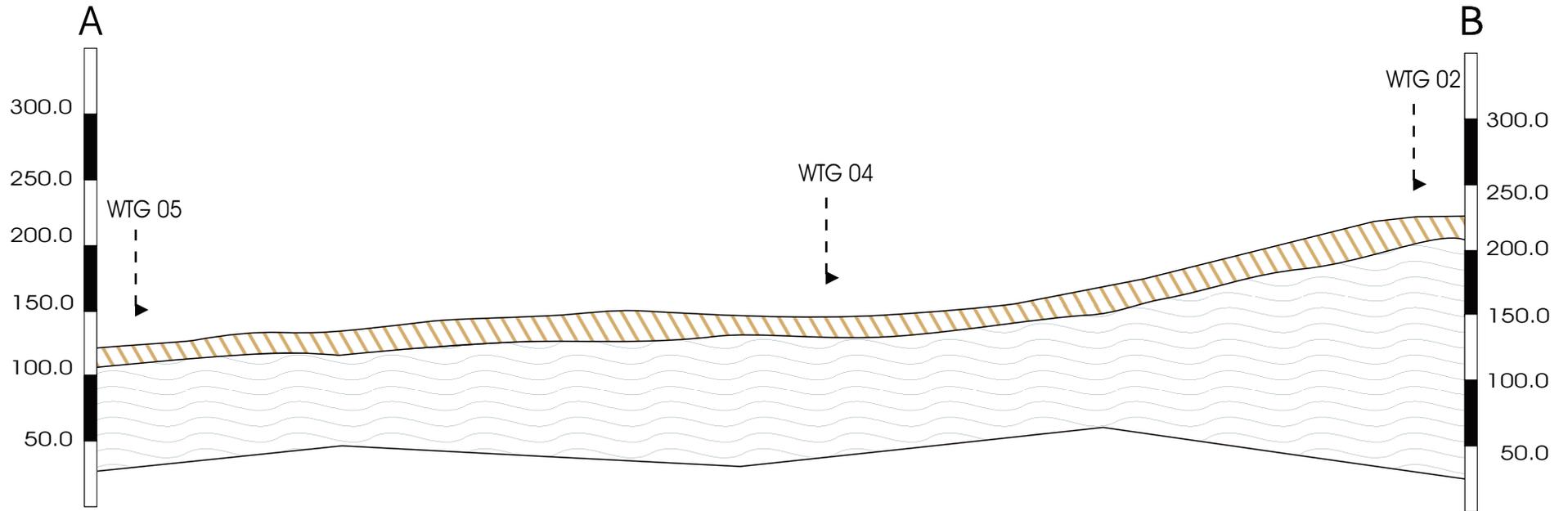


- Limiti stratigrafici
- Dati di strato
- Traccia sezione geologica

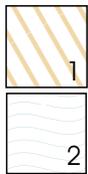


SEZIONE GEOLOGICA

scala 1:5.000



Legenda



- Depositi Terrigeni, fluvio-deltizi: argille e argille sabbiose, sabbie conglomerati (indifferenziate). Variamente frammisti ed intercalati. Orizzonte alterato (1); Bedrock (2)
"FORMAZIONE DI COZZO TERRAVECCHIA"
(Tortoniano.-Messiniano inf.)

