

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

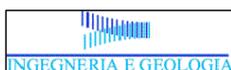
AREN ELECTRIC POWER S.p.a.

Sede legale e amministrativa: Via Dell'Arrigoni, 308 - 47522 - Cesena (FC)
Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di FC: 03803880404

COMUNI DI CALITRI E BISACCIA (AV)
LOCALITA' "PIANI S. PIETRO"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO "PIANI SAN PIETRO"

REDAZIONE / PROGETTISTA:



Dott. geol. Angela Rosa Simone

Via S. Pertini n. 38 - 83059 Vallata (AV)
Ph. +39 3496532293 - Fax +39 082791532
mail: rosa.simone@libero.it

TIMBRO E FIRMA DEL PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO:

CLTDT_GENR03201_00

FORMATO:

A4

Nr EL:

1

FASE:

**PROGETTO
DEFINITIVO**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	02/05/2022	A. R. Simone	E. Teodorani	S. Ulivi
01					
02					
03					
04					

Somario

PREMESSA	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	4
CARATTERISTICHE TETTONICHE DELL'AREA	6
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI.....	9
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICO	14
EVENTUALI AREE SOGGETTE AD INSTABILITÀ.....	15
IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA.....	17
CARATTERIZZAZIONE SISMICA	19
SISMICITÀ STORICA E RECENTE	19
CARATTERIZZAZIONE SISMICA SPECIFICA	22
DEFINIZIONE DEGLI SPETTRI DI PROGETTO	24
<i>Vita nominale.....</i>	<i>24</i>
<i>Classe d'uso.....</i>	<i>24</i>
<i>Periodo di riferimento dell'azione sismica.....</i>	<i>24</i>
<i>Azione sismica di base.....</i>	<i>25</i>
<i>Calcolo parametri sismici.....</i>	<i>26</i>
CARATTERIZZAZIONE SPECIFICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	28
<i>Modalità e mezzi di indagine.....</i>	<i>28</i>
<i>Parametri di riferimento.....</i>	<i>28</i>
<i>Definizione unità litotecniche.....</i>	<i>29</i>
<i>Definizione unità litotecniche.....</i>	<i>29</i>
CONSIDERAZIONI FINALI.....	31
RILIEVO FOTOGRAFICO.....	32

PREMESSA

La società AREN Eletttric Power S.p.A. Unipersonale con sede legale in Via dell' Arrigoni n.308 – 47522 Cesena, ha conferito alla scrivente Dott.ssa Geologo Angela Rosa Simone, regolarmente iscritta presso l'ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 2041, l'incarico per la redazione della **Relazione Geologica**, per il progetto **“Realizzazione di un impianto Eolico Piani San Pietro”**, dell'area interessata (Cfr. *Tavola 1*), ubicata nei Comuni di Calitri e Bisaccia (AV).



La società sta sviluppando un progetto che prevede la realizzazione di un impianto eolico costituito da 16 aerogeneratori (modello Vestas V150 della potenza di 6 MW) localizzati nei comuni di Calitri e Bisaccia, di potenza complessiva 96 MW e di un cavidotto MT di collegamento tra gli aerogeneratori e la sottostazione Terna. Al fine di ricostruire un'accurata descrizione dell'aree interessate dalle opere in progetto, sono state raccolte tutte le informazioni, i dati, e la documentazione disponibile a livello locale; inoltre, sono state consultate le indagini e gli studi redatti in aree limitrofe e, a supporto, è stato eseguito un rilevamento geologico.

Nello specifico il lavoro è stato suddiviso in più fasi:

- ricerca bibliografica e cartografica;
- acquisizione dati dai lavori, precedenti, effettuati nell'area;
- rilevamento geologico;
- rielaborazione dei dati precedentemente acquisiti.

Lo studio ha portato alla stesura dei seguenti elaborati:

- 1 - Relazione geologica esplicitando i contenuti sotto elencati:
- Caratteristiche geologiche generali
- Caratteristiche tettoniche dell'area
- Caratteristiche geologiche locali in linea generale
- Caratteristiche geomorfologiche
- Eventuali aree soggette a instabilità
- Sismicità storica e recente
- Caratterizzazione sismica specifica dei siti in linea generale
- Caratterizzazione del suolo di fondazione in ogni sito in linea generale

A corredo dalle seguenti carte tematiche:

- Tavola 2: “Corografia” (scala 1:25.000);
- Tavola 3: “Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000” (scala 1: 10.000);
- Tavola 4: “Aerofotogrammetria con ubicazione delle indagini” (scala 1:10.000);
- Tavola 5: “Stralcio PAI Ex-AdB Puglia” (scala 1:10.000);
- Tavola 6: “Stralcio catalogo frane IFFI” (scala 1:10.000);
- Tavola 7: “Indagini Geognostiche Consultate”.

Il paragrafo della caratterizzazione dei suoli di fondazione ha lo scopo di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni coinvolti e potenzialmente coinvolgibili dalle opere. Le informazioni per sviluppare tale parte sono acquisite attraverso il consulto di tutte indagini geognostiche pregresse e disponibili, realizzate per la costruzione di altri impianti, in aree limitrofe, volte a definire i parametri geotecnici.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 -Testo Unico Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Regione Campania - L.R. n.9/1983 - D.G.R.C. n. 3573/2003.
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76) “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.
- Autorità di Bacino dell'appennino meridionale (Ex autorità di Bacino della Puglia) - Piano stralcio Assetto Idrogeologico (30.12.2005) – norme Tecniche di Attuazione.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il territorio del comune di Calitri e Bisaccia rientra nel foglio 186 (Sant'Angelo dei Lombardi) della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, in particolare le aree oggetto di intervento nel suo settore nord-est, così come riportato nella tavola A - 02 (estratto Carta Geologica scala 1: 10.000).

L'abitato di Calitri è situato nell'alta valle del Fiume Ofanto, su un versante posto sulla sua sinistra idrografica. Dall'analisi della carta geologica, si evince che il territorio ricade su termini litologici correlabili a successioni sedimentarie marine con un'età Pliocenica e Pleistocenica, riferibili al ciclo sedimentario di Ariano e di Atesa (Patacca et Alii, 1990; Gambino, 1993), oltre ad un complesso caotico delle Argille Varicolori e dalle Unità Lagonegresi.

I litotipi Pliocenici si sono depositati nei cosiddetti bacini intrappenninici, ubicati all'interno della catena sudappenninica e costituiscono una successione di falde migranti verso est, in posizione rialzata rispetto all'avanfossa, il cui cuneo clastico formava una struttura sinclinalica (Figura 1) rispetto ad essa (Cantalamesa et al., 1988)

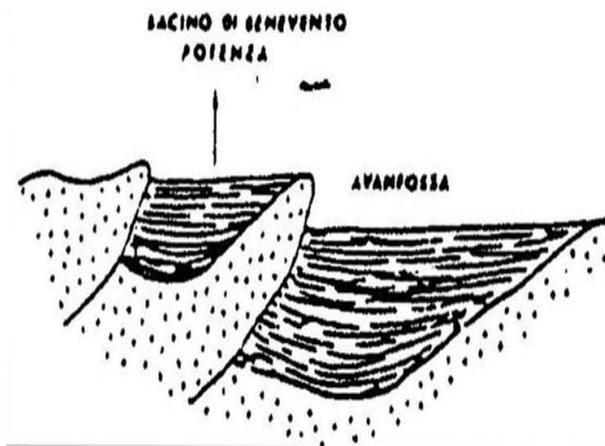


Fig.1 - Profilo schematico illustrativo dei rapporti tra i bacini intrappenninici di Benevento-Potenza e l'avanfossa

I sedimenti pliocenici hanno un'ampia estensione e sono trasgressivi sulle unità delle Argille Varicolori (denominato Complesso): Il complesso è costituito da alternanze di argilloscisti e marnoscisti prevalentemente siltosi, grigi e varicolori e con differente grado di costipazione e scistosità; si ritrovano intercalazioni di strati calcarei, calcareo-marnosi e calcarenitici, di breccie calcaree, di arenarie, di conglomerati, di diaspri e di scisti diasprini.

Tale complesso costituisce anche il substrato di tutti i litotipi presenti nel territorio di Calitri, ha notevole potenza ed è generalmente caratterizzato da una generale omogeneità litologica, anche se nel dettaglio si presenta caotico con brusche variazioni litologiche laterali e verticali.

La successione PLIOCENICA, invece, è data dai seguenti litotipi:

- conglomerati di base poligenici, fortemente cementati, con ciottoli costituiti in prevalenza da elementi di arenarie e di calcari marnosi;
- sabbie, sabbie argillose, arenarie grigiastre, giallastre e rossastre. Intercalazioni di argille, marne siltose, sabbiose e lenti conglomeratiche.
- marne, argille siltose e sabbiose di colore grigio-azzurro. Intercalazioni sabbiose, arenacee grigiastre e giallastre.
- A luoghi, vi è la presenza di detrito di falda talora cementato o associato a materiali residuali.

Sulla base dei caratteri litostratigrafici e in considerazione dell'area geografica di appartenenza, i terreni localmente affioranti sono stati riferiti alle seguenti unità:

- FORMAZIONE DELLA DAUNIA: breccie, brecciole, calcareniti alternate a marne ed argille di vario colore, argille e marne siltose, calcari organogeni, arenarie, puddinghe poligeniche;
- COMPLESSO DELLE CALCARENITI E CALCIRUDITI: a luoghi;

- COMPLESSO CALCAREO-MARNOSO-ARENACEO a luoghi;
- COMPLESSO DEGLI ARGILLOSCISTI VARICOLORI: alternanze di argilloscisti e marnoscisti prevalentemente siltosi, grigi e varicolori e con differente grado di costipazione e scistosità; si ritrovano intercalazioni di strati calcarei, calcareo-marnosi e calcarenitici, di breccie calcaree, di arenarie, di conglomerati, di diaspri e di scisti diasprini.

