

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

AREN Green S.r.l.

Società soggetta alla direzione e coordinamento di AREN Electric Power S.p.A.
Sede legale e amministrativa: Via dell'Arrigoni n. 308 | 47522 Cesena (FC) | Ph. +39 0547 415245
Iscritta nel Registro delle Imprese della Romagna – Forlì-Cesena e Rimini | REA 326908 | C.F./P.Iva 04032170401

COMUNI DI CONTESSA ENTELLINA (PA), SANTA MARGHERITA
DI BELICE (AG), SAMBUCA DI SICILIA (AG) E MENFI (AG)
LOCALITA' "CONTRADA DUCHESSA"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO "DUCHESSA"

REDAZIONE / PROGETTISTA:

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:

TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, GEOMORFOLOGICA E
SISMICA**

CODICE ELABORATO:

DUCDT_GENR03200_00

FORMATO:

A4

Nr. EL.:

/

FASE:

**PROGETTO
DEFINITIVO**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	05/04/2024	A.Mendolia	E.Teodorani	S.Ulivi
01					
02					
03					
04					

SOMMARIO

1.0	- PREMESSA	“	2
2.0	- MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE.....	“	5
	2.1 <i>Inquadramento geografico</i>	“	5
	2.2 <i>Caratteristiche geologiche generali</i>	“	6
	2.3 <i>Caratteristiche morfologiche generali</i>	“	9
	2.4 <i>Caratteristiche idrogeologiche generali</i>	“	13
	2.5 <i>Caratteristiche tettoniche generali</i>	“	15
	2.6 <i>Caratteristiche sismiche generali</i>	“	17
3.0	- TERRENI DI SEDIME AEROGENERATORI E SOTTOSTAZIONE ELETTRICA	“	22
4.0	- CONCLUSIONI	“	48

Allegati interni alla relazione:

- *Stralcio carta geolitologica, geomorfologica ed idrogeologica scala 1:25.000.*
- *Stralcio carta dissesti, pericolosità e rischi geomorfologico censiti dal PAI della Regione Siciliana – all'interno della relazione.*
- *Stralcio vincoli, Sistema Informativo Forestale della Regione Siciliana – all'interno della relazione.*
- *Planimetria ubicazione indagini geologiche, scala 1:25.000.*
- *Sezioni geologiche scala 1:250.*

Allegati esterni alla relazione

- *Certificati di prova, indagine sismica MASW*

1.0 PREMESSA

A seguito di incarico ricevuto dalla Geo3 Srl di A. Ardagna & C. C/O AREN Green S.r.l., lo scrivente Geol Antonio Mendolia, n° 2411 Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, ha redatto la presente relazione geologica per la "Progetto per la realizzazione di un impianto di n.15 Impianti Eolici, proposta da Aren Green S.R.L. con sede legale e amministrativa: Via Dell'Arrigoni, 308 – 47522 – Cesena (FC)"

A tal uopo, la *caratterizzazione* e la *modellazione geologica* del sito é stata svolta articolandola nelle seguenti fasi di studio:

➤ CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO:

- Raccolta e rielaborazione di dati e cartografie tematiche, desumibili da indagini e studi effettuati in passato nell'area di progetto e nei suoi dintorni, nella fattispecie quelli relativi al progetto di un parco eolico in prossimità proposto dalla stessa ditta committente.
- Rilevamento geologico generale dell'area ed in particolare di quella utilizzata ai fini progettuali.
- Definizione dei lineamenti geomorfologici, principali e secondari, dei dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva.
- Definizione dello schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea e caratterizzazione idrografica dell'area oggetto di indagine.
- Definizione della successione litostratigrafica locale, dei caratteri geostrutturali generali, della geometria, delle caratteristiche delle superfici di discontinuità.
- Definizione di eventuali scenari di pericolosità geologica dell'area di sedime.
- Definizione della pericolosità sismica di base e della risposta sismica locale.

➤ MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO:

- Acquisizione delle informazioni relative alle opere di progetto.

➤ PIANO DELLE INDAGINI SPECIFICHE:

- Utilizzo delle informazioni geologico-stratigrafiche relative ad indagini eseguite in aree limitrofe
- Utilizzo delle informazioni di carattere sismico relative all'esecuzione, in un ristretto areale rispetto a quello di progetto, di n° 1 indagini geofisiche, di tipo MASW in corrispondenza dell'area oggetto di studio, al fine di stabilire la categoria di suolo e definire la risposta sismica locale.

➤ CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA:

- Utilizzo delle informazioni di carattere geomeccanico eseguite in aree limitrofe
- Riordino delle diverse unità geologiche, in uno o più livelli litotecnici caratterizzate da proprietà litologiche e geomeccaniche omogenee.

➤ Modello geologico definitivo:

- Interpretazione dei dati in possesso ed acquisiti dallo scrivente, al fine di illustrare per i terreni di sedime di ogni singola turbina eolica, le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche e le caratteristiche geotecniche del substrato di fondazione.

Il lavoro è stato eseguito in conformità con le indicazioni previste dalle seguenti normative:

Aspetti geologici:

- *Regio Decreto Legislativo 30 dicembre 1923, n° 3267, relativo al "riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani".*
- *D.M. LL. PP. 11/03/1988, relativo alle "norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, etc." e smi.*
- *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana.*
- *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/2003 modificata dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3519 del 28 aprile 2006.*
- *NTC 2018 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17 Gennaio 2018 e s.m.i., specificatamente secondo i par. 6.2.1, 3.2 e 7.11.3.1.*
- *Circolare 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.*

Aspetti ambientali:

- *DIR. 85/337/CEE.*
- *DIR. 96/61/CE sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC).*
- *DIR. 97/11/CE.*
- *DIR. 2001/42/CE.*
- *Legge 8 Luglio 1986, n° 349.*
- *DPCM 10/8/88, n° 337.*
- *DPR 27/4/92.*
- *DPR 12/4/96.*
- *DPR 03/09/99, n° 302.*
- *D.LGS. 20 Agosto 2002, n° 190.*
- *D. LGS. 22/01/2004.*
- *LEGGE 18 Aprile 2005, n° 62.*

- D. LGS. 17 Agosto 2005, n° 189.
- D.LGS. 3 Aprile 2006, n° 152.
- D.LGS 16 Gennaio 2008, n° 4.

2.0 MODELLO GEOLOGICO PRELIMINARE

2.1 Inquadramento geografico

Il territorio esaminato è ubicato nella Sicilia centro-occidentale, Si estende ad est del centro abitato di Poggioreale, e confina la strada statale SS624 Palermo-Sciacca.

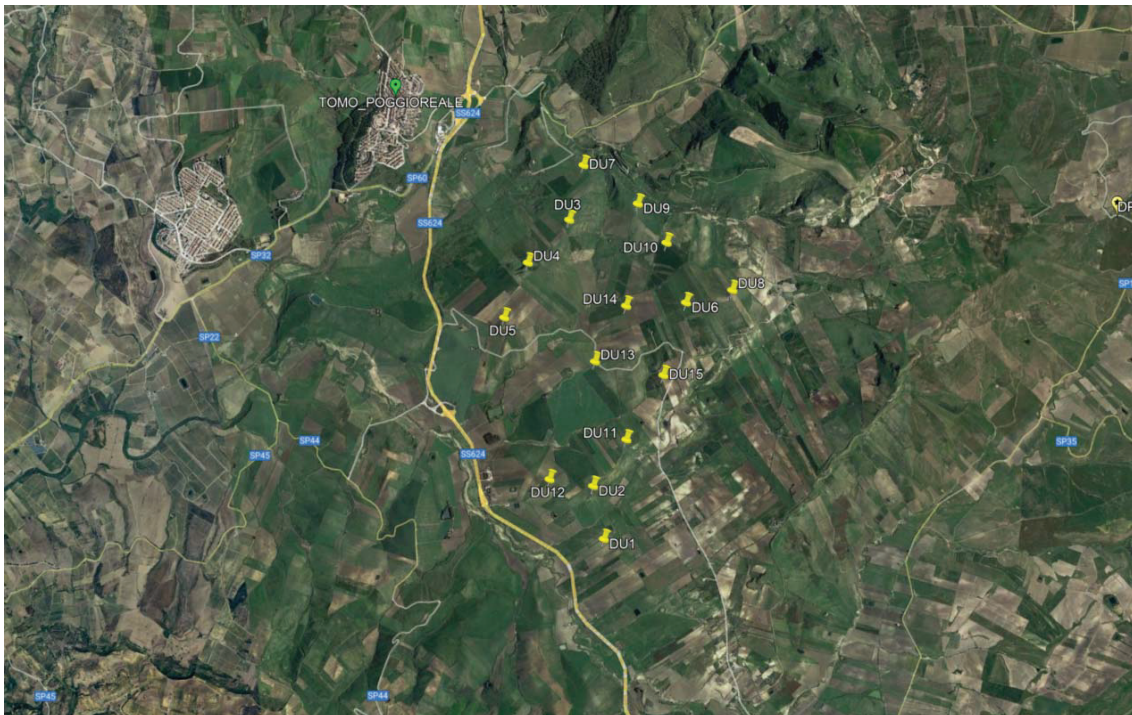


Figura 1: estratto di Google Earth; i segnaposti di colore celeste rappresentano l'ubicazione delle turbine eoliche, le linee viola e verde rappresentano i cavidotti

Le n° 15 turbine eoliche ricadono parzialmente nei fogli n° 258, III Quadrante, Orientamento S.O. “Santa Margherita Belice”; n° 258, III Quadrante, Orientamento N.O. “Gibellina”; n° 257 della carta d’Italia edita dall’Istituto Geografico Militare Italiano; e nella sezione n° 619010 “Poggioreale” e 619050 “Contessa Entellina Nord” della Carta Tecnica Regionale edita dalla Regione Siciliana, Assessorato del Territorio e dell’Ambiente.

L’area in esame non ricade in zone sottoposte a vincolo (ZPS, SIC, Riserva idrica, ect).

Nell’immagine soprastante sono rappresentate dal segnaposto giallo le turbine eoliche.

Le coordinate baricentriche delle turbine:

DU_01	37.719704°	13.050782°
DU_02	37.724903°	13.050689°
DU_03	37.749947°	13.053146°
DU_04	37.7465553°	13.047433°
DU_05	37.741885°	13.043532°
DU_06	37.738989°	13.065092°
DU_07	37.754894°	13.055894°
DU_08	37.740813°	13.070605°
DU_09	37.750381°	13.061441°
DU_10	37.746006°	13.063406°
DU_11	37.728680°	13.055497°
DU_12	37.726130°	13.045588°
DU_13	37.736615°	13.047137°
DU_14	37.737738°	13.057487°
DU_15	37.734337°	13.060929°

2.2. MODELLO GEOLOGICO-STRUTTURALE GENERALE

2.2.1 Storia geologica ed evoluzione strutturale

Il territorio esaminato è ubicato nella Sicilia centro occidentale, tra il margine orientale della fossa di Castelvetro ed il margine occidentale della fossa di Caltanissetta.

Si estende da ovest verso est, dalle colline di Poggioreale e dal pianoro di S. Margherita di Belice al settore occidentale dei Monti Sicani e lungo il margine settentrionale è delimitato dal Fiume Belice.

La Sicilia occidentale costituisce l'area di raccordo tra la catena Appenninica e le Maghrebidi Tunisine, essa è limitata verso nord dal bacino Tirrenico, area sottoposta ad assottigliamento crostale a partire dal Tortoniano (Nigro, 1998, Giunta et alii, 2000a,) e verso sud dal Canale di Sicilia, area di avampaese sottoposto a processi transtensionali di rifting intraplacca.

Nel settore centro occidentale della Sicilia, la catena è costituita da un serie di unità tettoniche, impilate con senso di trasporto verso i quadranti meridionali, che derivano dalla deformazione di preesistenti domini paleogeografici, piattaforme carbonatiche e bacini pelagici, individuatisi durante le fasi di distensione mesozoiche e facenti parte del margine meridionale della Tetide (Ogniben, 1970; Catalano & D'Argenio, 1978, Lentini et alii, 1996).

Questi domini, deformati a partire dall'Oligocene superiore, hanno dato luogo ad un edificio strutturale, caratterizzato da una catena a pieghe e sovrascorrimenti, sovrapposto ad una zona di avanfossa-avampaese durante le fasi di trasporto tettonico mioceniche e plio-pleistoceniche.

Il territorio esaminato ricade nella zona di cerniera tra il fronte meridionale della catena appennino maghrebide ed il margine settentrionale deformato del sistema avampaese - avanfossa ibleo.

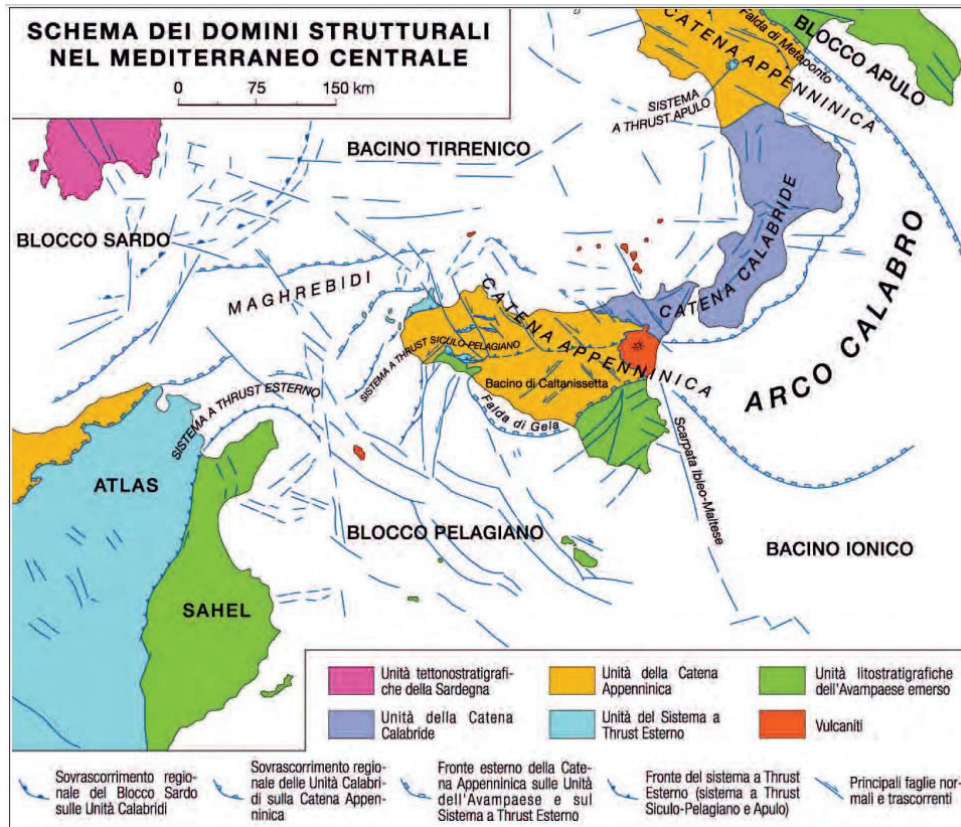


Figura 2: carta geostrutturale

L'ossatura geologica dell'area è costituita da un cuneo di thrust per lo più rappresentati in superficie da grandi antiformali di rampa, le successioni che costituiscono queste unità strutturali sono costituite da depositi carbonatici ed in minor misura silicei, cui si intercalano localmente effusioni basaltiche sottomarine del Giurassico.

Durante l'Oligocene nell'area si ristabiliscono le condizioni per un'estesa deposizione in un sistema piattaforma-scarpata ad alimentazione mista terrigeno-carbonatica, condizioni che perdurano fino al Miocene inferiore. A partire dagli ultimi 8-9 milioni di anni, alcuni bacini sedimentari minori (Bacino del Belice ed altri) cominciano ad individuarsi intorno alle grandi strutture carbonatiche, dapprima per effetto della fisiografia ereditata dalla tettonica

mesozoico-paleogenica e, con entità via via crescente, per effetto della deformazione associata alla propagazione verso sud dei fronti della catena Siciliano-Maghrebide.