CARTA GEOMORFOLOGICA

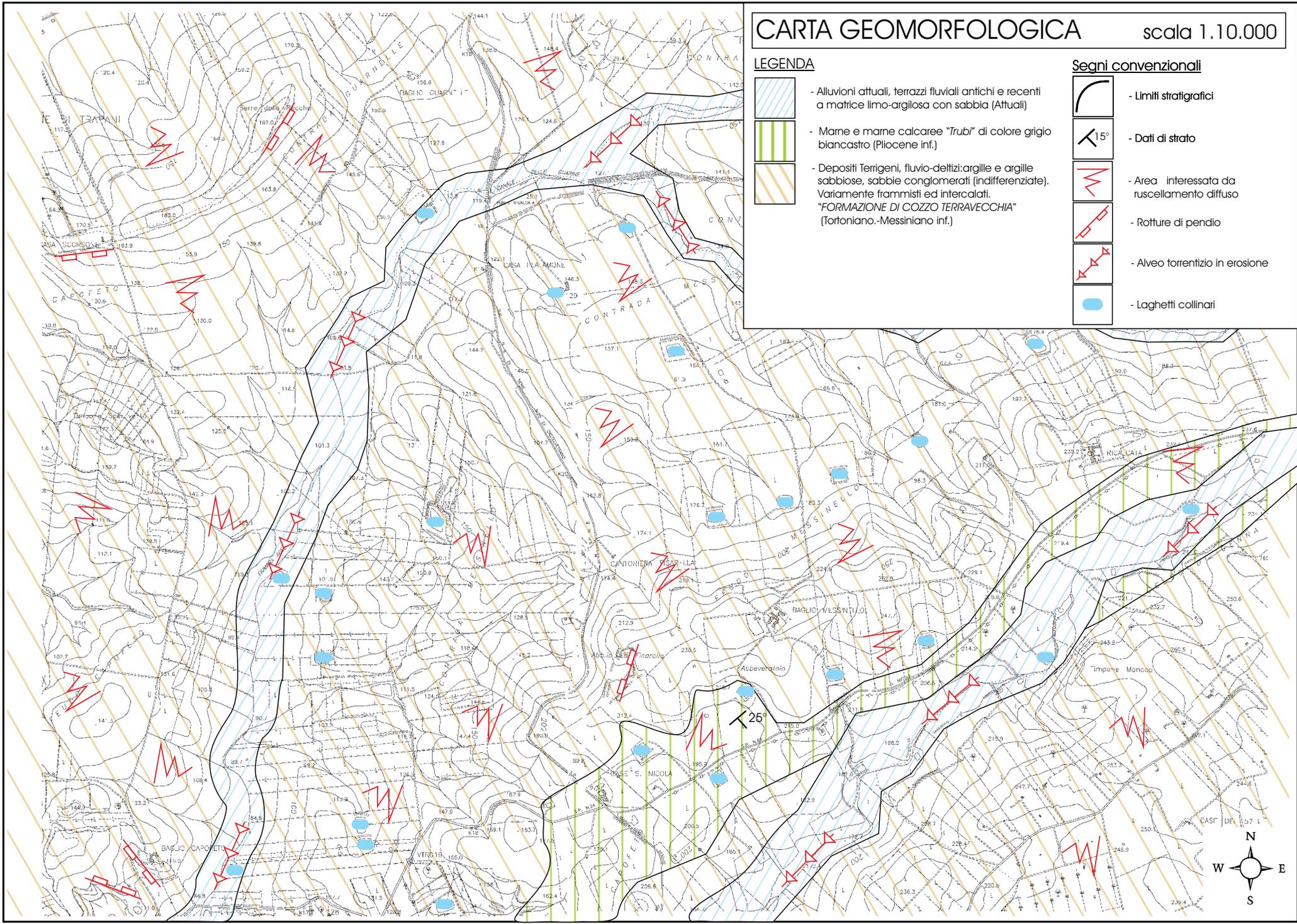
scala 1.10.000

LEGENDA

-  - Alluvioni attuali, terrazzi fluviali antichi e recenti a matrice limo-argillosa con sabbia (Attuali)
-  - Mare e mare calcaree "Trubi" di colore grigio biancastro (Pliocene inf.)
-  - Depositi Terrigeni, fluvio-deltizi: argille e argille sabbiose, sabbie conglomerati (indifferenziate). Variamente frammiti ed intercalati. "FORMAZIONE DI COZZO TERRAVECCHIA" (Tortoniano.-Messiniano inf.)