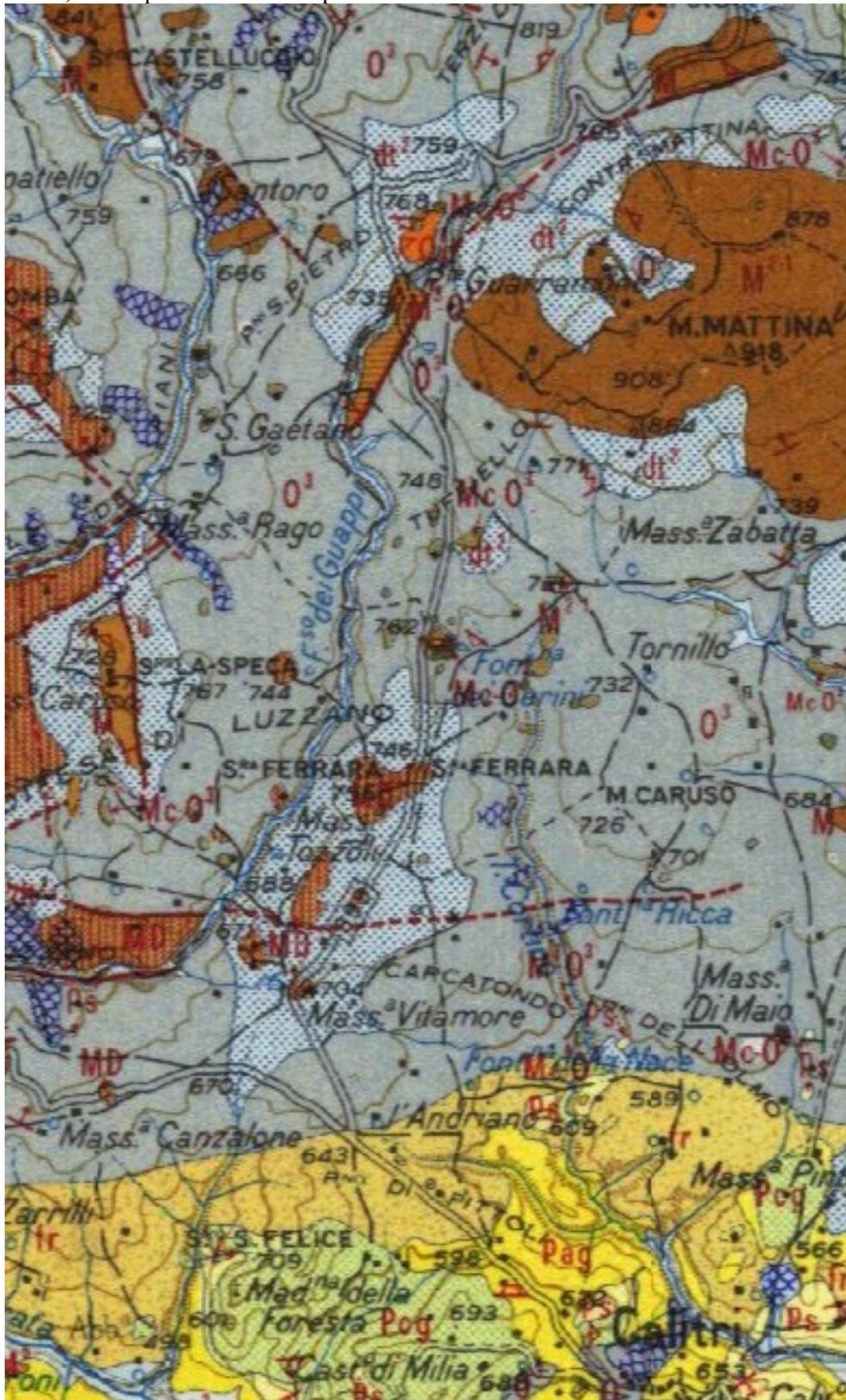


Fig.2 - Stralcio Carta Geologica D'Italia 1:100.000 - Foglio 186

CARATTERISTICHE TETTONICHE DELL'AREA

La catena sud-appenninica è costituita da unità tettoniche derivate dalla deformazione del paleomargine mesozoico-terziario apulo-africano (*D'argenio et Alii, 1973,1975*) che rappresentano sia l'ossatura geologica dell'area compresa nel Foglio 451 "Melfi" della Carta D'Italia in scala 1: 50.000 (*Fig. 3 e 4*), e sia i termini più antichi che affiorano largamente in Campania. La catena appenninica è una struttura a falde di ricoprimento e pieghe, con vergenza verso oriente, derivante da una serie di fasi tettonogenetiche compressive, distensive e traslative, esplicatesi dal Miocene inferiore al Pliocene, e riconducibili all'interazione tra la zolla africana, la zolla europea e la microzolla adriatico-apula, e conseguente mente all'arretramento verso est di tutto il sistema Catena-Avanfossa- Avampaese, nonché all'apertura del bacino di retroarco tirrenico, a partire dal Tortoniano (*Malinverno & Ryan, 1986; Patacca & Scandone, 1990; Patacca & Scandone, 2004a*). Le unità tettoniche sono state impilate con vergenza adriatica dall'Oligo-Miocene. La loro deformazione è stata accompagnata dalla sedimentazione di potenti cunei clastici miocenici e pliocenici che affiorano diffusamente anche in alta Irpinia, a tetto di unità cretacico-oligoceniche a dominante argillosa la cui attribuzione tettonica e/o paleogeografica è talora incerta (*Gallicchio et alii, 1996*).

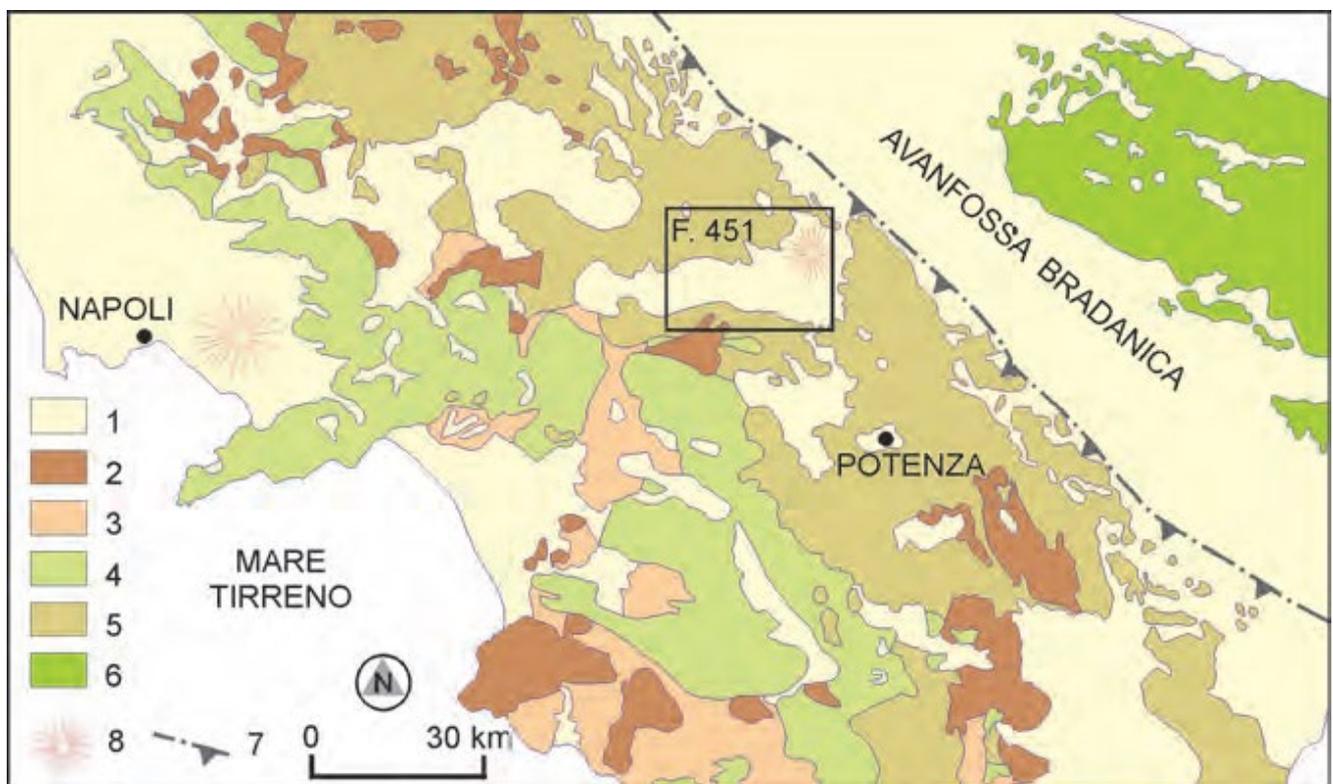


Fig. 3 - Schema geologico dell'Appennino campano-lucano.

Legenda: 1. Sedimenti plio-quadernari e vulcaniti quadernarie; 2. Depositi sinorogeni miocenici discordanti; 3. Unità interne cretaceo-oligoceniche ofiolitifere (Unità Liguridi) e a dominante argillosa (Unità Sicilidi); 4. Carbonati meso-cenozoici della Piattaforma campano-lucana; 5. Successioni triassico-mioceniche del Bacino lagonegrese; 6. Carbonati meso-cenozoici della Piattaforma Apula; 7. Fronte di sovrascorrimento della catena; 8. Edifi ci vulcanici.

Note_451_Melfi_09-12-15.indd 10 25/01/16 10:47

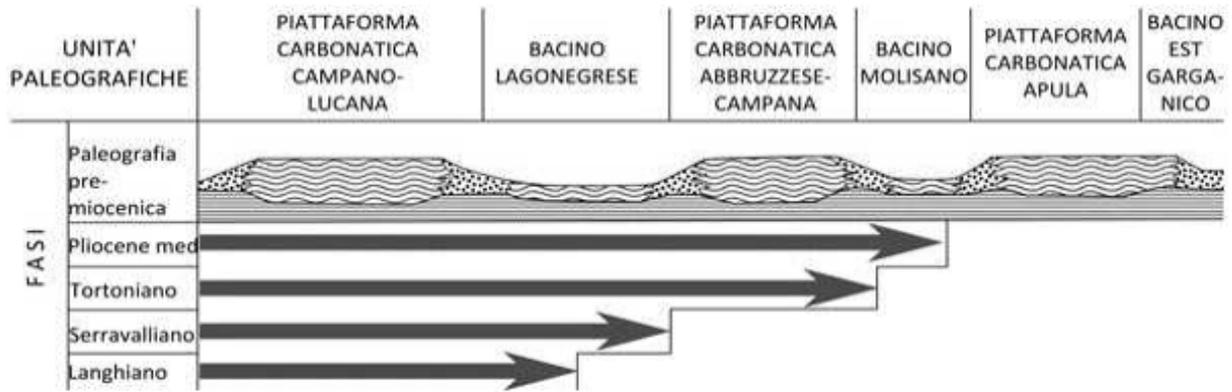


Fig. 4 - Schema paleografico e fasi tetto-genetiche delle principali unità geologiche dell'Appennino meridionale (da D'Argenio ed Alii 1973)

Nella Fig. 5 è rappresentata la Carta geologico-strutturale semplificata dell'Appennino Campano-lucano, mentre in Fig. 6 sono schematizzati i rapporti geometrici tra le diverse unità geologiche, in base al modello proposto da Patacca & Scandone (2007)