Il riempimento dei bacini minori ad opera di depositi terrigeni, evaporitici e clastico-carbonatici è stato, almeno a partire dal Messiniano, largamente controllato dalla deformazione compressiva, che ha sollevato e portato in affioramento ed erosione il nucleo delle antiformi maggiori, durante la traslazione, verso sud, delle medesime unità.

I terreni neogenici di copertura rappresentano tipici depositi di bacini thrust-top e mostrano entità deformative che accomodano i movimenti delle unità sottostanti, in funzione della propria posizione rispetto ai fronti di sovrascorrimento maggiori ed alla propria età.

Le fasi tettoniche mioceniche hanno generato un edificio strutturale dato dalla sovrapposizione di differenti unità stratigrafico-strutturali con vergenza verso i quadranti meridionali. Le successive crisi tettoniche hanno modificato tale assetto, smembrando e sezionando l'originario edificio strutturale. In particolare, le fasi di tipo traspressivo, inframessiniana e del Pliocene inferiore (post trubi), hanno generato strutture rispettivamente di direzione E-W e NW-SE, talvolta con notevoli rigetti (CATALANO et al., 1982). Le fasi tettoniche pleistoceniche, di tipo distensivo, hanno dato origine, invece, a dislocazioni orientate principalmente NE-SW (Monteleone et al., 2006).

2.2.2 Caratteri litostratigrafici del territorio

Il territorio esaminato è caratterizzato dall'affioramento di terreni carbonatici, argillo-marnosi, argillo-sabbiosi e calcarenitici di età compresa tra il Giurassico ed il Pleistocene, nei fondovalli dei principali corsi d'acqua sono presenti depositi alluvionali e palustri olocenici e lungo i versanti vallivi, si hanno depositi terrazzati pleistocenici e accumuli di frana attuali.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche litologiche e stratigrafiche della successione sedimentaria affiorante nell'ambito territoriale esaminato, anche se non rilevate esplicitamente nel sito direttamente interessato dall'intervento. La carta geologica (Tavola 4) ne descrive la distribuzione areale.

Le varie formazioni e unità affioranti vengono descritte in ordine, dai termini cronostatigrafici più antichi a quelli più recenti:

Formazione marnoso-arenacea del Belice (BLC): Occupa una rilevante porzione del territorio esaminato ed è costituita prevalentemente da argille ed argille marnose grigio azzurre contenenti tenori variabili di sabbie prevalentemente quarzose, con nannofossili calcarei planctonici complessivamente riferibili al Pliocene medio e superiore (Piacenziano-Gelasiano). Nella porzione inferiore sono presenti spesse intercalazioni di arenarie ibride torbiditiche (**BLC_a**), rappresentate in affioramento da alternanze di arenarie in strati pian paralleli di 30-50 cm, con sottili intercalazioni di peliti grigio-bluastre, il cemento delle arenarie è prevalentemente siliceo. Lo spessore massimo è stimabile in circa 200 m con assottigliamento verso sud-ovest, fino a interdigitarsi con le peliti.

Nella porzione medio-superiore della formazione sono presenti intercalazioni di biocalcareni e biocalciruditi a molluschi (**BLC_b**), organizzate in banchi spessi da 0.5 a circa 2 m, spesso gradati, contenenti abbondanti gusci di bivalvi disarticolati (pettinidi, ostreidi, etc.) che mostrano, in alcuni casi, una evidente isorientazione. Alla base dei banchi calcarenitici si osservano nel settore del Fiume Belice litosomi, lenticolari in sezione, di paraconglomerati a matrice arenitica, con clasti pelitici derivanti dalla stessa unità che si associano a calcari marnosi bianchi provenienti dai Trubi. Questi corpi lenticolari sono allungati in direzione SSE e sono riconducibili a frane sottomarine. Nel settore del Belice la geometria complessiva delle calcareniti è cuneiforme, con evidente assottigliamento verso sud.

Sintema del Fiume Belice (SBE): Questo sintema comprende i depositi alluvionali del bacino idrografico del Fiume Belice di cui fanno parte, nell'area del Foglio, anche il Torrente Realbate ed il Torrente Sénore, oltre a corsi d'acqua minori. Tali depositi originano una serie di terrazzi, posti a varie altezze lungo le valli principali fino a circa 400 m. di quota. I depositi sono prevalentemente ghiaie e sabbie con tenori variabili di matrice limoso - argillosa, cui si associano localmente blocchi. In genere sono ricoperti da una coltre limoso - argillosa edogenizzata. Nella carta geologica del CARG questi depositi vengono suddivisi in tre diversi subsintemi (**SBE₁₋₃**). I depositi più antichi e di quota più elevata, costituiti da ghiaie e sabbie, sono attribuiti al subsintema di Cozzo Rinuso (**SBE₁**). Si rinvengono, con estensione piuttosto limitata, lungo l'alveo del Torrente Batticano ove poggiano, con limite inconforme, sui terreni tortoniani. Le ghiaie, sabbie e sabbie limose del subsintema Torrazza (**SBE₂**) si presentano come lembi isolati, in particolare lungo il corso dei torrenti Sénore e Batticano. Infine i depositi ghiaiosi e ciottolosi, passanti verso l'alto a sabbie e limi pedogenizzati che si rinvengono lungo le sponde delle aste fluviali principali (Fiume Belice, Torrente Sénore, Torrente Realbate), sono raggruppati nel subsintema di Piano del Campo (**SBE₃**). Tutti questi depositi poggiano in evidente discordanza sui terreni cenozoici essi vengono quindi riferiti al Pleistocene medio-superiore.

Depositi di frana (a1): Sono accumuli gravitativi caotici di materiali eterogenei ed eterometrici con o senza evidenze di movimenti in atto. Si tratta di depositi dovuti a fenomeni di crollo o ribaltamento di elementi litoidi, o di scorrimenti e colate di materiale di natura argillosa e argillo-marnosa. Età Olocene.

2.3 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE GENERALI

L'area di studio è compresa all'interno del più esteso bacino idrografico del Fiume Belice, questo risulta caratterizzato dall'affioramento di terreni di varia natura litologica, interessati da una evoluzione tettonica diversificata, che ne ha determinato l'estrema variabilità geomorfologica.

Osservando i tratti morfologici dell'area possono infatti distinguersi a grandi linee, settori costituiti da rilievi montuosi di natura prevalentemente carbonatica, intervallati da ampi territori con pendii mediamente o poco acclivi interrotti da qualche rilievo isolato o da rilievi a morfologia tabulare.

Nel dettaglio si nota una grande eterogeneità di situazioni intermedie, dovuta alla accentuata variabilità dei tipi litologici ed alle frequenti deformazioni e dislocazioni tettoniche che hanno interessato il territorio fino ad epoche recenti.

L'influenza della litologia sulle caratteristiche morfologiche del paesaggio è determinante a causa della marcata differenza di comportamento rispetto all'erosione dei vari litotipi affioranti. L'area in studio risulta, infatti, costituita di rilievi in cui affiorano rocce calcaree, che si contrappongono ad un paesaggio a morfologia più blanda, in cui prevalgono rocce argilloso-sabbiose e argillo-marnose.

I litotipi maggiormente diffusi nel settore del bacino direttamente interessata dal progetto, sono rappresentati da termini argillosi ed argilloso-sabbiosi facilmente erodibili, il paesaggio che ne risulta è caratterizzato da blandi rilievi collinari a forme molto addolcite con valli ampie o poco incise, che localmente, viene interrotto da piccoli rilievi e spuntoni isolati più resistenti all'erosione, che coincidono coi limitati affioramenti delle arenarie e calcarenitiche.

In generale sotto il profilo della dinamica geomorfologica, l'area in studio è soggetta ad un modellamento prevalentemente di tipo fluvio-denudazionale, intendendo quello dovuto all'azione delle acque meteoriche in tutti gli aspetti conseguenti allo scorrimento delle acque selvagge e delle acque incanalate.

Questo tipo di modellamento si esplica nelle aree dei bacini con reticolo idrografico tipicamente organizzato, comprendendo quindi il canale collettore e tutti i vari ordini di affluenti.

Il modellamento si differenzia a seconda dei litotipi su cui agisce, in funzione del diverso grado di alterabilità fisica e chimica delle rocce e del loro diverso grado di erodibilità.

Sulle rocce di natura argillosa, argilloso-arenacea, argilloso-sabbiosa, le valli sono aperte con sezioni trasversali a conca o a V ampie con versanti declivi e rilievo più dolci, con forme arrotondate. Talvolta l'acclività tende localmente ad aumentare in relazione all'affiorare di banconi e strati arenacei, venendo così ad interrompersi la generale uniformità morfologica dei versanti.

All'erosione di tipo diffuso, in corrispondenza delle porzioni dei versanti brulli e privi di vegetazione, si aggiungono anche fenomeni di intensa erosione lineare consistenti in canali rettilinei di erosione e rivoli di scorrimento delle acque selvagge (Calanchi).

Altri processi morfoevolutivi che assumono particolare rilevanza nel delineare e modellare le morfologie del paesaggio sono quelli di versante dovuti alla gravità, soprattutto nelle aree dove affiorano i litotipi a prevalente componente pelitica come quelli della F. Marnoso-arenacea del Belice. In alcuni casi i fenomeni franosi operano il ruolo di agente morfogenetico primario nella evoluzione del territorio, producendo movimenti in massa, quali colamenti, scorrimenti rotazionali, scorrimenti traslativi e frane di tipo complesso.

SITR - Stampa visualizzatore

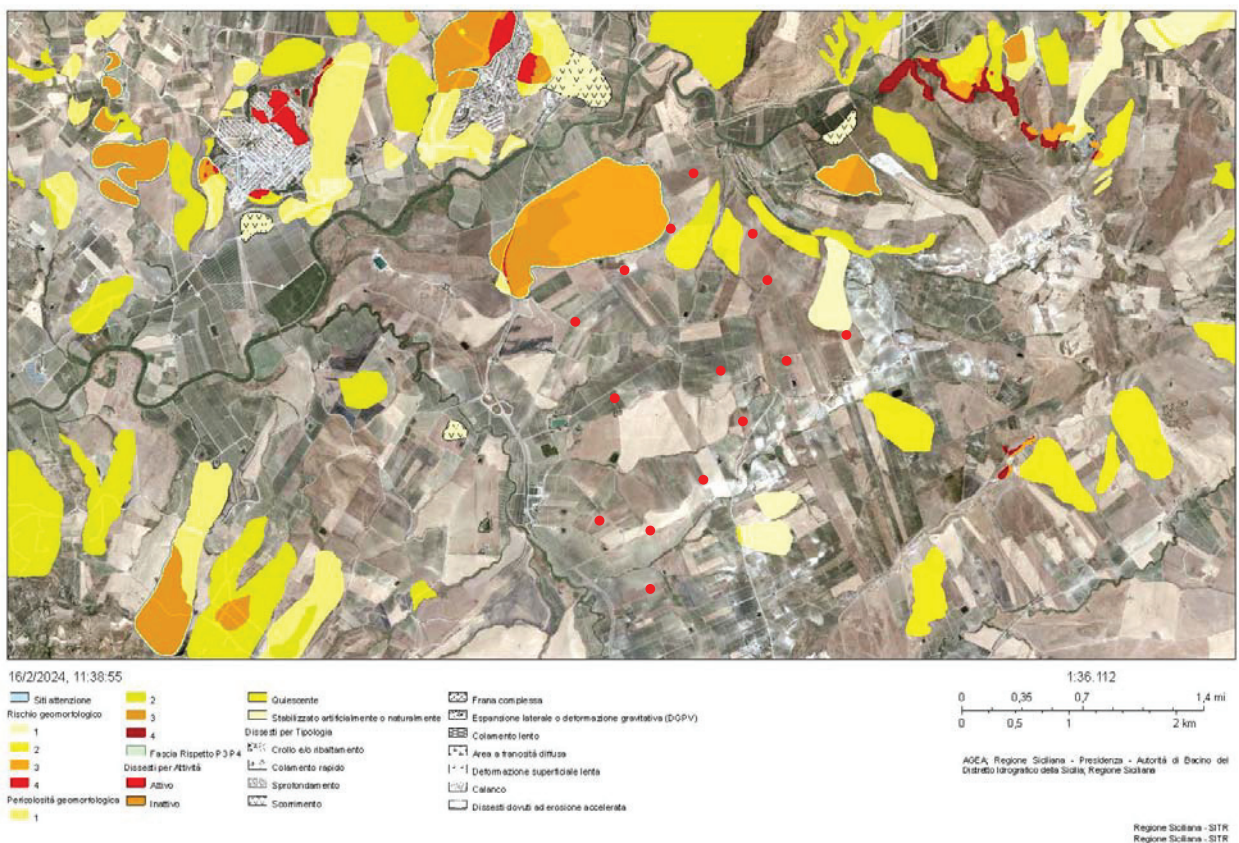


Figura 2: pericolosità e rischio di tipo geomorfologico ed idraulico P.A.I. - Regione Sicilia, i cerchi rossi rappresentano il punto di installazione delle torri eoliche in progetto, la linea blu rappresenta il cavidotto

Da un'attenta analisi della cartografia tematica di pericolosità, rischio e dissesto geomorfologico ed idraulico redatte per il P.A.I. dalla Regione Siciliana – Assessorato Territorio e Ambiente - “Area Territoriale tra il bacino del Fiume S Belice (57)”, si osserva che i terreni oggetto di indagine, dal punto di vista geomorfologico, **le torri eoliche non ricadono non all'interno di aree soggette a dissesto, pericolosità e rischio come evidenziato nelle immagini seguenti.**

Sotto il profilo del rischio e della pericolosità idraulica, relativo al Piano di Assetto Idrogeologico, i terreni oggetto di indagine non ricadono all'interno di nessuna area censita a rischio e/o pericolosa.