Segni convenzionali

-  - Limiti stratigrafici
-  - Dati di strato
-  - Area interessata da ruscellamento diffuso
-  - Rotture di pendio
-  - Alveo torrentizio in erosione
-  - Laghetti collinari



CARTA IDROGEOLOGICA

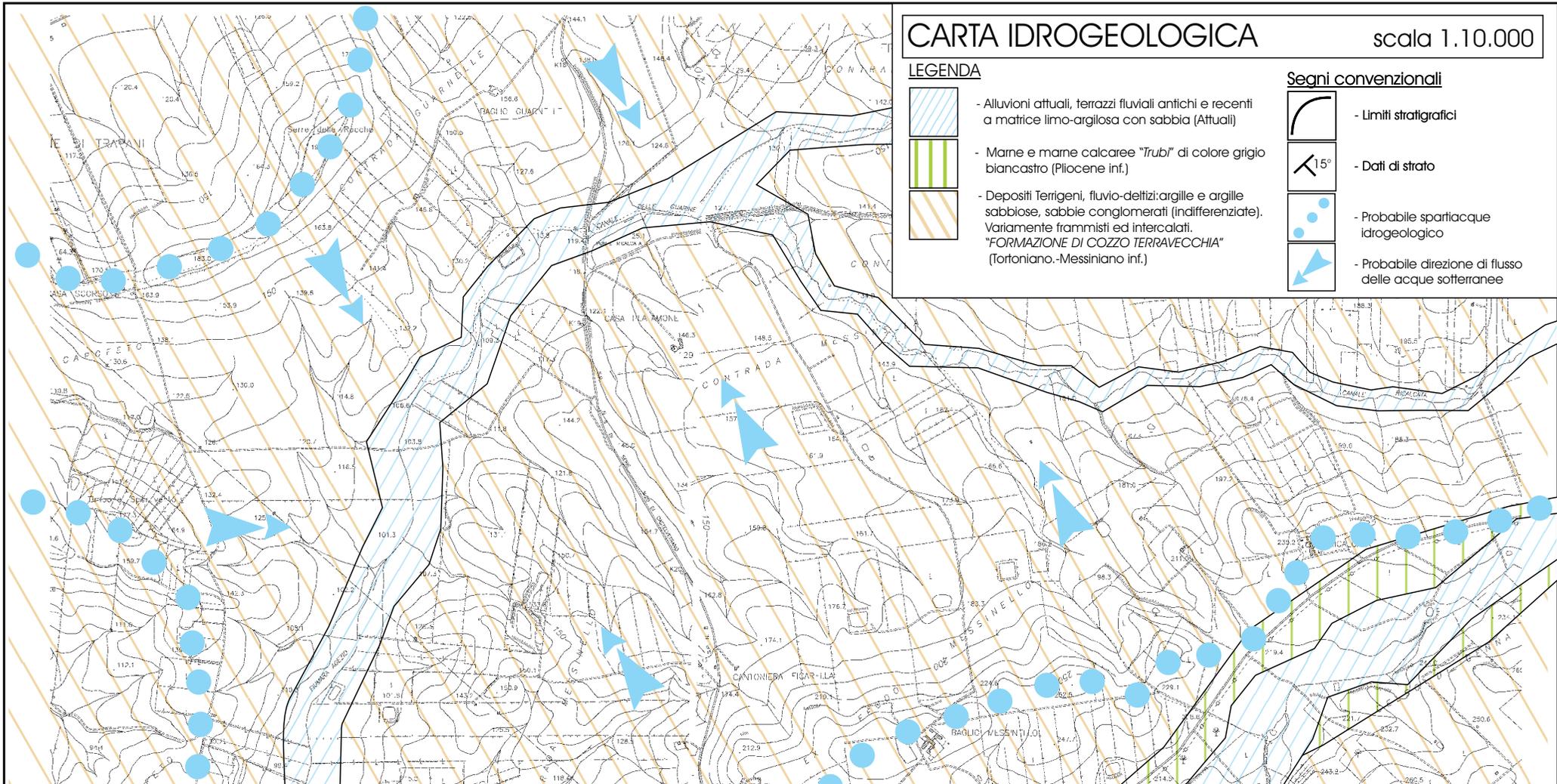
scala 1:10.000

LEGENDA

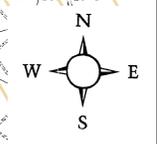
-  - Alluvioni attuali, terrazzi fluviali antichi e recenti a matrice limo-argillosa con sabbia (Attuali)