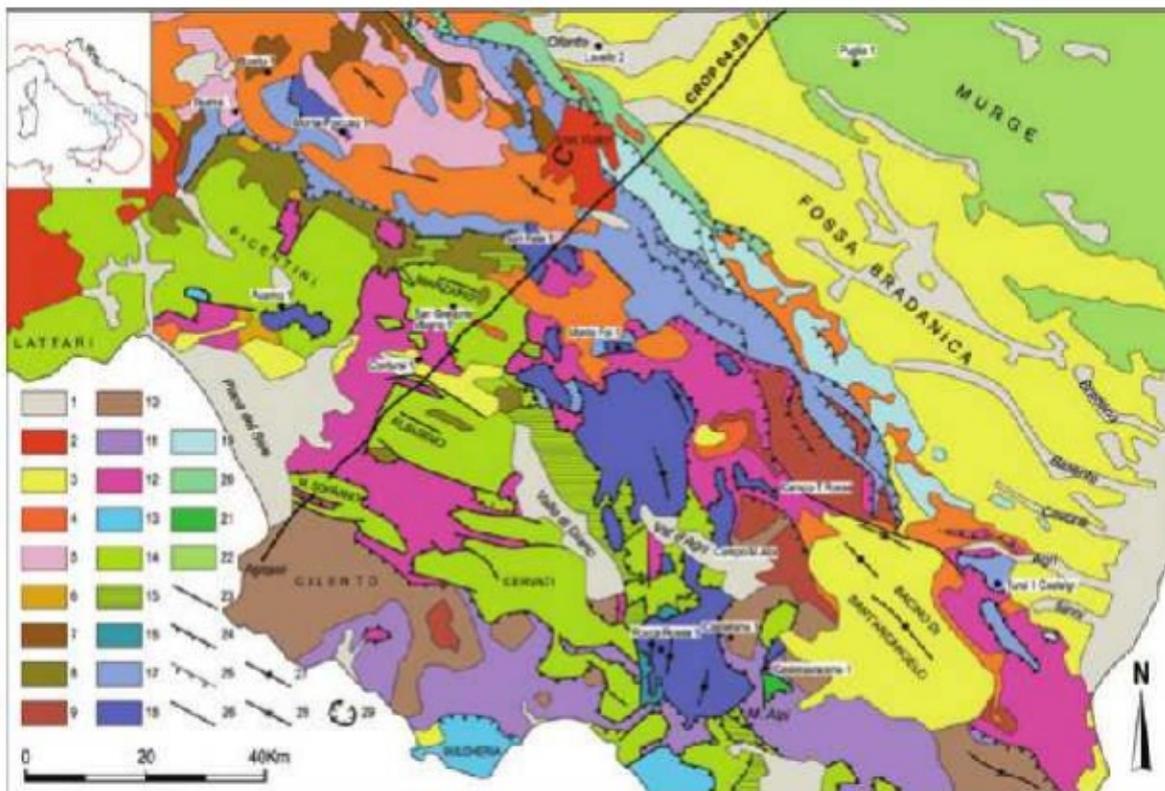


Fig. 5- Carta geologico-strutturale semplificata dell'Appennino Campano-Lucano. Modificato da Patacca (2007).

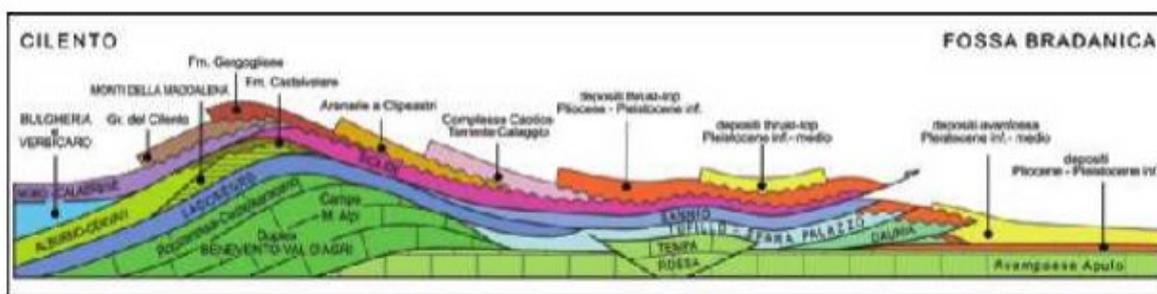


Fig. 6- Rappresentazione schematica dei rapporti geometrici tra le diverse unità geologiche che compongono il sistema catena-avampaese tra il Cilento e la Fossa Bradanica.

Le formazioni geologiche più rappresentative dell'Appennino lucano-campano possono schematizzarsi in 5 raggruppamenti (Iannace):

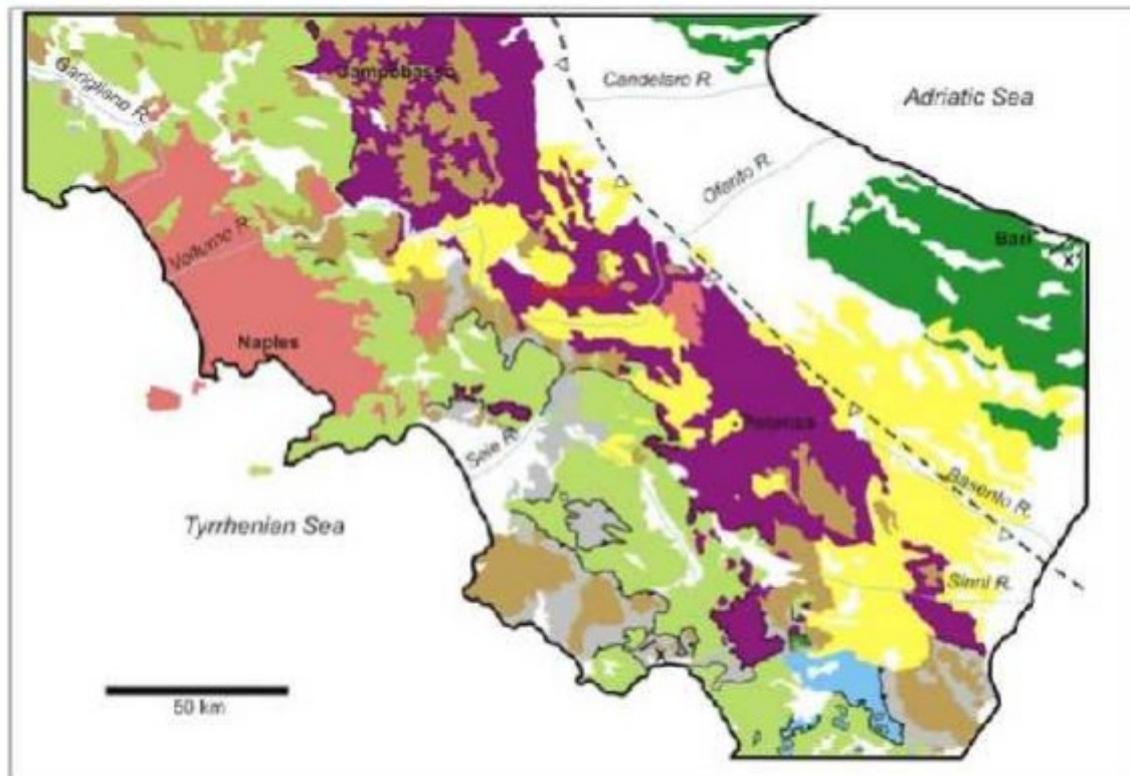


Fig. 7- Le formazioni geologiche rappresentative dell'Appennino lucano-campano (Iannace)

- 1 – Unità Tettoniche di derivazione oceanica;
- 2 – Unità Tettoniche di Piattaforma Carbonatica;
- 3 – Unità Tettoniche di Bacino profondo;
- 4 – Unità Tettoniche di tipo "flysch";
- 5 – Successioni sedimentarie discordanti del Pliocene e Pleistocene e vulcaniti pleistoceniche.

I primi 4 gruppi sono stati dislocati progressivamente verso est, costituiscono la struttura portante profonda della catena a pieghe e faglie e sono accavallate le une sulle altre con vergenza verso est e nord-est.

Le ricostruzioni dell'assetto tettonico e morfologico della catena appenninica sono molteplici e, a seconda degli autori, varia il numero delle piattaforme carbonatiche intercalate da bacini.

L'area in esame è stata coinvolta nelle diverse fasi tettoniche che hanno contribuito all'orogenesi tettonica, causando il complesso assetto tettonico e strutturale che registra gli effetti di una tettonica polifasica, rilevabile nei depositi plio-pleistocenici affioranti.

Da un lato la tettonica compressiva ha causato un andamento anticlinalico nella struttura di Calitri, che vede gli strati più antichi posizionati al nucleo; dall'altro lato, la Neotettonica Quaternaria ha individuato lineamenti distensivi e trascorrenti con andamento all'incirca EW e NS, i quali sono responsabili dello smembramento e della disarticolazione delle precedenti strutture compressive. Ciò ha causato l'approfondimento dell'asta fluviale dell'Ofanto e il sollevamento delle aree circostanti.

Nelle aree di intervento c'è da rilevare, come si evince dalla Carta Geologica (Cfr. Tav. 3), la presenza di qualche faglia, di cui alcune incerte, con un tipico andamento appenninico NW-SE.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI

L'area in esame viene identificata dalla tavoletta IGM, "Calitri – I SE" alla scala 1: 25.000, al Foglio 186 "Sant'Angelo dei Lombardi" scala 1: 100.00.