SITR - Stampa visualizzatore



16/2/2024, 11:37:33

Rischio idraulico	R4	Siti di attenzione idraulica	P3
R1	Collasso	Pericolosità Idraulica	P4
R2	Manovra scarico	P1	
R3		P2	

1:36.112
0 0,35 0,7 1,4 mi
0 0,5 1 2 km

AGEA, Regione Siciliana - Presidenza - Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia

Regione Siciliana - SITR
Regione Siciliana - SITR

SITR - Stampa visualizzatore

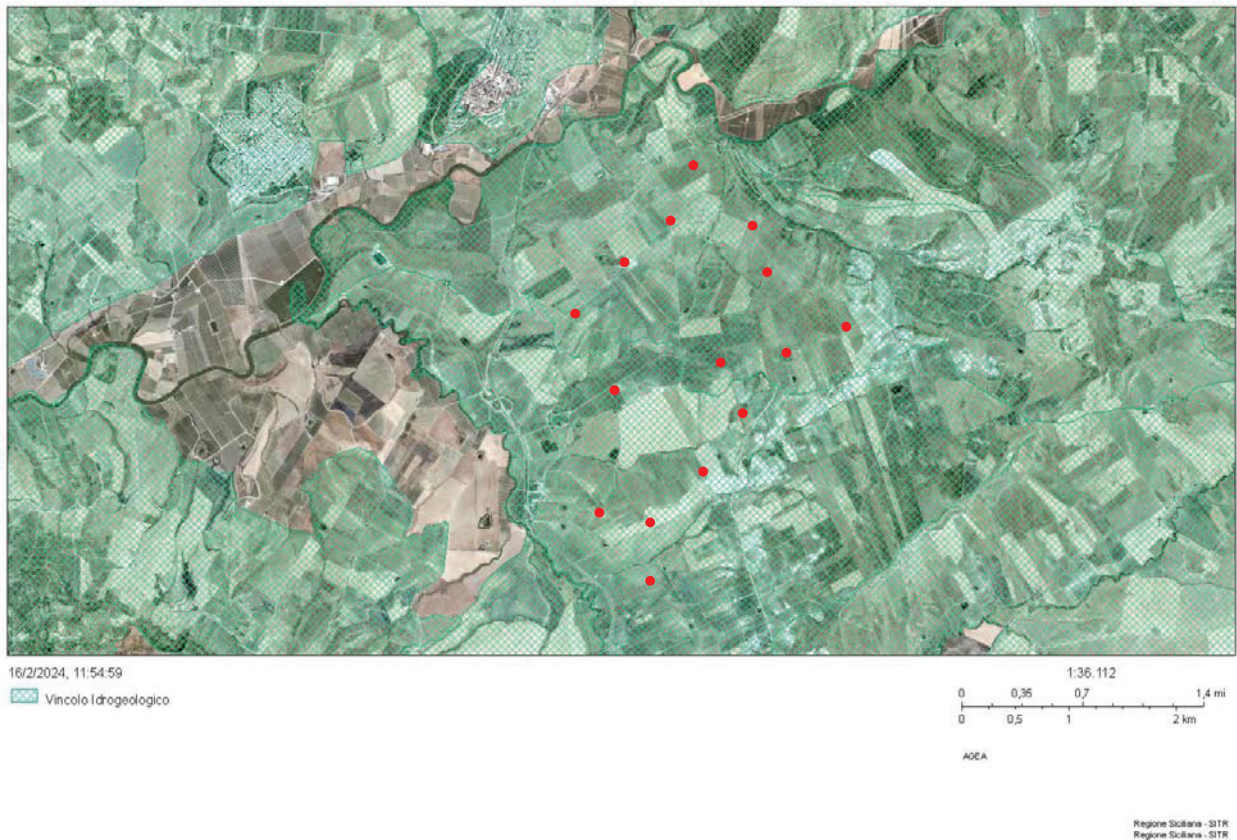


Figura 3: Stralcio carta vincolo idrogeologico SITR-Regione Sicilia, il poligono rosso racchiude le torri eoliche in progetto, la linea blu rappresenta il cavidotto

I terreni di sedime delle n° 15 torri eoliche ed il passaggio del cavidotto ricadono all'interno di un'area "vincolata per scopi idrogeologici", secondo quanto previsto dal R.D. 30 dicembre 1923, n° 3267 (legge forestale) e s.m.i.

Nell'insieme le condizioni geomorfologiche dell'area vasta non presentano problemi di stabilità generali, dai sopralluoghi esperiti non sono stati riscontrate e/o evidenziate problematiche legate a dissesti in atto in corrispondenza dei terreni di sedime delle torri.

2.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE GENERALI

2.4.1. Idrogeologia

L'assetto idrografico ed idrogeologico del territorio esaminato è essenzialmente guidato da quello geolitologico e geomorfologico che interessa il settore meridionale del Bacino del Fiume Belice, il quale ha origine da una cospicua zona sorgentizia, ubicata a Sud dei Monti di Palermo e a SW della Rocca Busambra.

L'analisi del reticolo idrografico che attraversa l'area di studio e della sua organizzazione nei diversi bacini imbriferi evidenzia che, in generale, solo gli elementi del reticolo impostati sugli affioramenti rocciosi risultano controllati da elementi geologico-strutturali o litostrutturali, in questi settori del bacino infatti le strutture geologiche impiantano un vincolo sulle geometrie dei corsi d'acqua.

Per quanto concerne i settori del bacino impostate sulle formazioni argillo-marnose, si osserva invece una rete idrografica organizzata gerarchicamente a costituire bacini con reticoli idrografici di "tipo dendritici" (uncinato o a traliccio). All'interno dell'area di fondovalle caratterizzate dalla presenza di estese piane alluvionali terrazzate il Fiume Belice attenua la velocità del suo corso fino ad assumere il carattere vero e proprio di un fiume con decorso lento che si snoda in ampi meandri.

Complessivamente il bacino presenta un reticolo idrografico abbastanza articolato con regimi di tipo torrentizio che si estrinsecano in prolungati periodi di assoluta siccità alternati a periodi di piena con tempi brevi di corrivazione dopo gli eventi meteorici. I maggiori volumi dei deflussi appaiono sempre concentrati nel semestre Novembre-Aprile.

2.5. Idrogeologia

Il grado di permeabilità ed il regime idrogeologico dei terreni presenti nell'area in esame sono stati determinati prendendo in considerazione sia la loro natura geolitologica, sia il loro assetto stratigrafico e tettonico-strutturale. Pur tenendo conto dell'estrema variabilità che la permeabilità può presentare anche all'interno di una stessa unità litologica, si è cercato di definire tale parametro per le formazioni affioranti nel bacino. A tal fine si sono identificati vari complessi idrogeologici, ognuno costituito da depositi anche di età ed origine differenti, ma con analoghe caratteristiche idrogeologiche e di permeabilità.

I litotipi affioranti nell'area in studio mostrano permeabilità da molto bassa o nulla (complessi prevalentemente argilloso-marnosi) a medio-elevata per porosità e fratturazione e, in misura minore, per carsismo (complessi alluvionali, complessi lapidei calcarenitici, arenacei o calcareo-dolomiti).

I depositi alluvionali presentano una permeabilità per porosità da media ad elevata in funzione della distribuzione granulometrica dei sedimenti e sono sede di falde idriche, in genere superficiali e di consistenza non elevata, a causa degli spessori piuttosto modesti di tali depositi.

I litotipi calcarenitici hanno una permeabilità medio-alta, essendo sempre interessati da un elevato grado di fratturazione e/o carsismo, più o meno elevato; pertanto, in essi si instaura una circolazione idrica, la cui entità dipende anche dall'estensione areale e dalla potenza dei depositi.

I litotipi a composizione prevalentemente argilloso-marnosa, invece, sono caratterizzati da un grado di permeabilità basso o quasi nullo, tali da potersi considerare praticamente impermeabili, e quindi da escludere al loro interno la presenza di circolazione idrica sotterranea di interesse.

Nelle coltri di copertura o di alterazione di natura detritica o detritico-eluviale, è possibile rinvenire delle falde superficiali a carattere stagionale a seguito della infiltrazione di acque meteoriche, comunque di modesta rilevanza e dipendenti dalle caratteristiche granulometriche.

Di seguito vengono descritti i vari complessi idrogeologici individuati, secondo le caratteristiche di permeabilità possedute dai litotipi affioranti nell'area in studio.

Rocce permeabili per porosità. Tale tipo di permeabilità caratterizza i depositi clastici incoerenti quali le coltri detritiche, presenti alla base dei principali rilievi, i depositi alluvionali attuali e recenti terrazzati, presenti nelle aree di fondovalle dei corsi d'acqua principali, i terreni del complesso calcarenitico-sabbioso quaternario, affioranti in corrispondenza delle aree meridionali del bacino, nonché i termini più prettamente sabbiosi delle sequenze terrigene.

Rocce a permeabilità limitata per fessurazione, tale tipo di permeabilità è dovuta ad intensa fessurazione in rocce composte da livelli più o meno permeabili alternati a livelli impermeabili variamente distribuiti in senso verticale ed orizzontale. Presentano questo tipo di permeabilità, essenzialmente, i livelli calcarenitici della Formazione Marnoso Arenacea Del Belice e le componenti arenacee della Fm Terravecchia.

Terreni impermeabili Essi sono rappresentati dalle litologie argilloso marnose nelle quali si verifica una circolazione idrica praticamente trascurabile e che per tali caratteristiche fungono da substrato alle falde acquifere. In questo complesso rientrano tutte le facies costituite da una frazione argillosa prevalente, in particolare, nel bacino in esame esse sono rappresentate dalle argille ed argille marnose plioceniche della F. Marnoso Arenacea Del Belice, dalle facies argillose del Flysch Numidico e della Fm.Terravecchia e da tutte le formazioni con frazione marnosa prevalente.

Da quanto sopra esposto si evince che nel bacino in studio la circolazione idrica sotterranea risulta piuttosto limitata, a causa dell'assetto geologico-stratigrafico, caratterizzato da una prevalenza di terreni argillosi e argilloso sabbiosi o marnosi, da poco permeabili a praticamente impermeabili.

Si osservano solo manifestazioni sorgentizie poco rilevanti al contatto tra le intercalazioni arenacee presenti all'interno delle masse argillose, tali emergenze alimentano abbeveratoi o si perdono lungo i versanti, e raramente risultano captate per lo sfruttamento potabile o irriguo.

2.4.2 Cenni di climatologia

Al fine di individuare le caratteristiche climatiche che contraddistinguono il bacino idrografico del fiume Belice nel quale ricade l'area oggetto di studi vengono di seguito riportate le elaborazioni termometriche e pluviometriche riportate negli studi del PAI del Bacino del Fiume Belice (057).

Il regime termico e pluviometrico dell'area sono stati ricavati analizzando i dati registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate all'interno del bacino in esame, o nelle aree immediatamente circostanti, di seguito elencate

STAZIONE	LOCALITA'	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Lat.	Long.
Diga Arancio	Diga Arancio	Pluviometro	190	4.166.991	327.930
Montevago	Montevago	Pluviometro	460	4.176.394	320.777
Partanna	Partanna	Termo- pluviometro	407	4.176.557	313.430
Castelvetrano	Castelvetrano	Termo- pluviometro	190	4.173.062	304.528
Gibellina	Gibellina	Pluviometro	410	4.183.792	320.937
Roccamena	Roccamena	Pluviometro	480	4.189.005	337.194
Corleone	Corleone	Termo- Pluviometro	594	4.186.905	350.362
Ficuzza	Ficuzza	Termo- Pluviometro	681	4.194.198	356.380
Piana degli Albanesi	Piana degli Albanesi	Pluviometro	740	4.205.426	349.235
Piana dei Greci	Piana dei Greci	Pluviometro	616	4.203.576	349.201
San Giuseppe Jato	San Giuseppe Jato	Termo- Pluviometro	450	4.203.743	340.416

Tabella 1: Stazioni pluviometriche e termopluviometriche ricadenti nel bacino e nelle aree limitrofe

Il regime termico - Per l'analisi delle condizioni termometriche si è fatto riferimento ai dati registrati dalle stazioni di Partanna, Castelvetrano, Corleone, Ficuzza e San Giuseppe Jato, essendo queste ultime, tra quelle ricadenti all'interno del bacino del Fiume Belice o in aree limitrofe, dotate di termopluviografo.

Naturalmente nell'analisi della termometria, nonché della pluviometria, che caratterizza l'area considerata, bisogna tenere conto della vastità del bacino idrografico, che comprende sia le zone montane dell'entroterra che

le aree costiere meridionali della Sicilia; pertanto i dati medi relativi all'intero bacino sono puramente indicativi poiché le condizioni locali variano notevolmente a seconda della zona del bacino presa in esame.

Riferendosi alle medie stagionali si ottengono valori nella norma se si calcola l'escursione tra la temperatura media diurna e quella notturna, mentre forti differenze si ricavano dal confronto, per un dato mese, fra la temperatura diurna massima e quella minima notturna.

L'analisi dei dati mostra che nei mesi più caldi (Luglio e Agosto) la temperatura media è pari a 25.7°C e si raggiungono temperature massime di circa 43.0°C; invece, nel mese più freddo (Gennaio) la temperatura media è pari a 9.3°C e si raggiungono temperature minime anche inferiori allo 0° (-4.8 °C).

Complessivamente, la temperatura media annua dell'intero territorio in esame è pari a 16.8°C. L'evaporazione è sempre modesta nei mesi freddi e nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcareo-dolomitica, a causa dell'elevata permeabilità di tali litotipi (per fessurazione) che favorisce l'infiltrazione delle acque ruscellanti.

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

Il regime pluviometrico - L'analisi del regime pluviometrico è stata effettuata attraverso gli annali idrologici pubblicati dalla Regione Siciliana, dalle analisi effettuate si evince che, nel periodo suddetto, il valore di piovosità media annua è pari a circa 617.80 mm.

Inoltre, nello stesso periodo considerato l'anno più piovoso è risultato il 1976, nel quale si sono registrati 948.40 mm di pioggia; l'anno meno piovoso, invece, è stato il 1977, con 200.80 mm.

Il mese più piovoso relativo al periodo considerato è stato quello di Febbraio del 1976 che ha fatto registrare ben 137.8 mm di pioggia.

In generale, nell'arco di ogni singolo anno i giorni più piovosi ricadono nel semestre autunno-inverno e, in particolare, nell'intervallo temporale Ottobre-Febbraio mentre le precipitazioni diventano decisamente di scarsa entità nel periodo compreso tra Maggio e Settembre.

In definitiva, i caratteri pluviometrici riportati delineano un clima di tipo temperato mediterraneo, caratterizzato da precipitazioni concentrate nel periodo autunnale invernale e quasi assenti in quello estivo.

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

L'evaporazione è sempre modesta nei mesi freddi e nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcareo-dolomitica lo è anche nei mesi caldi, a causa dell'elevata permeabilità di tali litotipi (per fessurazione e/o per porosità nella coltre d'alterazione) che favorisce l'infiltrazione delle acque ruscellanti.

Inoltre, il ruscellamento superficiale risulta moderato anche a causa della morfologia dell'area in esame la quale mostra rilievi a pendenza generalmente bassa o moderata; esso, pertanto, diviene preponderante soltanto nelle zone in cui affiorano i terreni impermeabili e qualora si verificano forti rovesci della durata di poche ore.

Si evince, dunque, che la ricarica degli acquiferi dell'area in esame avviene sostanzialmente nel periodo piovoso suddetto (Ottobre-Febbraio) e che, pur non mancando saltuari eventi piovosi negli altri mesi dell'anno, durante l'estate, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno per la mancanza di risalita di acqua per capillarità.

2.5 SISMICITÀ DEL TERRITORIO STUDIATO

2.5.1. Sismicità storica della Sicilia occidentale

I terremoti storici registrati nel territorio siciliano che hanno avuto effetti catastrofici, con MCS molto elevate (e.g., i terremoti del 1693 in Sicilia orientale, 1908 a Messina e 1959 nella valle del Belice) evidenziano come questa rappresenti una delle regioni a maggiore mobilità tettonica e quindi a più alto tasso di sismicità, del mediterraneo. Studi paleosismologici hanno consentito di caratterizzare le faglie responsabili di molti di questi terremoti, dimostrando che dislocazioni tardo pleistoceniche-oloceniche hanno interessato molte strutture considerate in passato completamente inattive.

Di conseguenza, la conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie attive, in special modo di quelle stimate in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio sismico.

Relativamente alle faglie capaci è stato consultato il catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults), di cui, in figura 3 ne viene riportato uno stralcio relativo al territorio esaminato. Da questo è possibile osservare l'assenza di faglie attive e capaci nell'area oggetto di studi.