-  - Marni e marni calcarei "Trubi" di colore grigio biancastro (Pliocene inf.)
-  - Depositi Terrigeni, fluvio-deltizi: argille e argille sabbiose, sabbie conglomerati (indifferenziate). Variamente frammiti ed intercalati. "FORMAZIONE DI COZZO TERRAVECCHIA" (Tortoniano.-Messiniano inf.)

Segni convenzionali

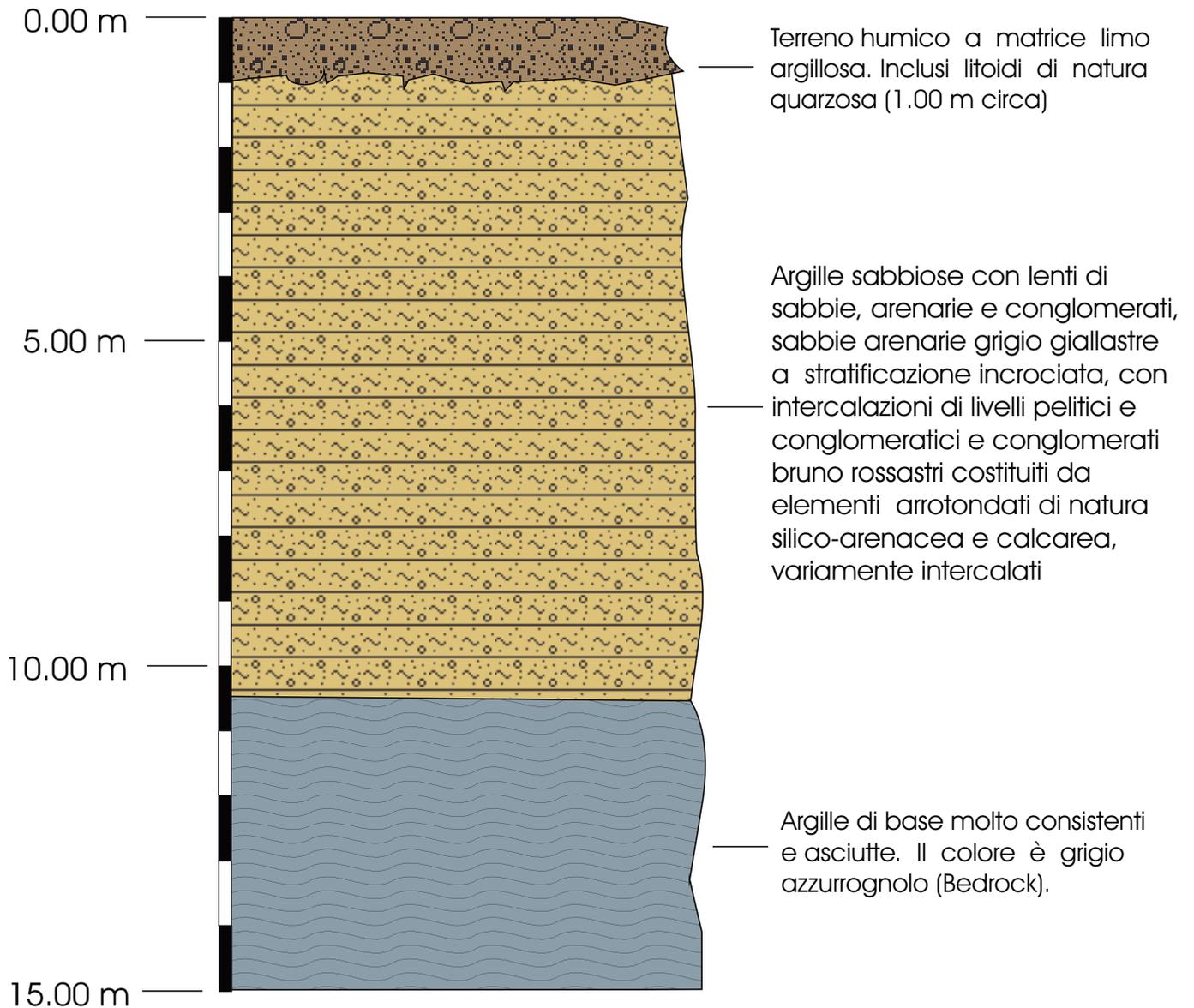
-  - Limiti stratigrafici
-  - Dati di strato
-  - Probabile spartiacque idrogeologico
-  - Probabile direzione di flusso delle acque sotterranee