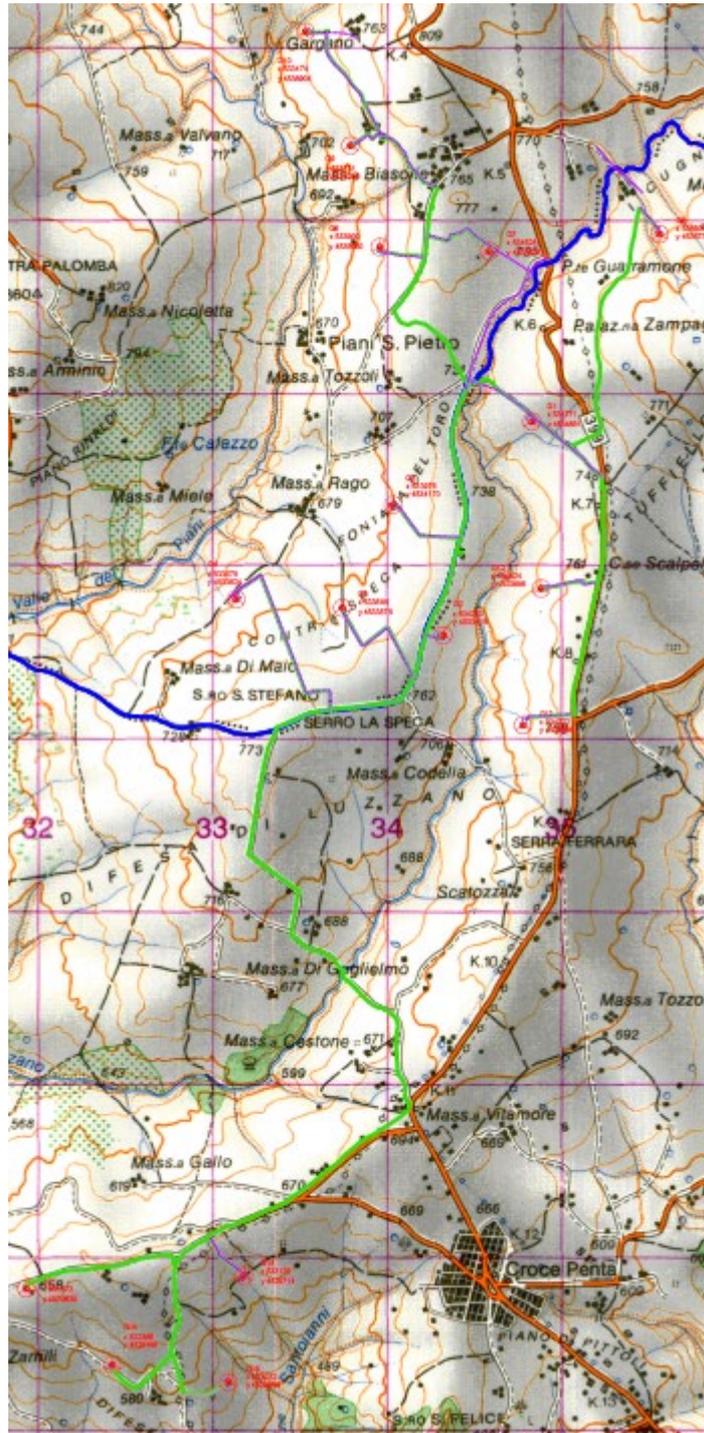


Fig. 8- Stralcio corografia dell'area con interventi (IGM 25.000 Calitri I SE)

Tale area ricade nel Foglio 451 "Melfi" della Carta Geologica scala 1:50.000 (Ispra -prog. CARG) e compresa tra le quote 650 e 770 s.l.m.

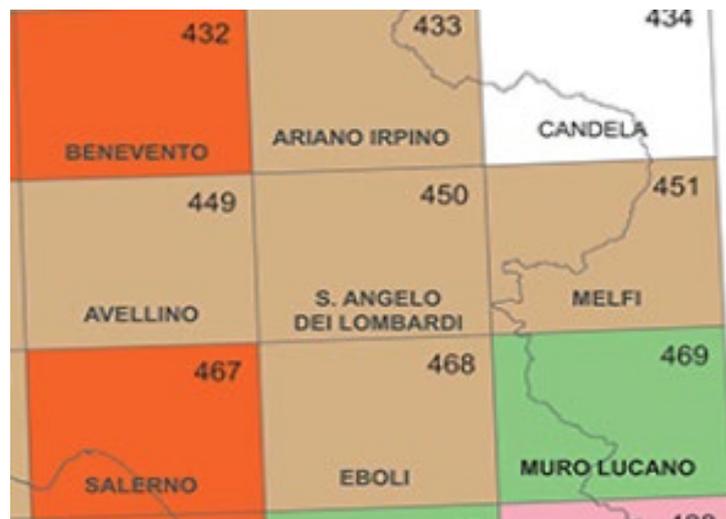


Fig. 9- Ubicazione Foglio 451 – Carta geologica 1:50.000 (Ispra prog. CARG)

Tale carta deriva da un rilevamento di dettaglio in scala 1:50.000, sovrapponendo le opere è possibile ricavare la litologia dei siti interessati.

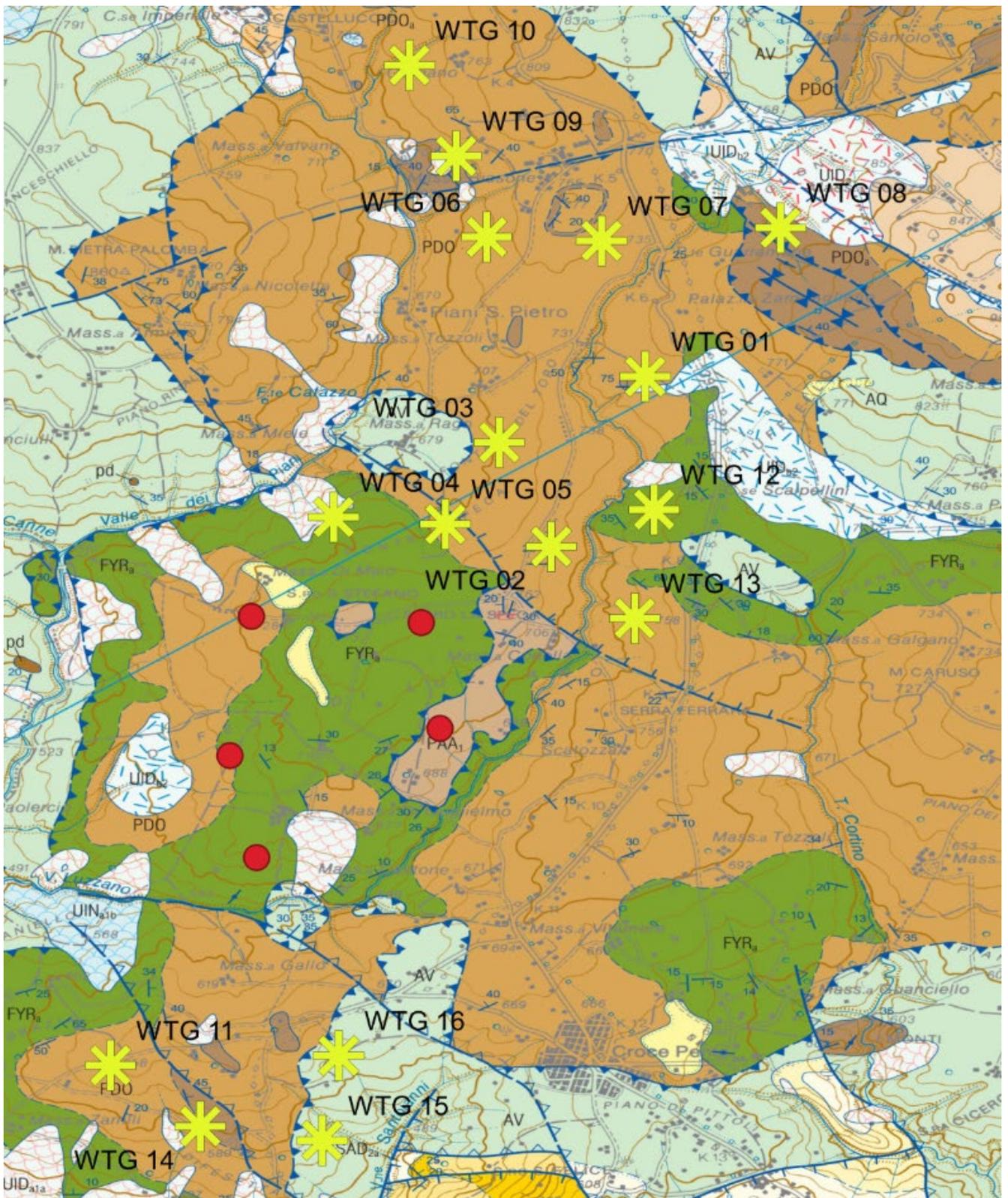
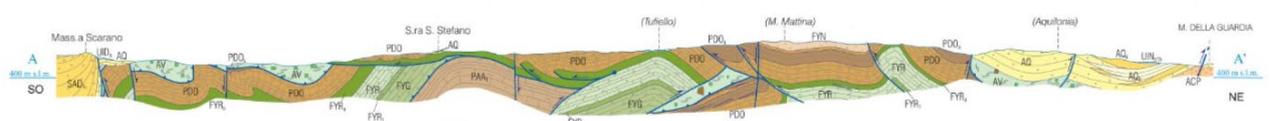


Fig. 10- Stralcio Carta geologica Foglio 451 "Melfi"



Sezione geologica

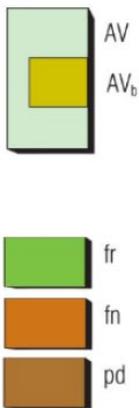


Legenda

Gruppo delle Argille Variegata

Argille e argille marnose di colore rosso, verde e grigio, in assetto caotico o affette da intensa deformazione, con olistoliti e intercalazioni nella parte alta di strati di arenarie quarzose e arcose (AV). Le associazioni a nannofossili calcarei sono indicative di un intervallo tra l'Aptiano (*Micrantholithus hoschulzii*, *Stephanolithion laffitei*, *Watznaueria biporta*) e l'Albiano/Cenomaniaco (*Microstaurus chiastius*, *Lithraphidites alatus*, *Watznaueria bamesae*, *Rhagodiscus asper*). Intercalato alle argille si distingue un livello dello spessore massimo di 40 m di marne calcaree biancastre alternate a calcisiltiti con noduli di selce in strati di 3-4 cm, calcari marnosi e calcareniti (depositi pelagici con subordinati livelli torbiditici) (AV_b). Quest'ultima litofacies, campionata in località Masseria Mastrogiacomo, è riferibile all'Eocene inferiore-medio: le associazioni a nannofossili calcarei sono riferibili ad un intervallo tra le biozone NP12 e NP14 per la presenza di *Sphenolithus radians*, *Discoaster lodoensis* e *D. kuepperi*; i foraminiferi planctonici sono caratterizzati dalla presenza di *Morozovella aragonensis*, *M. marginodentata*, *M. aequa*, *Acarinina spinuloinflata*.

CRETACEO INFERIORE - MIOCENE INFERIORE



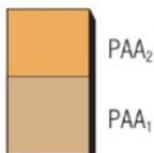
Olistoliti

Olistoliti del diametro massimo di 300 m, costituiti da: calcareniti e breccie calcaree (fr), arenarie quarzose (fn) e arenarie arcose (pd).

FORMAZIONE DI SERRA PALAZZO

Calcisiltiti biancastre in strati spessi 4-8 cm, con lamine ondulate e interstrati millimetrici di marne calcaree; a varie altezze stratigrafiche calcareniti a granulometria da media a fine in strati dello spessore massimo di 30 cm (depositi pelagici e torbiditici) (PAA₁). In località il Castello, a sud-ovest di Monte Vulture, inferiormente al membro carbonatico affiorano, per alcune decine di metri, arenarie litiche di colore giallo chiaro, siltiti grigie in straterelli, e argille siltose grigiastre; con intercalazioni di calcareniti grigiastre in strati centimetrici (depositi torbiditici) (PAA₂). In località Serra La Speca è stata effettuata una campionatura nel membro PAA₁. L'età dei campioni analizzati è Serravalliano basale, probabilmente zona MNN6a di FORNACIARI *et alii* (1996), per la presenza di *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus premacintyreii*, *Calcidiscus leptoporus*, di *Discoaster cf. Discoaster exilis* e per l'assenza di *Sphenolithus heteromorphus* e di comuni *Reticulofenestra pseudoumbilicus*. Le associazioni a foraminiferi planctonici sono indicative della zona ad *Orbulina suturalis*/G. *periphaeroronda*.