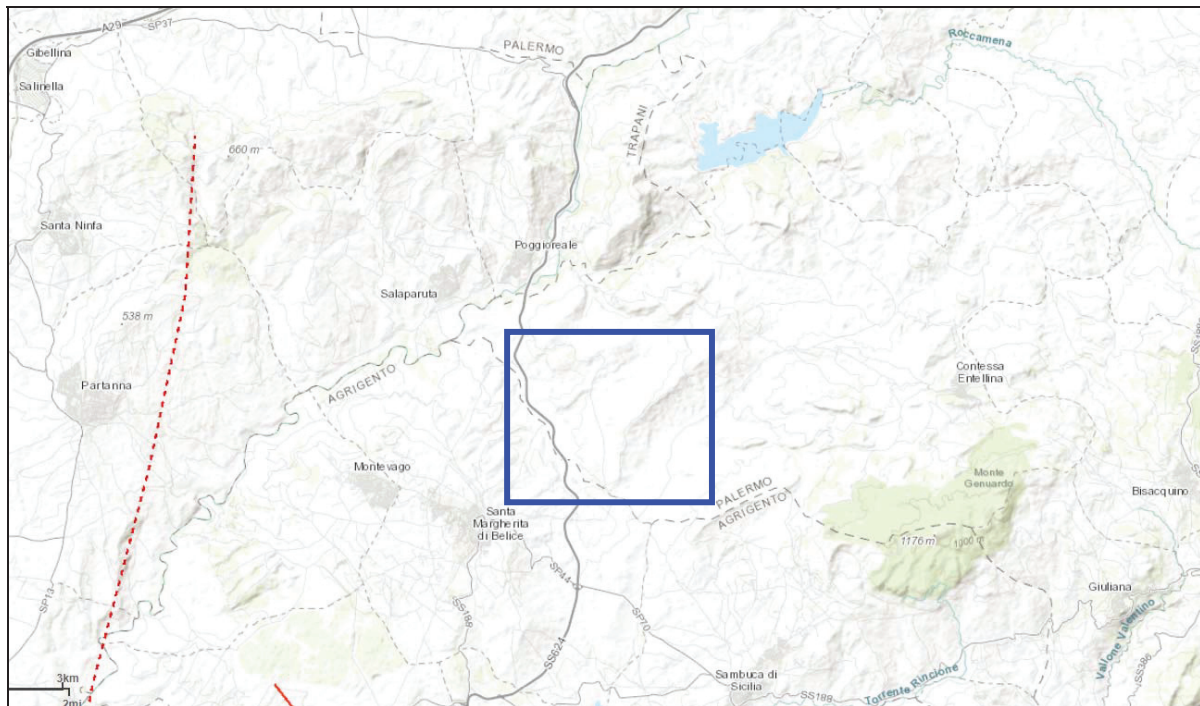


Figura 3: Faglie capaci mappate nel catalogo ITHACA

3.2. Strutture sismogenetiche e faglie attive

Per quanto concerne la verifica della presenza di faglie attive, intese come sorgenti sismogenetiche e della loro caratterizzazione in termini di scuotimento, è stato interrogato il database DISS – Database of Individual Seismogenic Sources, espressamente sviluppato dall'INGV, alla scala nazionale e locale, per applicazioni nell'ambito della valutazione della pericolosità sismica da scuotimento (ground shaking hazard).

In particolare l'area sismogenetica rappresentata in questo database, più significativa a cui possono essere riferiti gli eventi sismici che hanno interessato le aree oggetto di studi, sono rappresentate dalle strutture denominate Mazara-Belice e Monte Magaggiaro-Pizzo Telegrafo (figura 4), definite Sorgenti sismogenetiche composite legate al sistema a thrust Siculo-Maghrebide, a cui viene associata una magnitudo massima attesa (M_w) di 5.5 e 5.6.

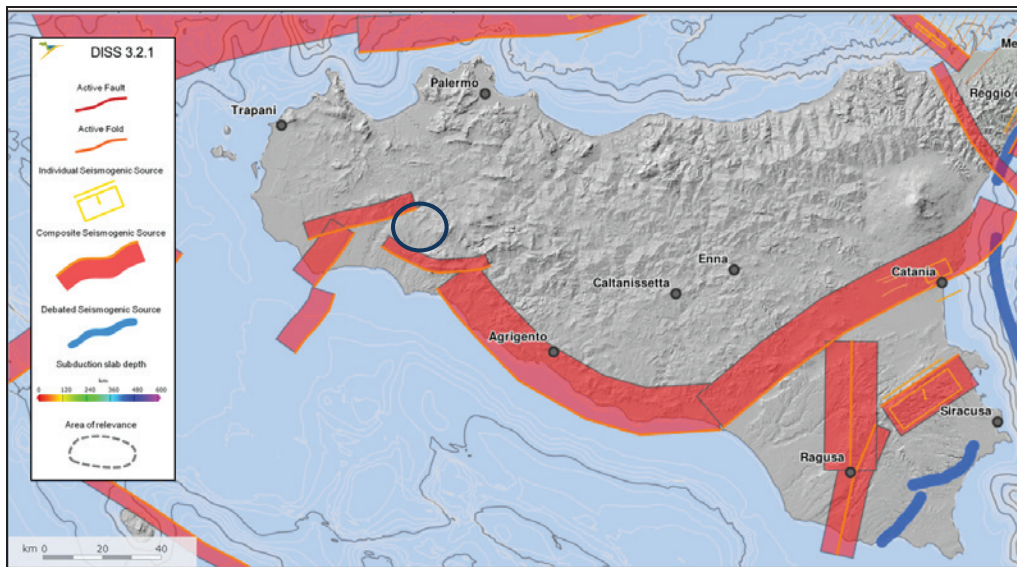


Figura 4: Mappa delle principali strutture sismogenetiche. DSS ver. 3.2.1 – 2018

Figura 6 CFT115M (Guidoboni et al., 2018) catalogo dei Forti Terremoti verificatisi in Italia

3.3. Classificazione sismica

Nella classificazione sismica del territorio italiano (O.P.C.M. n. 3274 20/03/2003, Delibera della Giunta regionale n.408 19/12/2003 e ss.mm.ii), che definisce quattro zone a diverso grado di sismicità, I territori comunali di Santa Margherita Di Belice (AG), Gibellina (TP) e Contessa Entellina sono stati dichiarato sismici e classificati come zona sismica I, corrispondente ad una $PGA > 0.25g$ (figura 5).

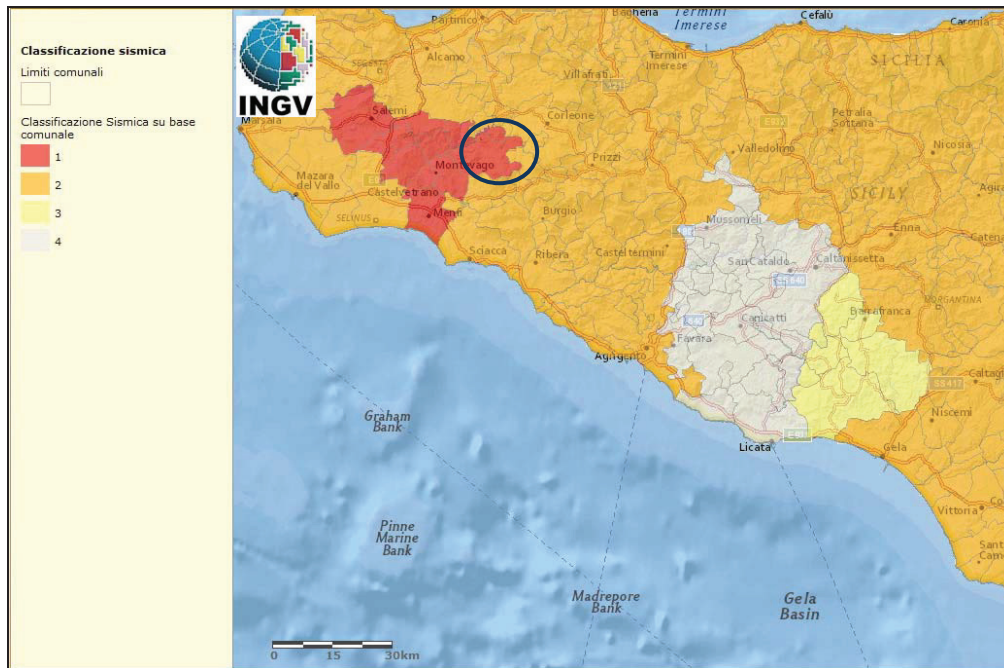


Figura 5 - Mappa della classificazione sismica dei comuni ricadenti nel territorio siciliano, O.P.C.M. n. 3274 20/03/2003, Delibera della Giunta regionale n.408 19/12/2003;

In figura 6 è riportata la mappa della pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima al suolo (PGA) con probabilità di eccedenza del 10 % in 50 anni, pari ad un periodo di ritorno di 475 anni, riferita a suoli rigidi ($VS > 800/m$), come previsto dall'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All.1b. Per il territorio oggetto del presente studio sono stati stimati valori di PGA compresi nell'intervallo 0.150-0.175g. Dalla zonazione sismogenetica ZS9 (figura 3.c) si osserva che il territorio ricade all'interno delle zona sismogenetica 934 della valle del Belice



Figura 6 - Mappa della pericolosità sismica espressa in termini di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_S > 800/m$), O.P.C.M. n. 3274 20/03/2003.

Classificazione sismica

Nella classificazione sismica del territorio italiano (O.P.C.M. n. 3274 20/03/2003, Delibera della Giunta regionale n.408 19/12/2003 e ss.mm.ii), che definisce quattro zone a diverso grado di sismicità, I territori comunali di Santa Margherita Di Belice (AG), Gibellina (TP) e Contessa Entellina sono stati dichiarati sismici e classificati come zona sismica I, corrispondente ad una $PGA > 0.25g$ (figura 5).

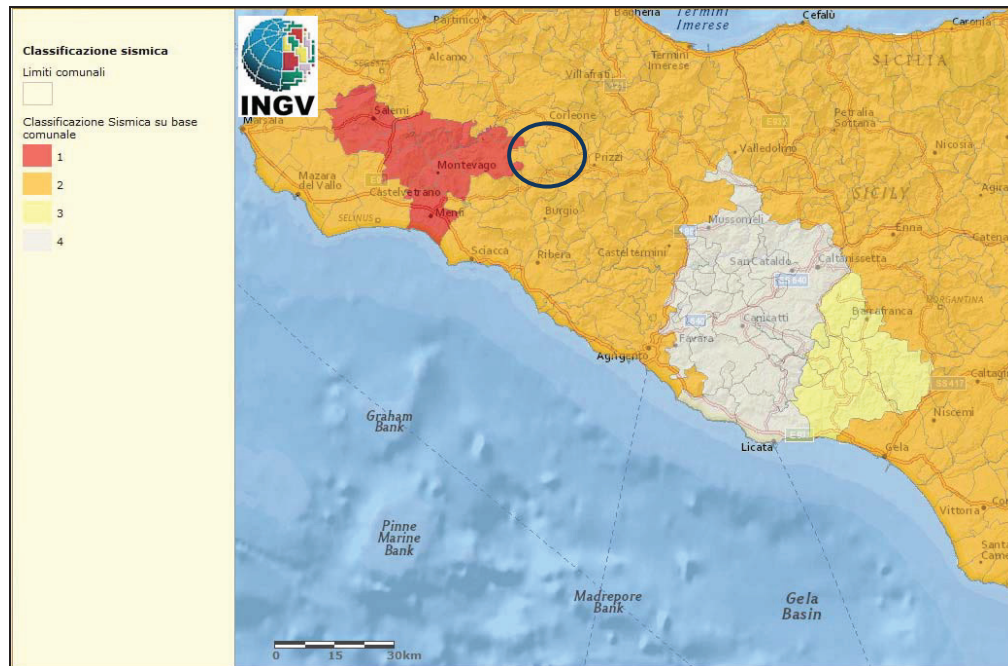


Figura 5 - Mappa della classificazione sismica dei comuni ricadenti nel territorio siciliano, O.P.C.M. n. 3274 20/03/2003, Delibera della Giunta regionale n.408 19/12/2003;

In figura 6 è riportata la mappa della pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima al suolo (PGA) con probabilità di eccedenza del 10 % in 50 anni, pari ad un periodo di ritorno di 475 anni, riferita a suoli rigidi ($V_S > 800/m$), come previsto dall'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All.1b. Per il territorio oggetto del presente studio sono stati stimati valori di PGA compresi nell'intervallo 0.150-0.175g. Dalla zonazione sismogenetica ZS9 (figura 3.c) si osserva che il territorio ricade all'interno delle zona sismogenetica 934 della valle del Belice



Figura 6 - Mappa della pericolosità sismica espressa in termini di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_s > 800/m$), O.P.C.M. n. 3274 20/03/2003.

Sismicità storica

La sismicità storica dei Comuni di Santa Margherita Di Belice (AG), Gibellina e Contessa Entellina (PA), desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani, utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15, è riassunta graficamente nella tabella e nel diagramma di figura 7.

Dalla tabella è possibile osservare che solo gli eventi della Valle del Belice del 1968 (figura 3) hanno avuto effetti macrosismici registrati nel territorio studiato

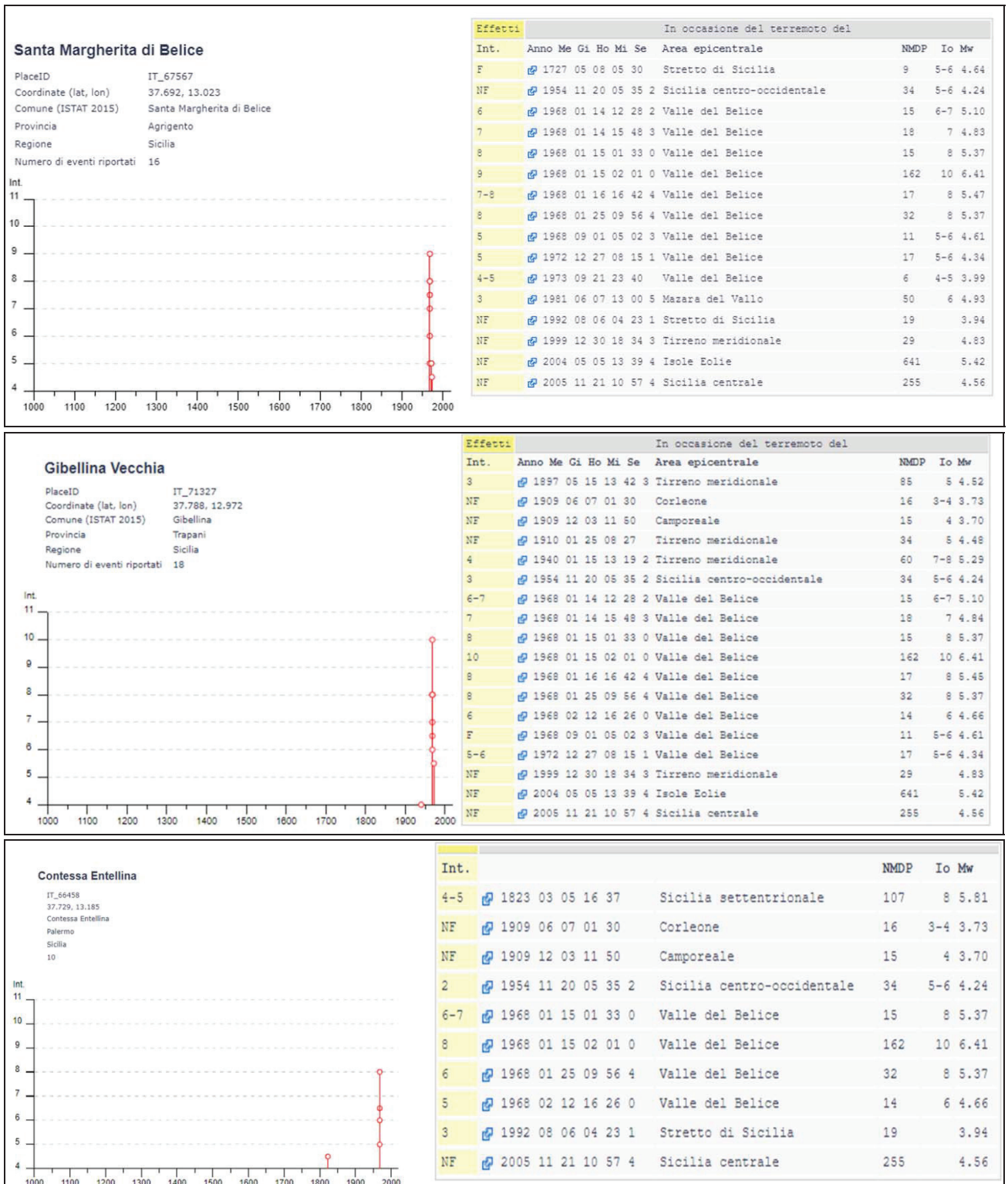


Figura 7: Eventi macrosismici registrati nei territori di S. Margherita Di Belice (AG), Gibellina (TP) e Contella Ent. (PA).