Età	Grado di permeabilità				Litologia e idrogeologia	Coefficiente di permeabilità K (cm/sec)
	AP	MP	SP	IM		
Tortoniano-Pleistoc.-Attuali					COPERTURA Alluvioni attuali (semipermeabili)	$10^{-3} > K > 10^{-5}$
					SUBSTRATO Marni e marni cal. Trubi (impermeabili)	$10^{-5} > K > 10^{-7}$
					Argille, argille sabbiose Coz. Terrav. (semipermeabili)	$10^{-3} > K > 10^{-5}$



Colonna litostratigrafica tipo



Scala 1:100

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 e ss. mm. ii.)

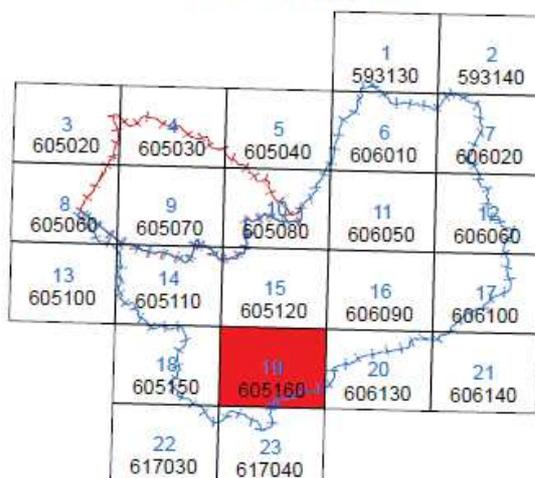
- Bacino Idrografico del Fiume Birgi (051)
- Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi Baiata (050)



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 19

COMUNE DI :
MARSALA - MAZARA DEL VALLO - TRAPANI

Scala 1:10.000



Anno 2006

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 e ss. mm. ii.)

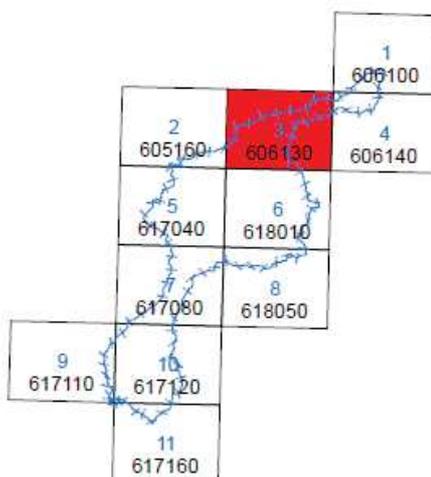
**Bacino Idrografico del Fiume Màzaro e
Area territoriale tra il Bacino Idrografico del
Fiume Màzaro ed il Bacino Idrografico
del Fiume Arena (053)**



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 03

COMUNI DI :
MARSALA - MAZARA DEL VALLO - SALEMI

Scala 1:10.000



Anno 2006

LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato
	Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

	Limite Area Territoriale
	Limite Bacino
	Limite comunale

STRALCIO PAI scala 1:10.000

(CTR 605160 - 606130)