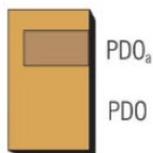
BURDIGALIANO SUPERIORE - SERRAVALLIANO



FORMAZIONE DI PAOLA DOCE

Calcareniti a grana media e fine alternate a calcari marnosi, marne e calcisiltiti in strati dello spessore variabile da 10 cm a 40 cm; (PDO). Intercalato nella parte alta dell'unità si distingue una successione spessa circa 80 m di arenarie da fini a grossolane, stratificate, massive, gradate e laminate, con sequenza di Bouma Ta-c e Tb-c alternate a calcareniti fini con sequenza di Bouma Tc-e, silt, marne e argille marnose sottilmente laminate (depositi torbiditici e pelagici) (PDO_a). Spessore massimo della formazione 475 m. Le associazioni a nannofossili calcarei e foraminiferi planctonici sono poco significative, molto probabilmente per il membro PDO_a sono riferibili ad un intervallo Aquitaniano-Burdigaliano per la presenza di *Helicosphaera mediterranea*, *H. carteri*, *Sphenolithus conicus*, *Sphenolithus cf. belemnoides*, *S. abies*; le associazioni a foraminiferi indicano ugualmente il Miocene inferiore per la presenza di *Globigerinoides trilobus*, *Globoquadrina dehiscens* e *Paragloborotalia acrostoma*.

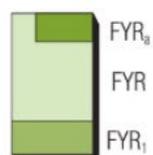
OLIGOCENE SUPERIORE - MIOCENE INFERIORE



FLYSCH ROSSO

Diaspri in strati spessi da 1 cm a 10 cm di colore nero e rosso, alternati ad argille marnose marronine e rosse (depositi pelagici), spessore massimo affiorante circa 10 m (FYR₁) ed età Albiano/Turoniano inferiore (GALLICCHIO *et alii*, 1996). Argille marnose laminate di colore grigio, marrone e rosse, con intercalazioni di calcareniti massive e gradate, in strati decimetrici (depositi torbiditici e pelagici) (FYR). Chiudono la serie breccie calcaree e calcareniti a grana media e fine con liste e noduli di selce e sottili strati di argille rosse e diaspri (depositi pelagici e torbiditici), spessore massimo affiorante 30 m (FYR_b).

CRETACEO INFERIORE p.p. - OLIGOCENE



Le opere a farsi ricadono sui seguenti litotipi, che sono riferibile alla successione stratigrafica del Cretaceo Inferiore – Miocene Inferiore appartenenti all’Unità Tettonica Groppa D’Anzi:

FORMAZIONE DI PAOLA DOCE (PD0 E PD0a)
<p>PD0 - Calcareniti a grana media e fine alternata a calcari marnosi, marne e calcisiltiti in strati dello spessore variabile da 10 cm a 40 cm.</p> <p>PD0a - Intercalato nella parte alta dell’unità si distingue una successione spessa circa 80 m di arenarie da fini a grossolane, stratificate, massive, gradate e laminate, con sequenza di Bouma Ta-c e Tb-c alternate a calcareniti fini con sequenza Tc-e; silt, marne e argille marnose sottilmente laminate (torbitidici e pelagici). <i>Oligocene Superiore-Miocene Inferiore</i></p>
GRUPPO DELLE ARGILLE VARIEGATE (AV)
<p>Argille e argille marnose di colore rosso, verde e grigio in assetto caotico o affette da intensa deformazione, con olistoliti e intercalazioni nella parte alta di strati di arenarie quarzose e arcose.</p> <p><i>Aptiano – Albiano/Cenomaniano</i></p>
FLYSCH ROSSO (FYRa)
<p>Chiudono la serie breccie calcaree e calcareniti a grana media e fine con liste e noduli di selce e sottili strati di argille rosse e diaspri (depositi pelagici e torbitidici), con spessore massimo 30 m.</p> <p><i>Cretaceo inferiore - Oligocene</i></p>

I terreni affioranti sono stati riscontrati nelle stratigrafie dei sondaggi consultati e disponibili in aree limitrofe. Geopedologicamente, i terreni dell’area in esame sono ricoperti da un manto vegetale (suolo) avente uno spessore di circa 1,00 metri, caratterizzato da una componente organica (radici, gambi, foglie e steli in vario grado di decomposizione), da una componente granulare e da una componente di materiali a granulometria fine. Il suolo rilevato rispecchia le stesse proprietà della roccia madre: composizione mineralogica, porosità e permeabilità. Esso, dove è lavorato, assume un colore grigio-biancastro e/o giallastro-marrone.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICO

Nel settore compreso fra gli abitati di Calitri, Cairano e Monte Mattina, si osserva un'ampia superficie peneplanata le cui fasi di modellamento risalgono probabilmente al Pliocene terminale.

L'area oggetto del presente studio è situata nella porzione nord del centro abitato di Calitri (AV), mentre il cavidotto prosegue nella parte nord del confinante comune di Bisaccia.

La morfologia di quest'area, pur presentando un generale andamento di tipo collinare, si presenta in più punti piuttosto variegata con pendenze variabili da molto basse fino ad un massimo, a luoghi, del 24% circa. Interrotta in alcuni punti da vallecole a fondo concavo le quali non rappresentano altro che vie preferenziali di scorrimento delle acque che, con la loro azione erosiva, danno origine a tali forme. Sono presenti anche diverse superfici di ripiano e crinali collinari più o meno definiti. A luoghi, si riscontrano fenomeni di avvallamento e rigonfiamento del terreno causate dall'azione del dilavamento delle acque superficiali pluviali.



I pochi torrenti presenti solcano le zone con andamento a volte tipo meandriforme e dai limiti non sempre definiti percorsi da acqua solo in casi di eventi eccezionali (fasi di piena).

Per quanto riguarda il fattore stabilità dell'area investigata, c'è da considerare che quest'ultima mostra un andamento generalmente abbastanza stabile. Infatti, fenomeni di dissesto sono riscontrabili solo in alcuni punti, i quali sono rappresentati soprattutto da movimenti gravitativi prevalentemente riconducibili a fenomeni di creeping e soliflusso. In prossimità di aste torrentizie, il dissesto può essere classificato come un tipo di frana più complessa la cui cinematica però rivela comunque una velocità per lo più lenta tipo scorrimento rotazionale e che si esaurisce a pochi metri di profondità. Tali fenomeni sono riconducibili ad eventi meteorici eccezionali e/o prolungati che possono erodere la base della scarpata ed innescare fenomeni di instabilità locale.

EVENTUALI AREE SOGGETTE AD INSTABILITÀ

Il Piano di Bacino - Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (Ex AdB Regione Puglia), individua e norma per l'intero ambito del bacino le aree a pericolosità idraulica e le aree a pericolosità geomorfologica.

Le aree a pericolosità geomorfologiche individuate dal PAI sono suddivise, in funzione dei differenti gradi di rischio in:

- Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata – P.G.3
- Aree a pericolosità geomorfologica elevata – P.G.2
- Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata – P.G.1

I siti (Cfr Tav.5) di interesse sono ubicati al di fuori delle Aree a pericolosità geomorfologica.

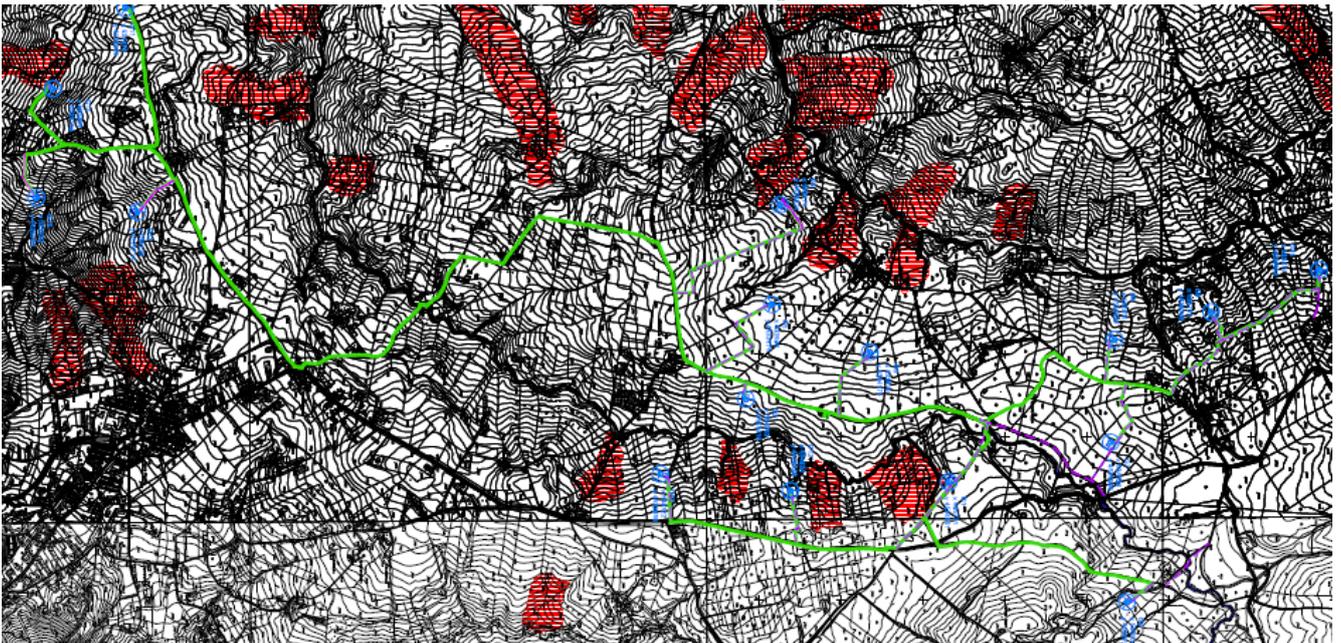
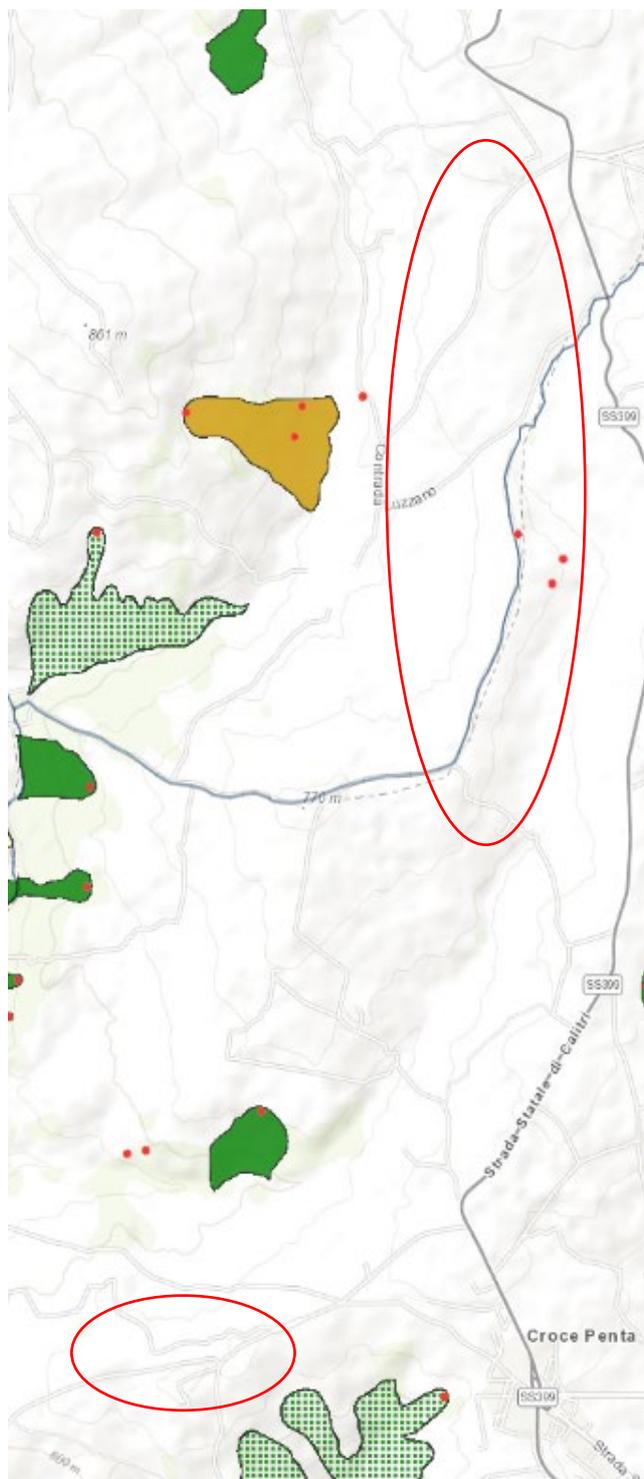