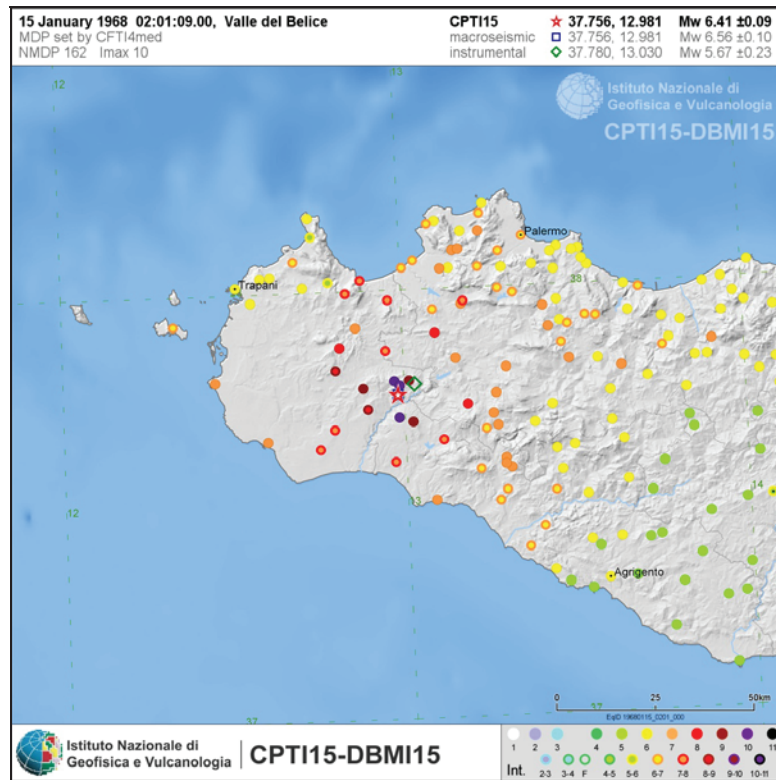


Figura 8: localizzazione epicentrale ed intensità macrosismiche dei terremoti che hanno superato la soglia del danno

3.0 TERRENI DI SEDIME AEROGENERATORI

Al fine di determinare la stratigrafia e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di sedime dei n° 15 aerogeneratori sono state utilizzate le risultanze delle indagini geotecniche in situ eseguite in aree limitrofe e l'esecuzione di n°1 indagini geofisiche di tipo masw

TURBINA EOLICA DU_01-DU_02-DU_03-DU_04-DU_05-DU_06- DU_07-DU_08-DU_09-DU_10-DU_11-DU_12
DU_13-DU_14-DU_15

Il lavoro di rilevamento geologico, supportato principalmente dalla campagna indagini eseguita in area limitrofa, e dai numerosi dati della letteratura tecnica, ha permesso di ricostruire un'attendibile geologia dell'area interessata, si è potuto quindi determinare che, i litotipi affioranti nel sito in oggetto, appartengono ai **depositi argillosi marnosi**. Le informazioni di carattere litologiche acquisite utilizzando i dati indagini e prove eseguite in aree limitrofe, consentono di ricostruire una colonna stratigrafica, di seguito riportata:

0,00 m – 0,80 m	Copertura vegetale ricca di frammenti litici di varie dimensioni
0,80 m – 1,90 m	Limo argilloso brunastro ricco di alterazioni vegetali e frammenti litici di varia natura e dimensioni centimetriche. Sedimento di origine eluviale (Elu.)
1,90 m – 15,00 m	Argilla limo sabbiosa di colore grigio giallastro,umida plastica e moderatamente consistente, con livello sabbio alla base

Copertura Agraria (Cop.)

E' costituito nel complesso da sedimenti con basse proprietà meccaniche. La genesi del deposito ha, infatti, determinato marcate condizioni di rimaneggiamento dal punto di vista granulometrico, strutturale e tessiturale.

Complessivamente ha un comportamento meccanico simile a quello di un suolo pseudocoesivo scarsamente consolidato o sottoconsolidato per la preponderanza della frazione fine. Nei periodi umidi le acque di pioggia si infiltrano dal p.c. saturando in maniera variegata il suolo (in casi estremi coinvolge l'intero orizzonte sino alla superficie topografica) che mollificandosi rigonfia, perde consistenza e coesione.

Di contro, nel periodo caldo, come riscontrato attualmente, la vicinanza con il p.c. facilita gli scambi termici con l'esterno (perdite di umidità per evapotraspirazione) creando di conseguenza riduzioni volumetriche dei sedimenti. Quanto osservato penalizza le doti meccaniche generali dell'intero orizzonte determinando un comportamento scadente e differenziato.

PARAMETRI MECCANICI DELL'ORIZZONTE

$\gamma = 1,80 \text{ T/mc}$		
$W_n = 25 - 35 \%$		
$W_p < W_n$		
$W_l > W_n$		
$I_c \ll 1$		
$I_p = 25 - 30 \%$		
$\delta = 0,32$		
$K = 1 \text{ Kg/cm}^3$		
	$C' = 0,00 \text{ T/mq}$	$\phi' = 18^\circ$
	$C_u = 1,00-2,00 \text{ T/mq}$	$\phi_u = 0^\circ$
	$E = 275 \text{ MPa}$	$G = 110 \text{ MPa}$

Orizzonte di natura eluviale (Elu.)

E' un sedimento a granulometria limoso-argillosa con una piccola percentuale sabbiosa.

Entrando nel dettaglio, la prospezione ha individuato livelli pseudocoesivi di spessore variabile, asciutti e lievemente sovraconsolidati. La bassa permeabilità della porzione pseudocoesiva impedisce rapidi trasferimenti delle tensioni allo scheletro solido con ripercussioni nei valori di resistenza al taglio mobilitabili e differimenti nel tempo relativamente ai processi di deformabilità.

Rifacendoci alla frazione pseudocoesiva, qui di seguito si riporta la seguente parametrizzazione:

PARAMETRI MECCANICI DELL'ORIZZONTE

$\gamma = 2,00 \text{ T/mc}$		
$W_n < 20 \%$		
$W_p \geq W_n$		
$W_l \gg W_n$		
$I_c \approx 1$		
$I_p = 25 - 30 \%$		
$\delta = 0,35$		
$K = 7 \text{ Kg/cm}^3$		
	$C' = 1,50 \text{ T/mq}$	$\phi' = 22^\circ$
	$C_u = 6,00-7,00 \text{ T/mq}$	$\phi_u = 0^\circ$
	$E = 640 \text{ MPa}$	$G = 225 \text{ MPa}$

Orizzonte di base-bed rock (Fb.)

Trattasi di un terreno pseudocoesivo in netto contrasto dal punto di vista meccanico con l'orizzonte che lo sovrasta.

Il grado di sovraconsolidazione che lo contraddistingue ed il modestissimo contenuto d'acqua conferiscono consistenza e, complessivamente, apprezzabili doti in termini di rottura e deformabilità.

A grande scala, inoltre, si presenta abbastanza omogeneo sia in senso verticale che orizzontale.

Tali motivi, unitamente alla notevole estensione areale ed al considerevole spessore, ne fanno un livello di riferimento (bed-rock) nella contrada in questione.

A piccola scala, viceversa, vi si riscontrano minute discontinuità, testimonianze dello stato tensionale proprio del sedimento. Le argille, inattive e di bassa plasticità, hanno, infatti, struttura scagliosa con superfici di separazione delle singole scaglie indurite, lisce e con riflessi madreperlacei.

Tale condizione genera una riduzione delle caratteristiche meccaniche soprattutto nelle porzioni sommitali dell'ammasso più decomprese laddove, tra l'altro, il sedimento appare leggermente alterato e rimaneggiato.

In questi casi il detensionamento dell'ammasso fa assumere alle piccole discontinuità (superfici delle scaglie) un ruolo fondamentale e privilegiato sia in termini di resistenza al taglio che alla deformabilità del suolo. Aspetti questi che assumono un peso non indifferente nell'ambito di "problematiche di versante".

Al suo interno si individua un primo livello leggermente decompresso ed alterato dello spessore di qualche metro (Fb. 1) ed un sottostante corpo decisamente più consolidato (Fb.2).

Qui di seguito si riportano i parametri meccanici del livello alterato per avere un fattore di sicurezza maggiore.

PARAMETRI MECCANICI DELL'ORIZZONTE

$$\gamma = 2,20 \text{ T/mc}$$

$$W_n < 20 \%$$

$$W_l \gg W_n$$

$$W_p \gg W_n$$

$$I_c > 1$$

$$\delta = 0,37$$

$$K = 10 \text{ Kg/cm}^3$$

$$C' = 2,50 \text{ T/mq}$$

$$\phi' = 24^\circ$$

$$C_u = 12,00 \text{ T/mq}$$

$$\phi_u = 0^\circ$$

$$E = 1400 \text{ MPa}$$

$$G = 520 \text{ MPa}$$

Legenda:
γ = peso unitario di volume (stato naturale)
γ_{sat} = peso unitario di volume saturo
C' = coesione in condizioni drenate (in termini di tensioni efficaci)
ϕ' = angolo di attrito interno in condizioni drenate (in termini di tensioni efficaci)
C_u = coesione in condizioni non drenate (in termini di tensioni totali)
ϕ_u = angolo di attrito interno in condizioni non drenate (in termini di tensioni efficaci)
W_n = contenuto d'acqua ; W_l = limite liquido ; W_p = limite plastico
I_c = indice di consistenza ; I_p = indice di plasticità
St = sensitività
D_r = densità relativa ; M_{ed} = modulo edometrico (modulo confinato)
σ_R = pressione uniassiale di rottura
E = modulo di Young (m. elastico); G = modulo di rigidità (m. di taglio)
δ = coefficiente di Poisson; K = modulo di Winkler

Dati utili:
Z_w = assente.
β = 4° - 5° (pendenza piano di campagna)
α = 0° (pendenza piano fondazione)
S = categoria di suolo B
N = 3 (coefficiente di sicurezza)

Definizione della risposta sismica locale

Per determinare la risposta sismica locale è stata eseguita un'indagine di sismica, con metodologia di tipo MASW

Sismica MASW 01

Secondo le informazioni provenienti dalla stesa sismica, esiste uno spessore di 2.2 m, di sottosuolo di scarsa consistenza, con V_s pari a 114 m/s. Al di sotto, affiora uno spessore di 4.00 m, di sottosuolo di scarsa consistenza, con V_s pari a 214 m/s, uno spessore di 8.30 di media consistenza con V_s pari a 366 m/s, ed infine con V_s pari a 540 m/s ed infine uno spessore di indefinito. La velocità $V_{seq(30)}$ delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 254,00 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

Topografia del sito

Il terreno è stato classificato all'interno della categoria **T1**, ovvero "rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media <15°, avente coefficiente 1,00".

Definizione della risposta sismica locale: DU_01-DU_02-DU_03-DU_04-DU_05-DU_06- DU_07-DU_08-DU_09-DU_10-DU_11-DU_12-DU_13-DU_14-DU_15

Facendo riferimento alla classificazione sismica nazionale, il Comune di Contessa Entellina rientra nella categoria sismica 2, in base al Decreto DRPC n. 64 del 11/03/2022 *Aggiornamento della classificazione sismica regionale con i criteri dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28/04/2006 n. 3519*, pubblicato sulla GURS n. 13 del 25/marzo 2022 che ridefinisce il territorio della Regione Sicilia in base al diverso grado di sismicità.

Zona sismica 1		Zona con pericolosità sismica alta. Indica la zona dove possono verificarsi fortissimi terremoti.		
Categoria sismica	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	Accelerazione orizzontale convenzionale (Norme Tecniche) [ag]	Numero di comuni con epicentri ricadenti nella zona (*)
1	Zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g	740
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g	2.367
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g	3.014
4	Zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g	1.791

Per l'assegnazione della categoria topografica si è fatto riferimento alla tabella 3.2.IV (categorie topografiche) contenuta nelle N.T.C. di seguito riportata nella tabella sottostante:

Tabella 3.2 IV N.T.C. 2018 Categorie topografiche	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i < 15^\circ$
T2	Rilievi isolati con inclinazione $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i > 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

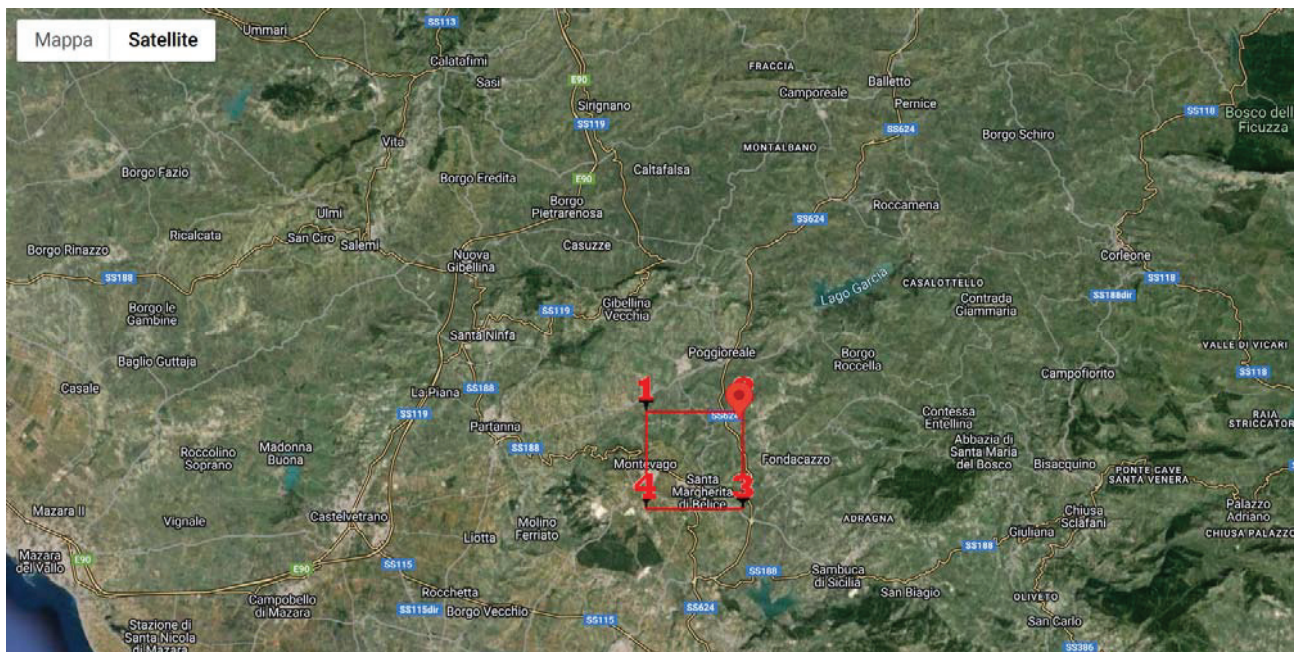
Attraverso l'esecuzione di n.1 indagine sismica di tipo HVSR, sono state individuate le onde di taglio generate in corrispondenza dei punti d'indagine ed è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde "Vs_eq" e la profondità del bedrock sismico, laddove presente.

Nome	Vs_eq (m/sec)	Profondità bedrock sismico (metri)
MASW_01	335	Non determinato

Adottando la classificazione delle nuove NTC (D.M.17/01/2018) i terreni individuati sul sito di indagine appartengono alla **CATEGORIA LITO - STRATIGRAFICA C**, ovvero:

AT.	DESCRIZIONE
A	ssili rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a v_s , eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	terreni teneri 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	terreni 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	terreni 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.

Attraverso l'utilizzo del software "GeoStru PS" si è potuti risalire ai principali parametri sismici del sito in oggetto, che vengono di seguito riportati:



Parametri sismici

determinati con GeoStru P S

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 37,728941 [°]

longitudine: 13,047228 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	46945	37,733740	12,986670	5352,3
Sito 2	46946	37,734020	13,049680	604,5
Sito 3	47168	37,684020	13,050010	5001,0
Sito 4	47167	37,683740	12,987020	7301,8

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,035	2,312	0,206
Danno (SLD)	63	50	0,051	2,292	0,242
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,168	2,420	0,282
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,226	2,470	0,300

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,770	1,000	0,011	0,005	0,520	0,200
SLD	1,500	1,680	1,000	0,015	0,008	0,749	0,200
SLV	1,460	1,590	1,000	0,059	0,029	2,401	0,240
SLC	1,360	1,560	1,000	0,086	0,043	3,018	0,280

Dal punto di vista idrogeologico, i complessi litologici affioranti nell'area in esame, possiedono una conducibilità idraulica di tipo medio di circa $1 \times 10^{-6}(\text{m/sec})$.