Fig. 11 – Stralcio Piano Assetto Idrogeologico Ex AdB Puglia

La carta **IFFI** rappresenta un Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia.

Dalla Sovrapposizione (*Cfr. Tav.6*) si evince che i siti risultano ubicati al di fuori delle zone in frana.



IdroGEO | ISPRA | Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Campania > AV > Bisaccia
Frana
 ID: 0640389100 | Livello: 1

Condividi | Stampa report

Regione	Campania
Provincia	Provincia di Avellino
Comune	Bisaccia
Autorità di Bacino Distrettuale	Appennino Meridionale
Tipo di movimento	Scivolamento rotazionale/traslativo
Descrizione	n.d.
Attività	Stabilizzato
Litologia	n.d.
Uso Suolo	
Metodo	Fotointerpretazione
Danni	Dettaglio danni: n.d.
Area Frana	m ²
Data Osservazione	n.d.
Causa	n.d.



Il percorso della rete dei cavidotti non è interessato al momento da nessun tipo di dissesto in atto.

I siti interessati dagli aerogeneratori WG14 e WG15 risultano ubicati su versanti con pendenze che superano il 20%, così come si evince dalle foto seguenti.



Sito aerogeneratore WG14



Sito aerogeneratore WG15

In conclusione si può affermare che le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto eolico risultano al momento stabile, non sono presenti grosse forme di dissesto in atto. La presenza di dissesti è dovuta alla cattiva regimazione delle acque. Tali aree, se interessate dalla posa in opera del cavidotto, dovranno essere previste opere di contenimento, anche di ingegneria naturalistica, mirate a non incrementare il rischio idrogeologico locale.

IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrologico, l'area in oggetto è caratterizzata da piogge concentrate nel periodo autunno-inverno, ridotte in primavera e scarse o quasi assenti in estate. Nell'area, l'indice pluviometrico annuo è variabile da circa 600 millimetri a circa 1200 millimetri di pioggia.

Nella zona in esame non è presente un vero e proprio reticolo idrografico ma c'è la presenza di alcune vallecole a fondo concavo che rappresentano delle vie preferenziali di scorrimento delle acque superficiali che presentano una attività idraulica soprattutto in concomitanza di eventi idrometeorici pronunciati e prolungati, altrimenti sono sede di scorrimento irrilevante. Tale deflusso superficiale confluisce a valle nel più vicino impluvio naturale.

Per quel che concerne invece la circolazione idrica sotterranea, gli eventuali percorsi idrici ed i valori di permeabilità risultano essere funzione delle formazioni presenti e quindi delle frazioni granulometriche rappresentative. L'idrogeologia del territorio studiato è vincolata alla litologia dei terreni affioranti e, soprattutto, alla natura e sviluppo dei terreni in profondità.

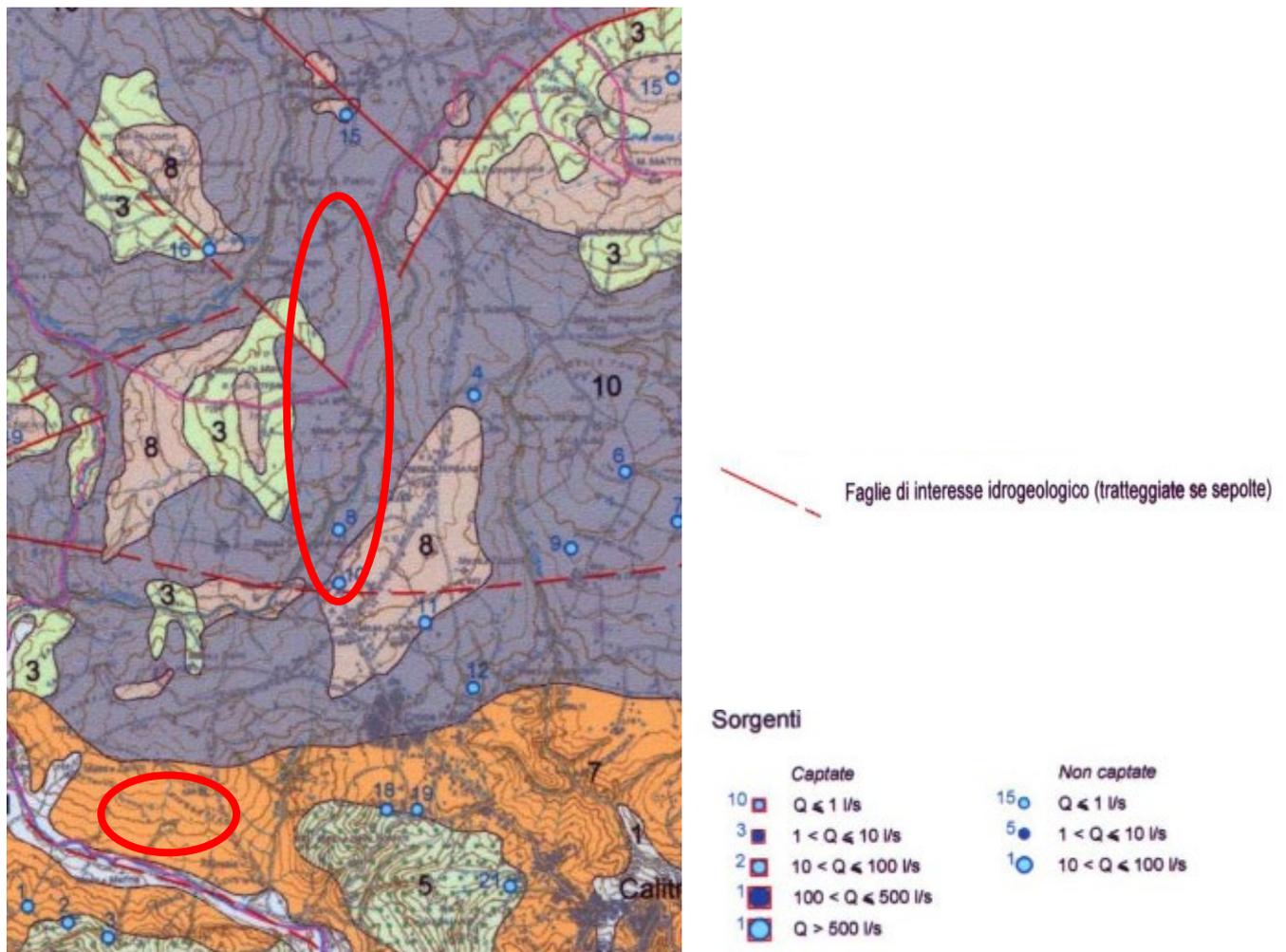


Fig. 12 - Stralcio carta idrogeologica Provincia di Avellino scala 1:100.000

L'area è caratterizzata dai seguenti complessi idrogeologici:

- *Complesso dei depositi detritici*: creano acquiferi eterogenei ed anisotropi a permeabilità per fratturazione o per porosità (a seconda del grado di cementazione) con grado variabile da medio-alto ad alto in relazione allo stato di fratturazione e delle caratteristiche granulometriche del deposito;
- *Complesso calcareo-marnoso-argilloso*: costituiscono acquiferi caratterizzati in genere da una permeabilità media per fratturazione. Laddove prevalgono termini calcarei, interessati da fenomeni carsici, la permeabilità può raggiungere valori alti. Le intercalazioni marnose ed argillose, al contatto con i litotipi calcarei, si comportano da impermeabile;
- *Complesso arenaceo-argilloso*: comprende successioni prevalentemente arenacee con intercalazioni più o meno frequenti di termini argillosi, presenta una permeabilità per porosità e fratturazione con grado da medio-basso a basso in relazione alla presenza di termini argillosi e/o allo stato di fratturazione;
- *Complesso argilloso-marnoso-calcareo*: sono litotipi che presentano un tipo di permeabilità per porosità e fratturazione. Il grado di permeabilità varia da basso a medio-basso in relazione alla prevalenza dei termini impermeabili e/o allo stato di fratturazione;
- *Complesso argilloso*: comprende successioni che svolgono il ruolo di impermeabile tamponandone la circolazione idrica sotterranea.

La rete idrografica sotterranea è poco sviluppata ove è presente la componente argillosa; vi è la presenza di accumuli di acque superficiali ed episuperficiali dovuti ad eventi pluviali.

Nelle aree coperte da sedimenti pre-pliocenici non si possono trovare sorgenti perenni di sufficiente portata tali da alimentare un approvvigionamento anche modesto. Le possibilità idriche, pertanto, sono ridotte all'emungimento, operato con pozzi, da qualche falda acquifera locale racchiusa in qualche lente di arenaria, sabbie, calcare fessurato o brecciato.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

SISMICITÀ STORICA E RECENTE

L'Italia si colloca nel settore centrale del bacino Mediterraneo, caratterizzato da un complesso mosaico geodinamico, contraddistinto attualmente da zone di convergenza e di distensione con diverso grado di attività. In prevalenza, la deformazione crostale si distribuisce lungo sistemi di faglie riconoscibili in superficie, ma talvolta sepolti, e si manifesta con eventi sismici. Una mappa degli scuotimenti sismici documentati storicamente per il territorio nazionale, anche in una forma grezza come quella dei massimi di intensità (Fig. 13) evidenzia una considerevole eterogeneità delle caratteristiche di sismicità del territorio nazionale.

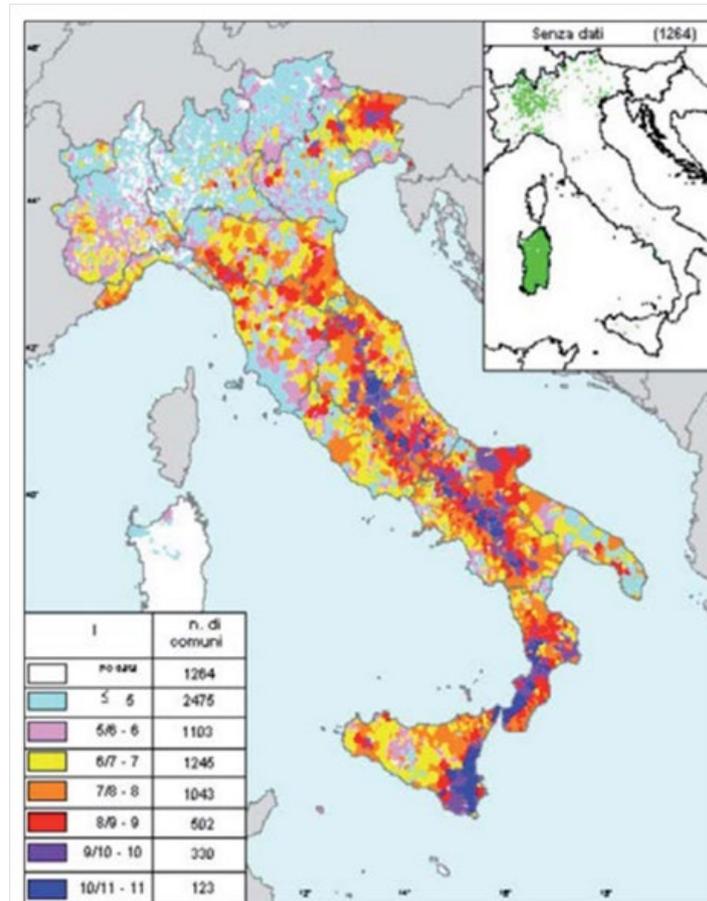


Fig.13 – Mappa delle massime intensità macrosismiche documentate per eventi tra il 1000 e il 1992 (da Camassi et alii, 2000)

Le principali faglie presenti nell'Italia meridionale sono riferibili a fenomeni di sovrascorrimento della catena appenninica in direzione NO-SE accompagnato da due altri sistemi secondari di cui uno normale al precedente NE-SO e l'altro dei due in direzione Est-Ovest. Le numerose osservazioni sinora effettuate nel mondo indicano che il fenomeno della fagliazione superficiale diviene comune per terremoti crostali a partire da magnitudo intorno a 5.5-6, con rigetti e lunghezze di rottura sempre maggiori all'aumentare della magnitudo. In Italia, molti terremoti storici catastrofici (e.g., i terremoti del 1783 in Calabria, 1915 nel Fucino, 1980 in Irpinia, con magnitudo intorno a 7), sono stati associati a fenomeni di fagliazione superficiale con rigetti prossimi o superiori al metro. Studi paleosismologici hanno consentito di riconoscere fenomeni simili in epoca tardo Pleistocenica-Olocenica lungo varie strutture tettoniche considerate in precedenza inattive, dimostrandone una frequenza maggiore di quanto prima supposto. La fagliazione superficiale può indurre seri danni agli edifici e alle infrastrutture e quindi rappresentare una rilevante fonte di pericolosità. Di conseguenza, la conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio (da ISPRA progetto ITHACA - Catalogo delle faglie capaci).

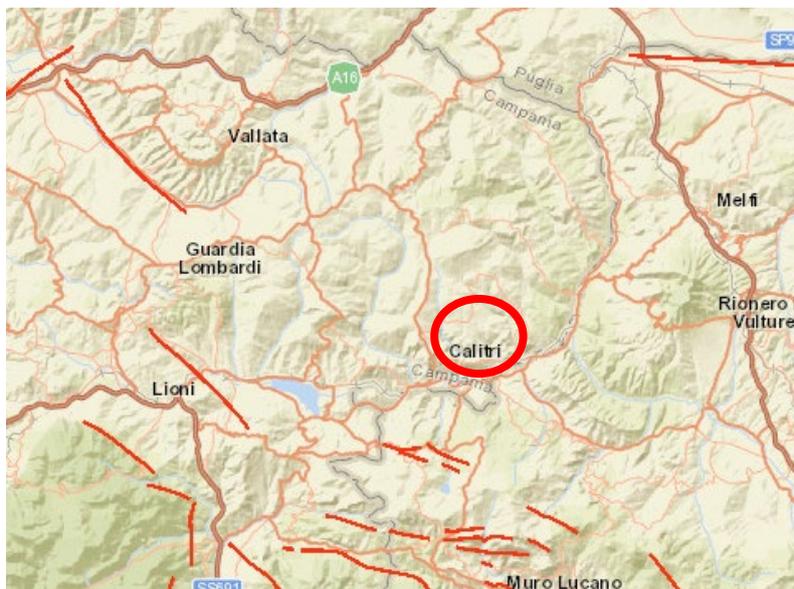


Fig. 14 - Stralcio cartografia delle faglie capaci nell'area di studio - da ISPRA progetto ITHACA

In prossimità dell'area di studio sono stati registrati, in base all'archivio storico macrosismico italiano (<https://emidius.mi.ingv.it>), circa 135 eventi sismici con magnitudo massima 7.2 che hanno interessato il territorio dell'Irpinia sotto riportati nelle figure

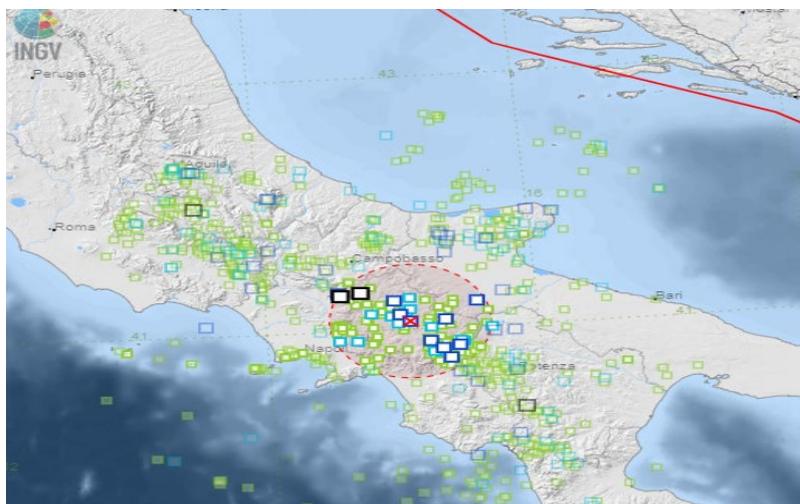
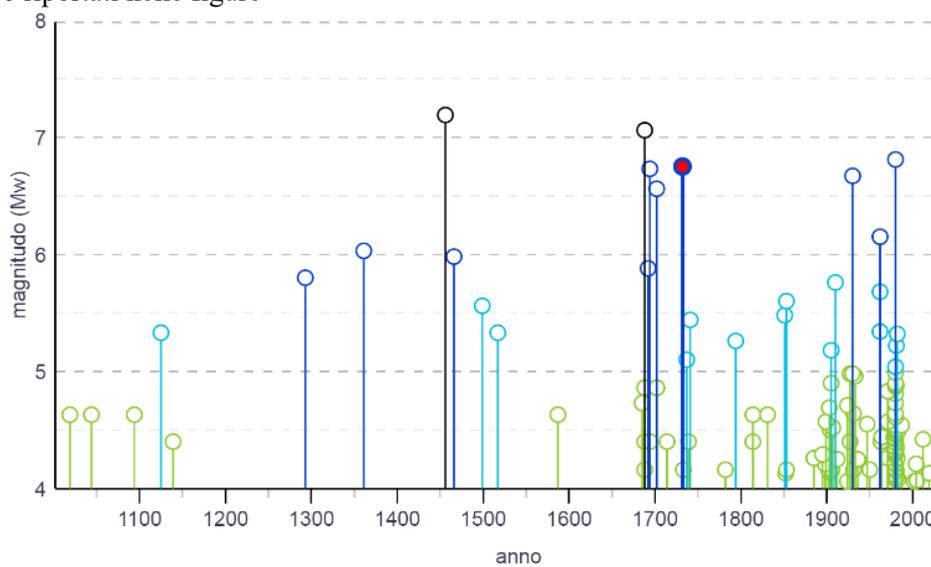


Fig14 – Stralcio cartografia delle faglie capaci nell'area di studio - da ISPRA progetto ITHACA

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1466	01	15	02	25		Irpinia-Basilicata	31	8-9	5.98
8	1561	08	19	15	50		Vallo di Diano	32	10	6.72
8	1688	06	05	15	30		Sannio	215	11	7.06
8	1692	03	04	22	20		Irpinia	9	8	5.88
10	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
7	1732	11	29	07	40		Irpinia	183	10-11	6.75
6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
4	1893	01	25				Vallo di Diano	134	7	5.15
3	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
9	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
NF	1912	03	17	07	10		Salernitano	11	5	4.25
4-5	1923	11	08	12	28		Appennino campano-lucano	28	6	4.73
8	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
6	1948	08	18	21	12	2	Gargano	58	7-8	5.55
4-5	1971	05	06	03	45	0	Irpinia	68	6	4.83
2	1977	07	24	09	55	2	Irpinia	85	5-6	4.37
NF	1978	02	08	04	10	2	Irpinia	100	5-6	4.44
NF	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6	4.75
8	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3-4	1981	02	14	17	27	4	Monti di Avella	85	7-8	4.88
5	1982	08	15	15	09	5	Irpinia	24	6	5.32
4-5	1982	09	30	00	10		Irpinia	4	4-5	4.26
6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
4-5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
NF	1991	06	20	11	32	1	Potentino	26	5-6	3.71
NF	1994	01	05	13	24	1	Tirreno meridionale	148		5.82
5	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
NF	1998	04	07	21	36	5	Valle dell'Ofanto	45	5	4.31
NF	1999	04	05	07	51	5	Irpinia	57	4-5	3.99
3	2002	04	18	20	56	4	Appennino lucano	164	5	4.34
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
NF	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
3-4	2004	09	03	00	04	1	Potentino	156	5	4.41
NF	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64