Il valore del coefficiente di permeabilità è stato determinato attraverso una valutazione, frutto della personale esperienza sui litotipi presenti nel sito in oggetto e considerando le diverse particolarità strutturali macroscopiche delle litologie affioranti (porosità, alterazione ecc.).

Nell'area oggetto dell'intervento, **non risultano comunque presenti acquiferi, a profondità di interesse.**

4.0 CONCLUSIONI

Il presente studio geologico ha permesso di definire i lineamenti geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici dell'area in esame. Da quanto esposto si evince quanto segue.

- *Dal punto di vista morfologico, l'area oggetto di studio presenta una pendenza media è inferiore al 15%.*
- *Dall'analisi geomorfologica effettuata sul sito e nel suo immediato, intorno, non sono visibili particolari forme morfologiche che possano portare all'individuazione di dissesti in atto o quiescenti.*
- *Dal punto di vista geologico-tecnico, non sono state evidenziate particolarità tecniche tali da modificare l'assetto geomorfologico e lo stato di equilibrio attuale oltre quella appena citata.*
- *Il sito, sulla base della caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica trattata, nel rispetto delle normative vigenti, risulta idoneo alla realizzazione delle opere in progetto; inoltre esse non costituiscono un elemento di disturbo per l'assetto complessivo dei luoghi; al fine di mantenere l'equilibrio vigente in sito, dovranno essere privilegiate soluzioni che minimizzano le operazioni di scavo e di riporto in maniera da rispettare l'attuale morfologia dello stesso.*
- *La categoria sismica del sottosuolo ottenuta da un indagine sismica di tipo MASW ai sensi del D.M. 17/01/2018 appartengono alla categoria C.*
- *Sotto l'aspetto della pericolosità sismica e geologica non esistono elementi che possono impedire la realizzazione di opere a scopo edificatorio nell'area studiata; in fase di progettazione esecutiva, per le verifiche strutturali agli stati limite bisognerà tener conto dei valori di accelerazione sismica massima al suolo, valutata attraverso lo studio di microzonazione sismica locale.*
- *La categoria topografica a cui appartiene il sito è la T1, mentre il valore massimo del coefficiente di amplificazione topografico St da assegnare è di 1,0.*
- *Dall'analisi di superficie effettuata e dalla successiva indagine bibliografica effettuata sulla cartografia P.A.I., si è potuto riscontrare che l'impianto eolico, e le opere connesse, ricadono all'esterno delle aree a dissesto; aree a pericolosità o rischio geomorfologico, aree a pericolosità o rischio idraulico.*
- *Da un attenta analisi della cartografia tematica di pericolosità, rischio e dissesto geomorfologico ed idraulico redatte per il P.A.I. dalla Regione Siciliana – Assessorato Territorio e Ambiente - "Area Territoriale tra il bacino del Fiume Belice (057), si osserva che i terreni oggetto di indagine, dal punto di vista geomorfologico, le torri eoliche ed il cavidotto non ricadono non all'interno di aree soggette a dissesto, pericolosità e rischio come evidenziato nelle immagini seguenti.*

- *Sotto il profilo del rischio e della pericolosità idraulica, relativo al Piano di Assetto Idrogeologico, i terreni oggetto di indagine non ricadono all'interno di nessuna area censita a rischio e/o pericolosa. ricadente nel "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico" del bacino del Belice (057).*
- *In ragione di quanto sopra esposto, si ritiene possibile la realizzazione delle opere in oggetto, esprimendo la fattibilità dei lavori, a condizione che vengano seguite le indicazioni progettuali e realizzative, oltre al corretto utilizzo dei parametri per l'applicazione del D.M. del 17.01.2018..*

Inoltre in osservanza alle indicazioni tecniche fornite nella presente relazione, sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico, che porta alle seguenti conclusioni:

- *La zona non presenta rischi di liquefazione (§ 7.11.3.4 delle NTC18);*
- *La zona non è in condizioni di dissesto e/o di frana;*
- *La zona risulta suscettibile per fenomeni di amplificazione sismica;*
- *La zona non si trova entro 50 metri da faglie attive e capaci segnalate dall'INGV.*

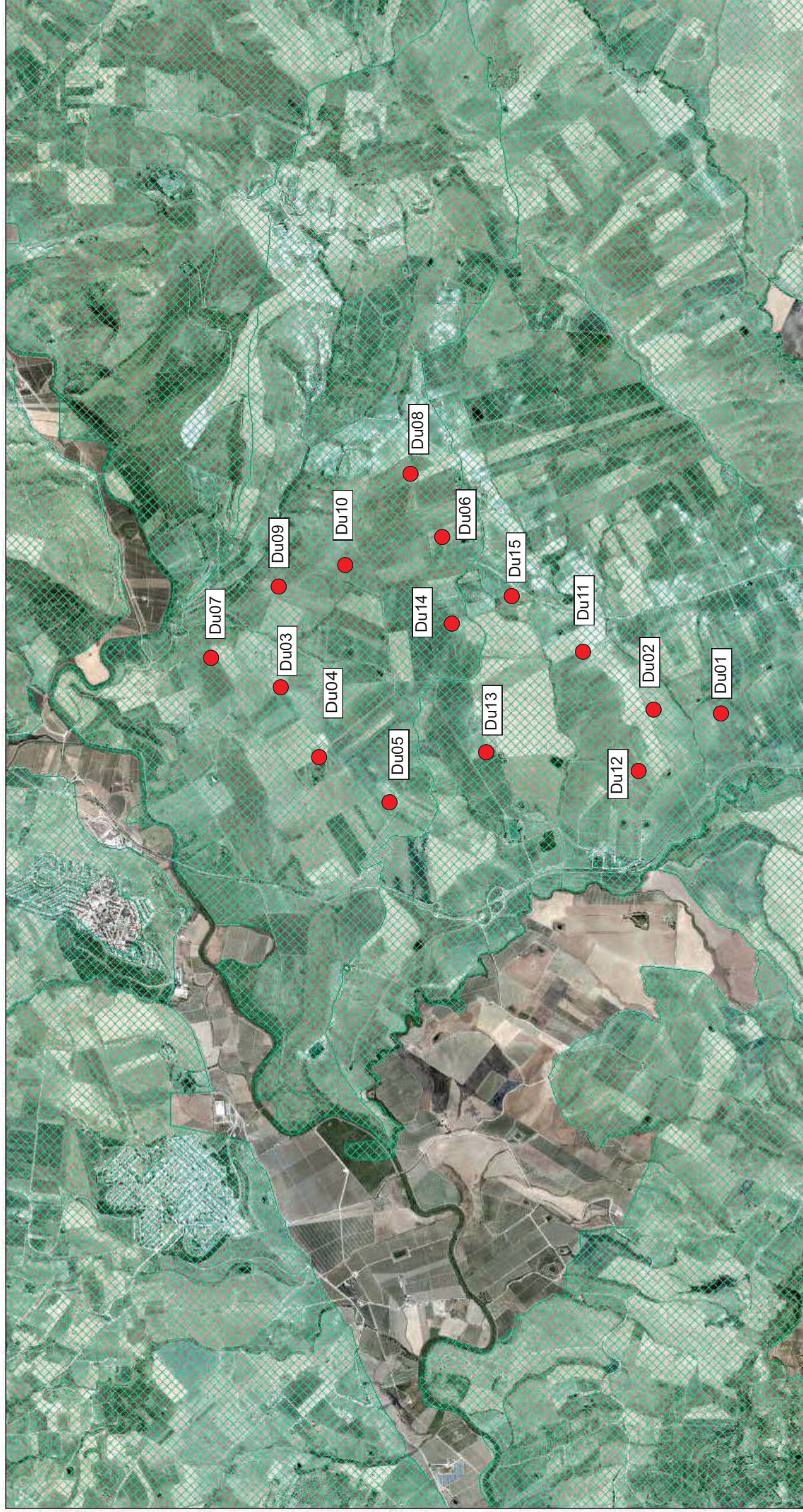
Favara (AG) 28/02/2024

Il Consulente Geologo
Antonio Mendolia O.R.G.S. n. 2411



The image shows a circular professional stamp of the Regional Order of Geologists of Sicily (Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia). The stamp contains the text: "Dott. Geol. MENDOLIA ANTONIO N. 2411". Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

ALLEGATO 1
CARTOGRAFIE E ESEZIONI



16/2/2024, 11:54:59

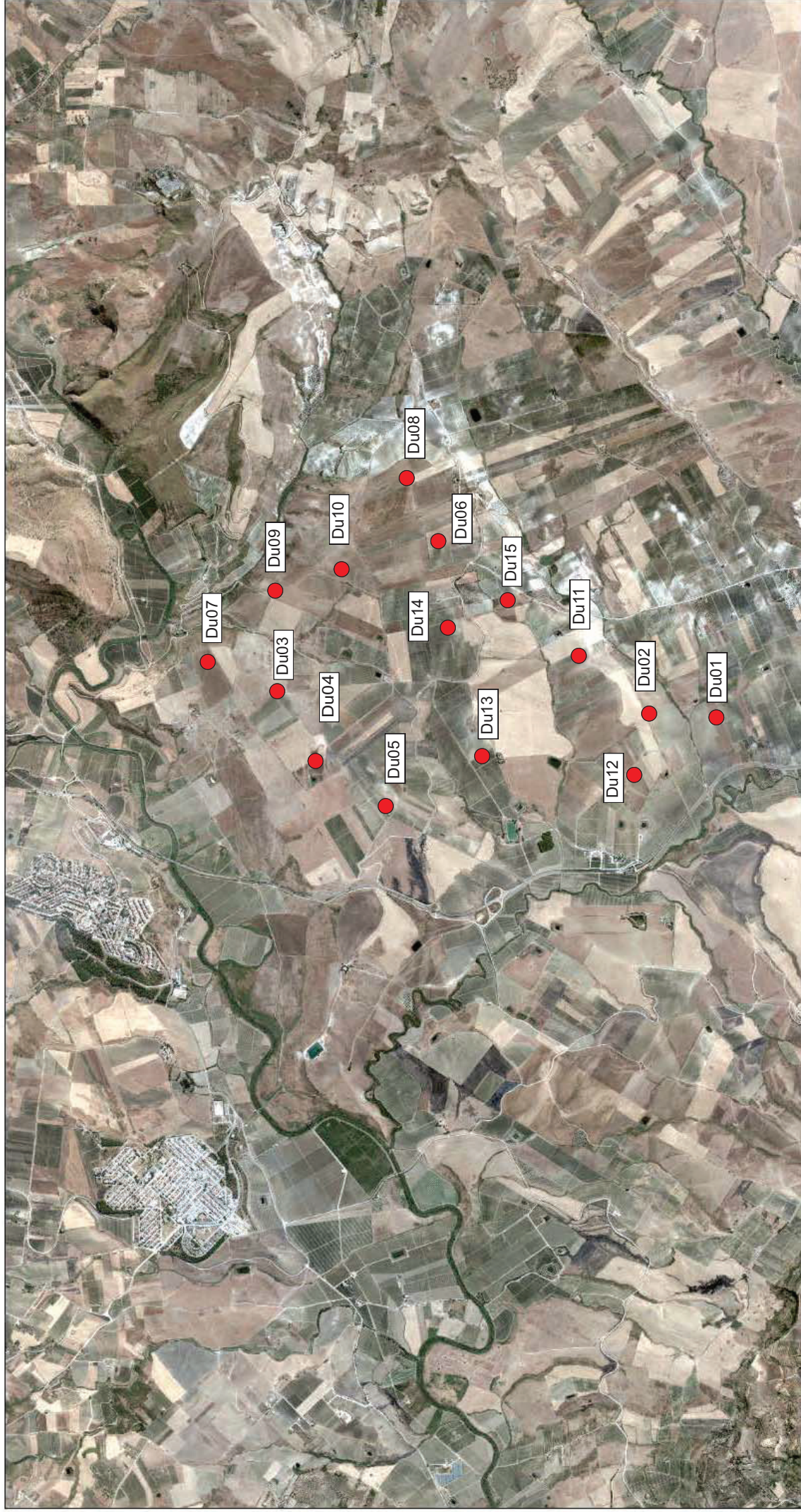
Vincolo Idrogeologico

1:36.112



AGEA

SITR - Stampa visualizzatore



16/2/2024, 11:55:51

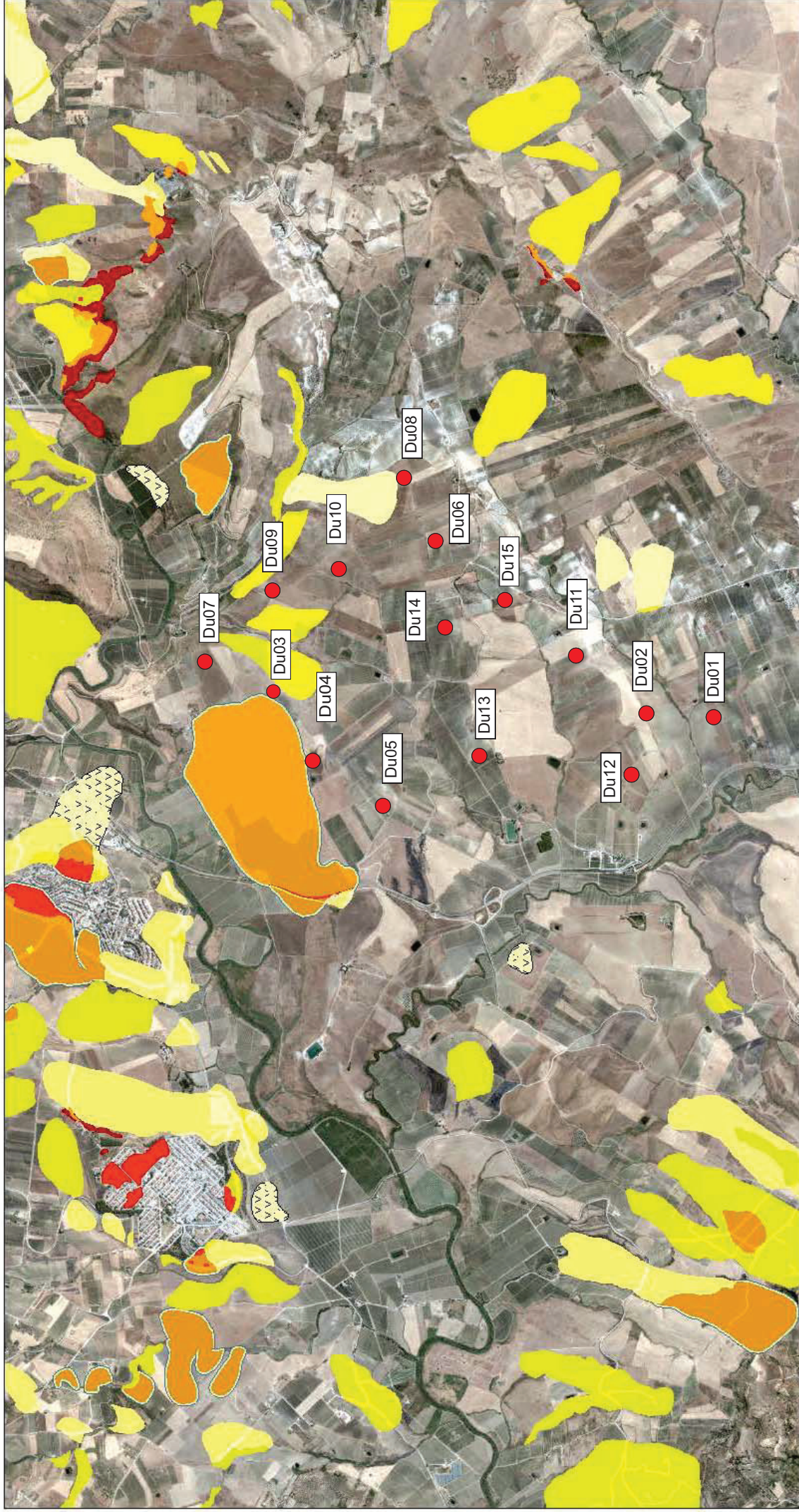
- SIC/ZPS
- ZSC/ZPS
- ZPS
- ZSC
- SIC

1:36.112



ACEA - Regione Siciliana - Dipartimento Ambiente

SITR - Stampa visualizzatore



16/2/2024, 11:38:55

- Siti attenzione
- Rischio geomorfologico
- 1
- 2
- 3
- 4
- Fascia Rispetto P3 P4
- Dissesti per Attività
- Attivo
- Pericolosità geomorfologica
- Inattivo

- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente
- Dissesti per Tipologia
- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento

- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a transiòtá diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti dovuti ad erosione accelerata

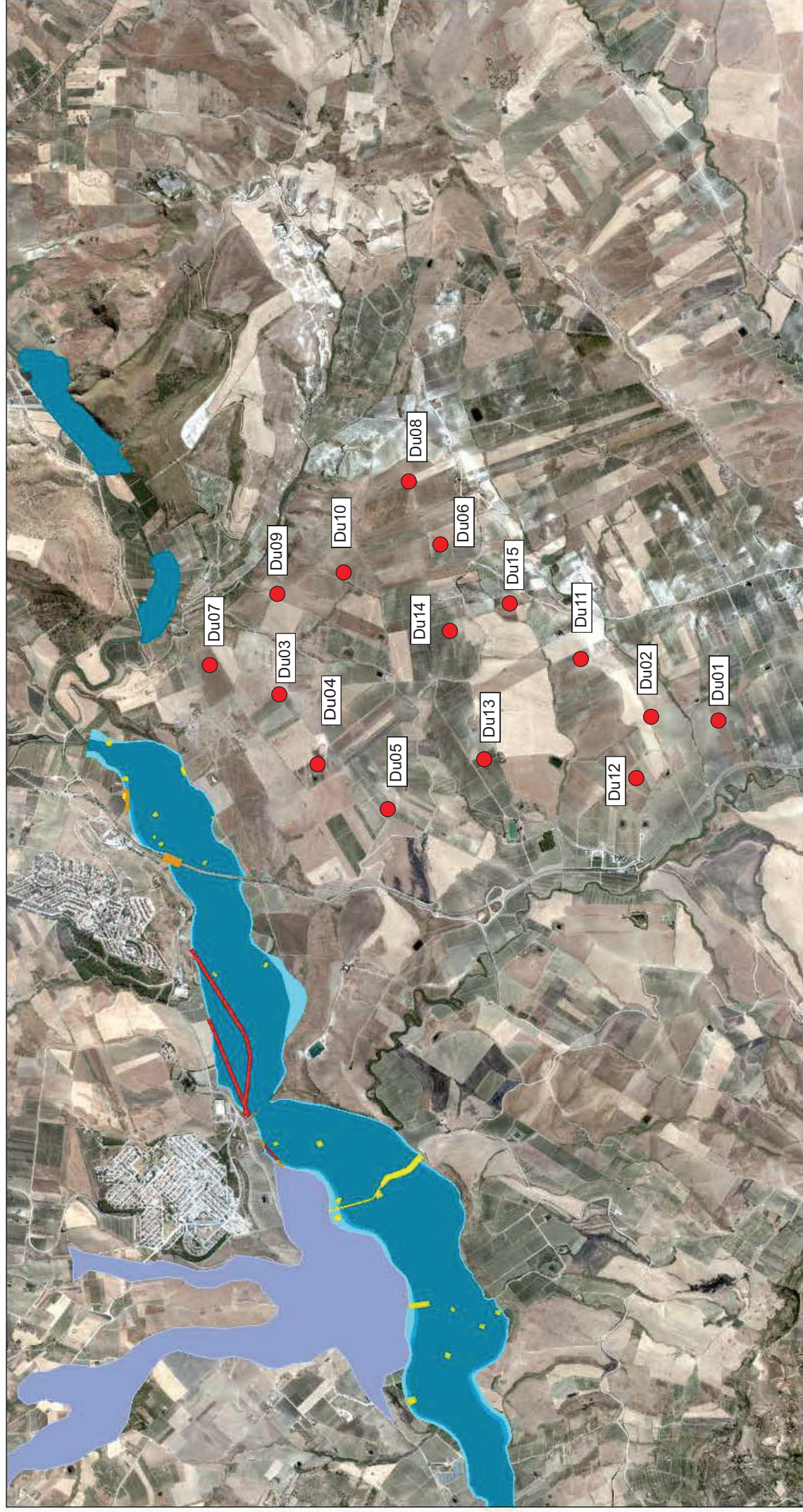
1:36.112



ACEA: Regione Siciliana - Presidenza - Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia, Regione Siciliana

Regione Siciliana - SITR
Regione Siciliana - SITR

SITR - Stampa visualizzatore



16/2/2024, 11:37:33

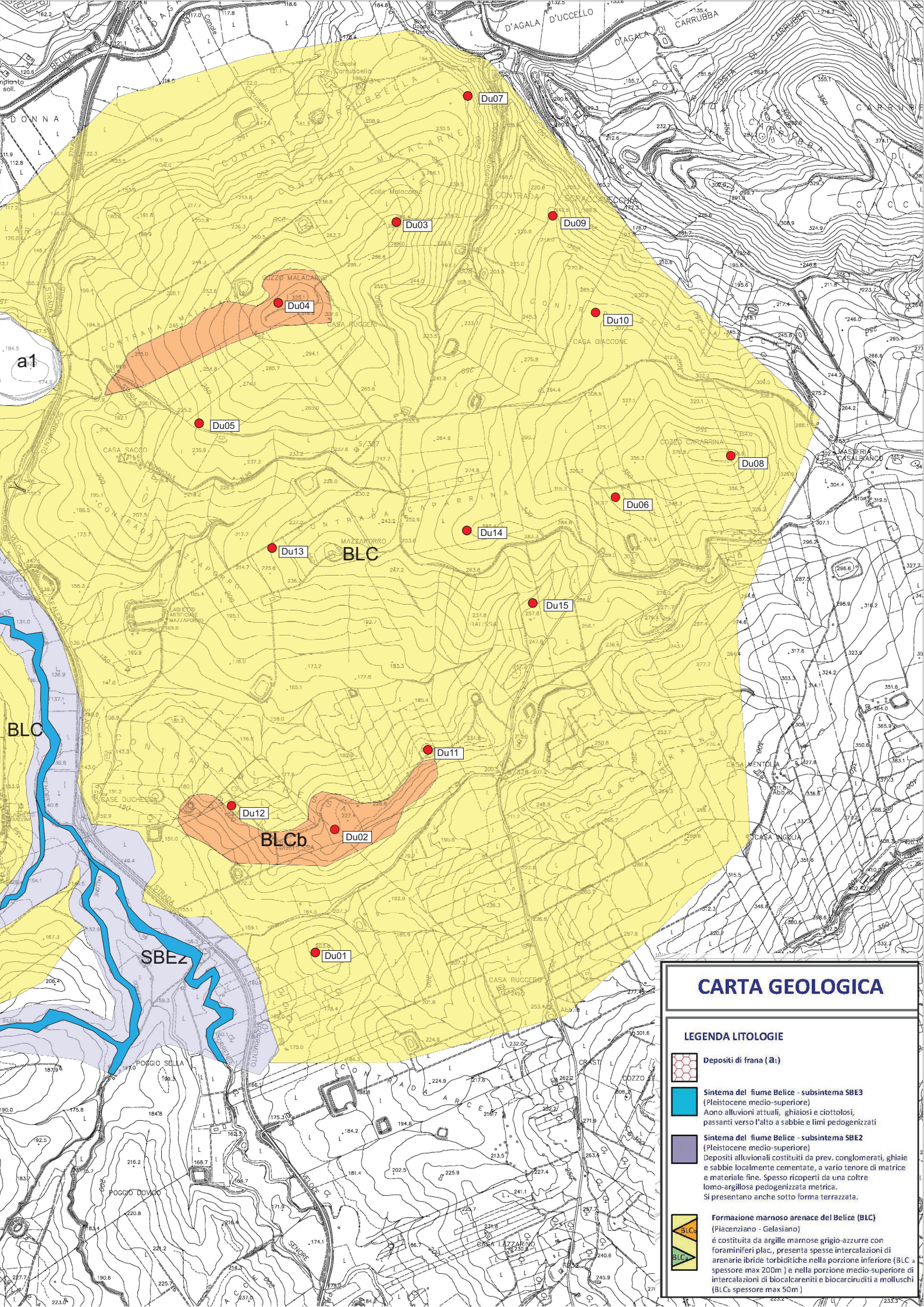
- Rischio idraulico
- R1
- R2
- R3
- R4
- Collasso
- Manovra scarico

- Siti di attenzione idraulica
- Pericolosità idraulica
- P1
- P2
- P3
- P4

1:36.112



AGEA - Regione Siciliana - Presidenza - Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia



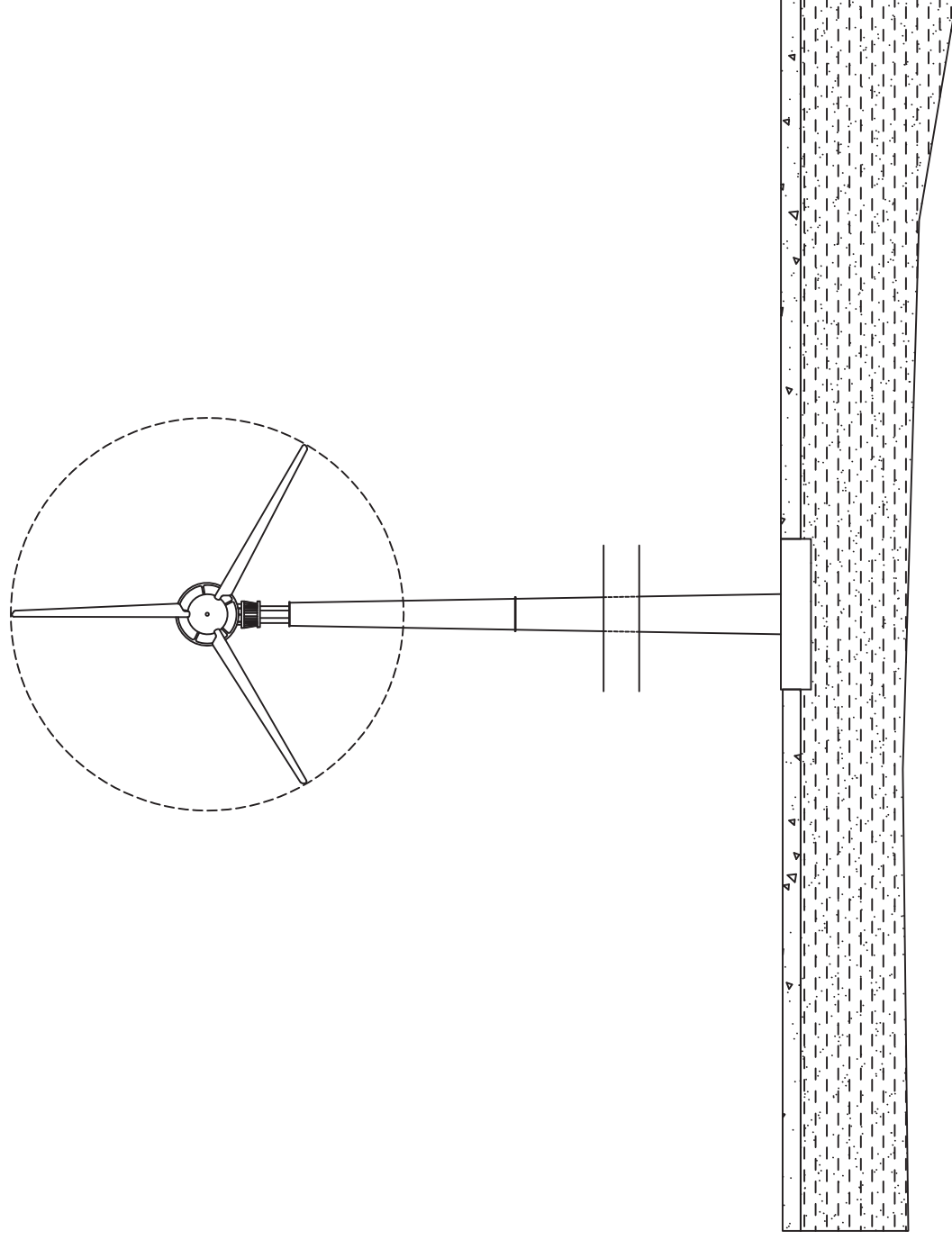
CARTA GEOLOGICA

LEGENDA LITOLOGIE

- 
Depositi di frana (a1)
- 
Sistema del fiume Belice - subsistema SBE3 (Pleistocene medio-superiore)
 Aono alluvioni attuali, ghiaiosi e ciottolosi, passanti verso l'alto a sabbie e limi pedogenizzati
- 
Sistema del fiume Belice - subsistema SBE2 (Pleistocene medio-superiore)
 Depositi alluvionali costituiti da prev. conglomerati, ghiaie e sabbie localmente cementate, a vario tenore di matrice e materiale fine. Spesso ricoperti da una coltre lomo-argillosa pedogenizzata metrica. Si presentano anche sotto forma terrazzata.
- 
Formazione marnoso arenace del Belice (BLC)
 (Piacenziano - Gelasiano)
 è costituita da argille marnose grigio-azzurre con foraminiferi plac., presenta spesse intercalazioni di arenarie ibride torbiditiche nella porzione inferiore (BLCa - spessore max 200m) e nella porzione medio-superiore di intercalazioni di biocleriditi e biocircriditi a molluschi (BLCb: spessore max 50m)

Sezione geologica

scala 1:200



Coltre detritica



FM MARNOSA ARENACEA DEL BELICE costituito da limi argillosi e argilliti a struttura brecciata, con rari intercalazioni sabbiose (**PLIOCENE INF.**)



ALLEGATO 2
SISMICA MASW

1. PREMESSA

Lo scopo dell'indagine MASW è ricostruire, per il sito di progetto, un modello monodimensionale di velocità delle onde S, al fine di stimare gli effetti sismici di sito e definire l'azione sismica di progetto. Il modello di velocità delle onde S consente infatti di conoscere l'incidenza delle locali condizioni topografiche e stratigrafiche e correggere la pericolosità sismica di base (O.P.C.M. 3274 e s.m.i; D.M. 14.09.2005; D.M. 14.01.2008 e D.M. 17/01/2018).

2. IL METODO MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), messo a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999), è una tecnica di indagine non invasiva per la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs studiando, attraverso un array di sensori, le caratteristiche di propagazione e dispersione delle onde di Rayleigh.

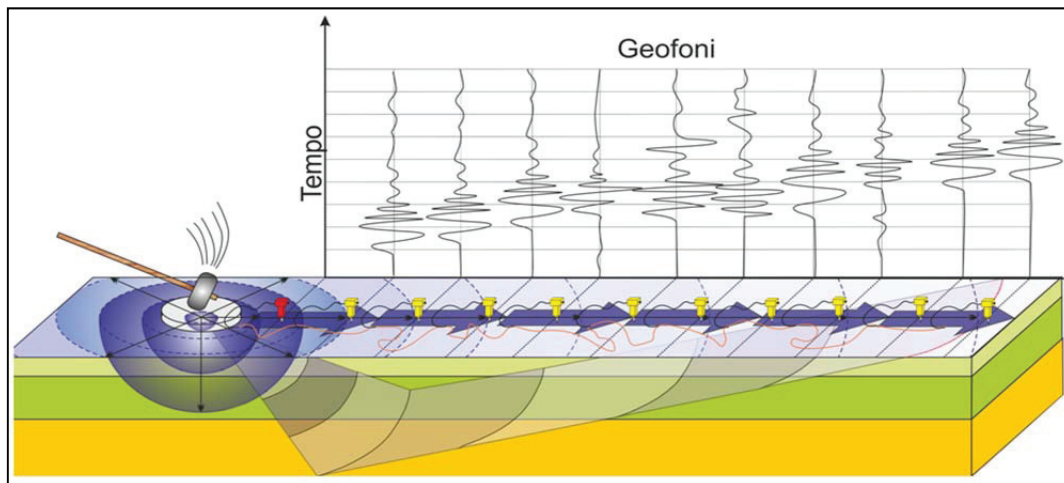


Figura 2: Array per acquisizione MASW

Nelle prospezioni sismiche per le quali si utilizzano le onde di tipo P, la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo Rayleigh. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) e quindi da una diversa lunghezza d'onda. Questa proprietà si chiama dispersione e può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Per ottenere un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Vs), dall'analisi della modalità di propagazione delle onde di Rayleigh bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione. La procedura MASW si realizza attraverso una fase di acquisizione dei dati sperimentali, di successiva elaborazione ed Estrazione della curva di dispersione sperimentale, si conclude con l'inversione della curva di dispersione e la stima dei parametri del modello verticale di velocità Vs.

3. STRUMENTAZIONE E PARAMETRI DI ACQUISIZIONE

Per l'acquisizione dei dati sperimentali dell'indagine MASW è stato utilizzato un sismografo echo 12/24 della Ambrogeo, accoppiato a 24 geofoni verticali da 4,5 Hz, mentre per l'energizzazione è stata utilizzata una massa battente da 10 Kg con un piattello metallico per l'accoppiamento con il terreno.



Figura 3: Foto strumentazione utilizzata

Di seguito in tabella vengono riportati i parametri scelti per l'acquisizione dei dati sperimentali:

PARAMETRI D'ACQUISIZIONE				
Numero di ricevitori	Distanza intergeofonica	Finestra di acquisizione	Distanza shot / 1° geofono	Sampling
24	2.00 m	1.00 s	-8, -4, -2, 24, 26, 30 (m)	0.956 ms

4. SOFTWARE DI ELABORAZIONE ED ANALISI

I dati sperimentali sono stati analizzati con il software GEOPSY, l'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocity-frequency (c-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica.

Le curve di dispersione sperimentali, ottenute dal picking dei massimi di densità spettrale, sono state invertite utilizzando il software DINVER, questo software risolve il problema inverso attraverso il Neighbourhood Algorithm, appartenente alla classe degli algoritmi genetici, ed utilizza una tecnica di discretizzazione del mezzo a strati omogenei piani e paralleli.

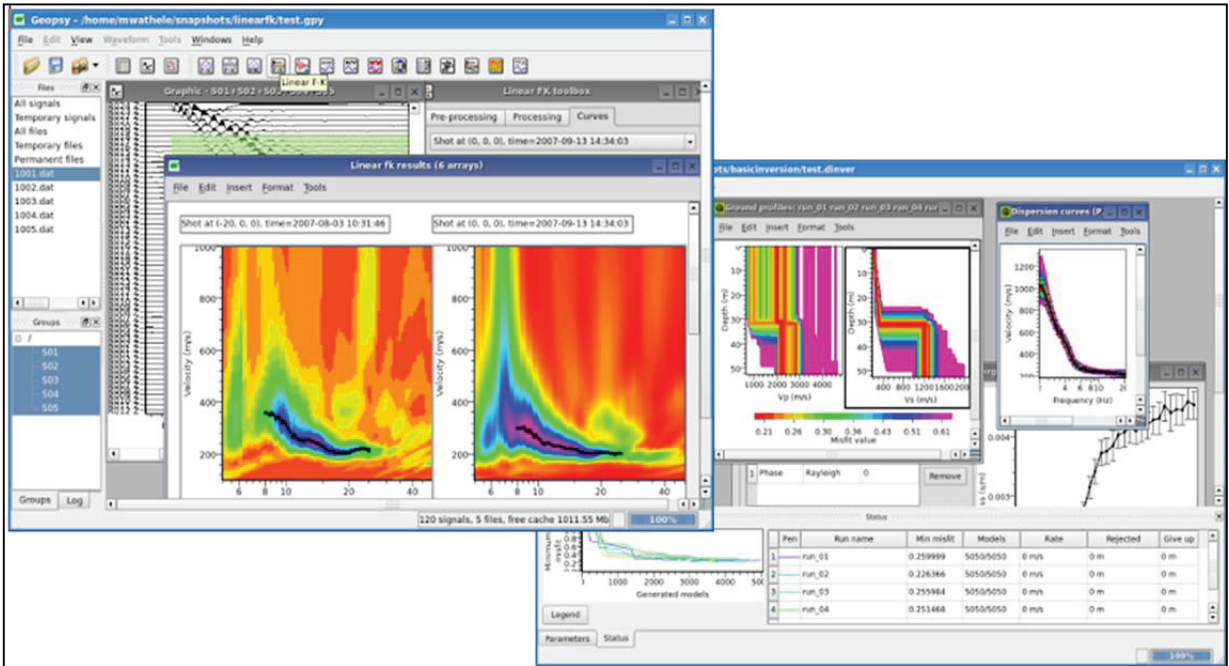


Figura 4: software open-source Geopsy e dinver (Wathelet M. et al.)



FOTO 1- Documentazione Fotografica MASW N°1

5.1. Interpretazione dati

Sullo spettro di velocità normalizzato di figura 6 è possibile distinguere il modo fondamentale di propagazione delle onde di Rayleigh, dominante nell'intervallo di frequenza 5 – 25Hz.

Dall'inversione della curva di dispersione sperimentale, sono stati ottenuti i modello verticali di velocità delle onde S e P di figura 7, il modello che presenta il miglior accordo (minima deviazione standard) tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione calcolata come risposta del modello sintetico (figura 8) è caratterizzato da un misfit del 1.50% circa e la tabella 1 ne riassume i principali parametri fisici.

MODELLO				
Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità tetto (m)
1	241	114	2.2	0.00
2	413	214	4.00	-2.20
3	740	366	8.30	-6.20
4	1126	540	>15.50	-14.50

Tabella 1: Modello 1D di velocità delle onde S.

5.2. Calcolo della Velocità equivalente delle onde S ($V_{S,eq}$)

Per il calcolo della $V_{S,eq}$ si fa riferimento all'espressione 3.2.1 , definita al paragrafo 3.2.2 del D.M. 17.01.2018

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i:1}^n H_i/V_i}$$

Dove:

H è 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 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.

H_i e **V_i** indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo,

N rappresenta il numero di strati presenti.

Quindi utilizzando l'espressione 3.2.2 e considerando il modello sismico monodimensionale descritto in tabella 1, si ottiene:

$$V_{S,eq} = 30 / 0.89 = 335 \text{ m/s}$$

Che corrisponde ad una categoria di sottosuolo di tipo **C**

Categoria	Descrizione delle categorie di sottosuolo
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.

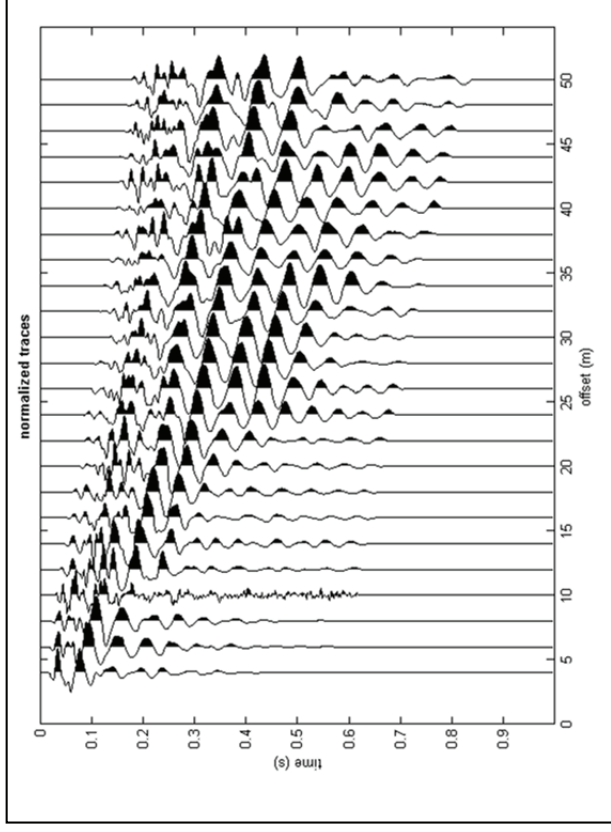


Figura 5: Tracce sperimentali

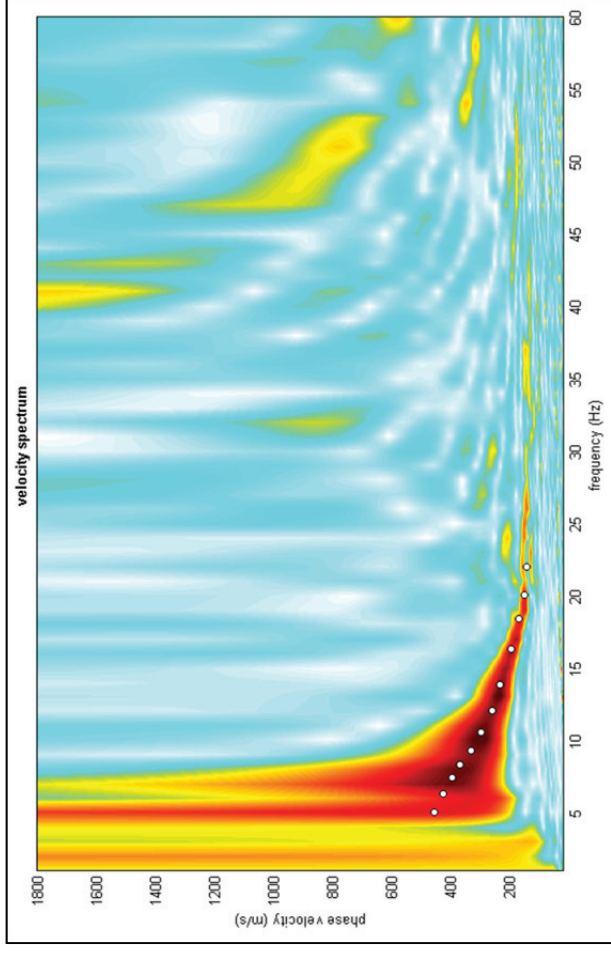


Figura 6: Spettro di velocità norm. e picking della curva di dispersione (punti bianchi)

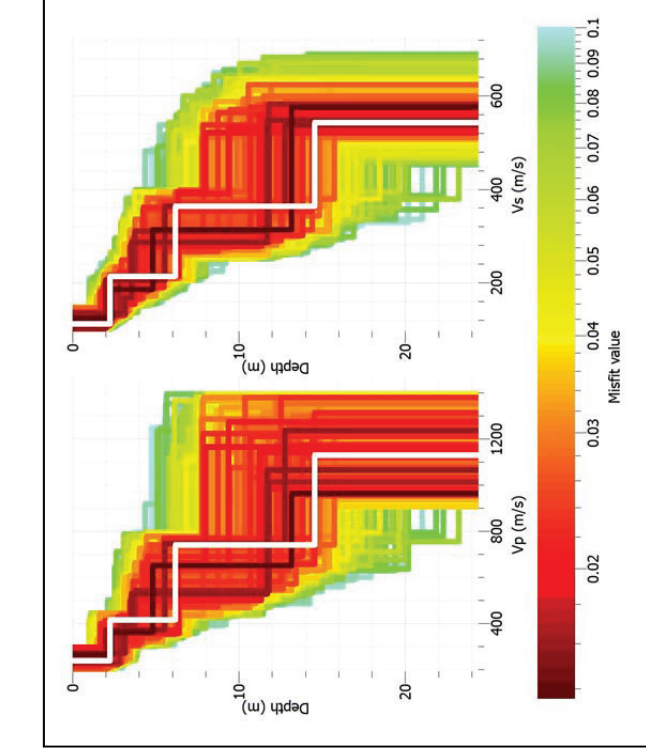


Figura 7: modelli 1D di velocità delle onde S e P (misfit max 10%), in bianco il modello con il miglior fit (best model)

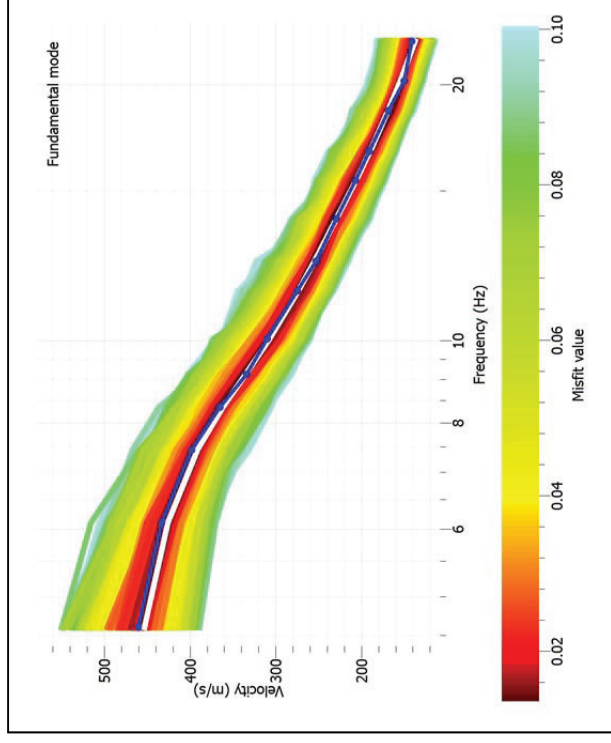


Figura 8: Confronto tra la curva di sperimentale (curva blu) e le curve di dispersione calcolate con misfit max 10%, in bianco quella relativa al best model

5.3. Calcolo parametri elastici

Sulla base dei valori di velocità delle onde S stimati dall'indagine sismica, sulla base dei valori di densità dei terreni indagati riportati nella relazione geologica e/o ricavati dalla letteratura e nell'ipotesi di comportamento di tipo elastico-lineare (bassi livelli di deformazione) dei terreni indagati è possibile sfruttare le leggi della teoria dell'elasticità e stimare i seguenti parametri:

- Modulo di taglio (G);
- Modulo di elasticità dinamico (Ed);
- Coefficiente di Poisson (ν) (estrapolato da letteratura tecnico-scientifica);
- Rigidità sismica (R);
- Periodo fondamentale dello strato (T);
- Frequenza fondamentale dello strato (f)

Strati	S	Vs	Vp	G	Ed	ν	R
	(m)	(m/s ²)	(m/s ²)	(MPa)	(MPa)		(KN/m ³)*m/s ²
S1	2.20	114	241	21.19633028	57.47903168	0.355872	1824
S2	4.00	214	413	84.0293578	221.2463972	0.316483	3852
S3	8.30	366	740	259.4458716	694.3177058	0.338078	6954
S4	indefinito	540	1126	594.4954128	1605.918765	0.350657	10800

Tabella 2: parametri elastici del modello

AREN Green S.r.l. Impianto Eolico “CONCA D’ORO”	PROGETTO DEFINITIVO	Codice Elaborato: CDODT_GENR0XXXX_00
		Data:
	RELAZIONE XXXX	Revisione: 00
		Pagina: 1 di 1

AREN Green S.r.l.

Sede legale: Via dell'Arrigoni n. 308 - 47522 Cesena (FC), Italia

Ph. +39 0547 415245 - email: rpastrl@legalmail.it

Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di Forlì – Cesena Part. Iva 04032170401