Elenco degli eventi sismici interessanti l'area del parco eolico

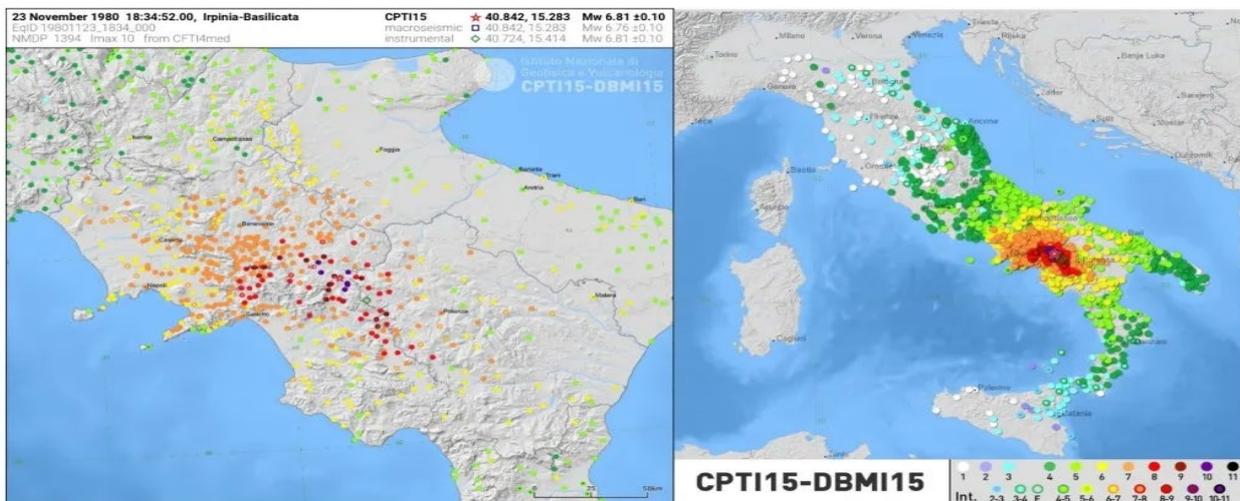
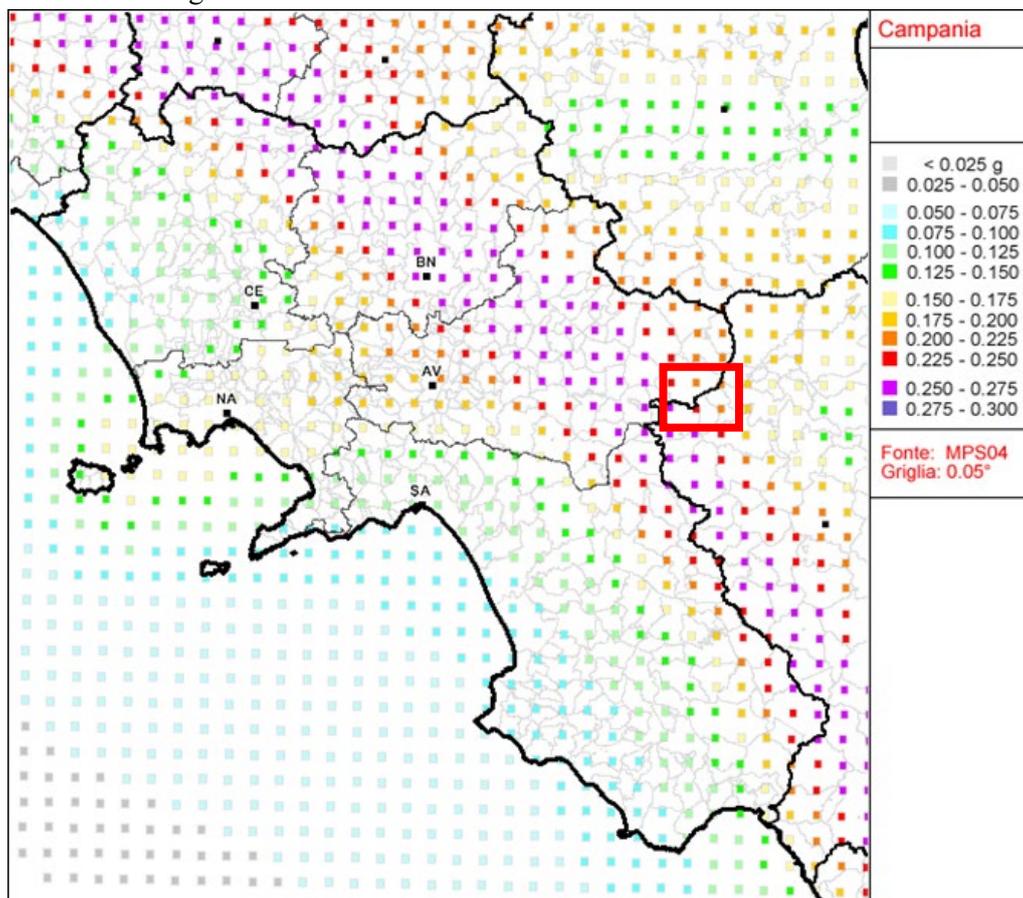


Figura 15. Mappa delle intensità del terremoto del 23 novembre 1980 (mappa da [CPTI15](#), MDP a [CFTI4med](#), Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500)).

CARATTERIZZAZIONE SISMICA SPECIFICA

L'area in oggetto ricade nel territorio comunale di Calitri e Bisaccia, secondo DPCM 20 marzo 2003 n. 3274 i comuni risultano classificati come zona 1 (Rischio Alto), si evincono valori attesi di ag (accelerazioni del suolo) compresi tra 0.200 e 0.275 g.



Il progetto prevede la realizzazione di n.16 torri eoliche sui siti individuati dalle coordinate geografiche di seguito riportate:

WTG	WGS 84 Est	WGS 84 Nord	EST	NORD
1	534 771,18	4 534 650,91	15,413205	40,962262
2	534 263,21	4 533 415,47	15,407100	40,951159
3	533 976,37	4 534 169,71	15,403690	40,951171
4	533 074,95	4 533 623,57	15,392984	40,953081
5	533 684,90	4 533 574,84	15,400229	40,952615
6	533 900,41	4 533 559,66	15,402910	40,971388
7	534 528,36	4 535 635,76	15,410372	40,971145
8	535 504,26	4 535 734,65	15,421977	40,971995
9	533 731,48	4 536 246,42	15,400933	40,976683
10	533 473,77	4 536 904,49	15,397902	40,982620
11	531 873,27	4 529 639,30	15,378509	40,917241
12	534 834,03	4 533 724,37	15,413901	40,953918
13	534 722,14	4 532 896,01	15,412524	40,946464
14	532 365,71	4 529 198,46	15,384329	40,913249
15	533 032,30	4 529 099,43	15,393310	40,917867
16	533 119,59	4 529 714,44	15,392244	40,912330

Posizione geografica in coordinate WGS 84

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, secondo il testo unico delle norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) succ. e mod., si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 3.2.2 della norma, il suolo di sedime può essere individuato nelle seguenti categorie di sottosuolo di riferimento (*le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni, i valori da utilizzare per Vs, NSPT e Cu sono valori medi*):

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	DESCRIZIONE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di 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 <i>equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s</i> .
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 <i>equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s</i> .
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 <i>equivalente compresi tra 100 e 180 m/s</i> .
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità <i>equivalente</i> riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

I risultati delle prove sismiche realizzate in aree limitrofe attribuiscono agli aerogeneratori **WG1, WG2, WG3, WG5, WG6, WG7, W8, WG9, WG10, WG11, WG13, WG14**, ricadenti nella FORMAZIONE DI PAOLA DOCE (PD0 E PD0a), **una categoria di suolo di tipo 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*).

Per gli aerogeneratori **WG12, WG4, WG15 e WG16** ricadenti nella FORMAZIONE FLYSCH ROSSO (FYRa) e nel GRUPPO DELLE ARGILLE VARIEGATE (AV), **una categoria di suolo di tipo 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*).

La risposta sismica locale, inoltre, deve tener conto delle condizioni topografiche, che per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categorie Topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $> 30^\circ$

Qualora le condizioni topografiche siano complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

La morfologia locale del suolo di fondazione in esame può essere inclusa nella **categoria topografica T1**.

DEFINIZIONE DEGLI SPETTRI DI PROGETTO

Per la determinazione dello spettro di progetto è necessario definire una serie di valori dipendenti dalla tipologia di struttura, così come segue:

Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella **Tab. 2.4.I delle NTC18**.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N di progetto per diversi tipi di opere

	Tipi di costruzione	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	≤ 10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	≥ 50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	≥ 100

L'opera rientra nei tipi di costruzione definiti dalla norma come tipologia 2 per cui si assume vita nominale

- $V_N=50$ anni

Classe d'uso

La classe d'uso tiene conto della risposta che la struttura deve dare in caso di azioni sismiche.

Di seguito sono definite le varie classi d'uso

Classe d'Uso	descrizione	Coeff. C_U
I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	0,7
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.	1,0
III:	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.	1,5
IV:	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	2,0

In base alla DGR Campania n. 3573 del 05/12/2003 le strutture in oggetto rientrano nella classe d'uso

- $C_U=IV$

Periodo di riferimento dell'azione sismica

Noti i due parametri definiti ai precedenti punti è possibile calcolare il periodo di riferimento:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per cui sostituendo i valori precedenti, otteniamo:

$$V_R = 50 \cdot 2 = 100$$

Azione sismica di base

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, come definita nei paragrafi precedenti ed è definita tramite le forme spettrali previste dalle NTC, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Detti parametri sismici dipendono dal periodo di ritorno, espresso in anni, e dalla posizione geografica del sito.

Definiti P_v e V_r si può ricavare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R dato da

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Periodo di ritorno per i vari stati limite

V_N	50
C_U	2,0
V_R	100

Stato limite	probabilità di superamento vita nominale	periodo di ritorno
	P_{VR}	T_R
SLO	81%	60
SLD	63%	101
SLV	10%	949
SLC	5%	1950

Entrando nel reticolo di riferimento attraverso la posizione del sito di riferimento espressa con latitudine e longitudine e il periodo di ritorno si ricavano i parametri sismici.

Nel caso in cui il periodo di ritorno non sia esplicitato nel reticolo, essi sono ricavati per interpolazione. Nel caso in cui la posizione del sito non corrisponda ad un punto indicato nel reticolo i parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei 4 vertici della maglia di reticolo contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto cercato e i vertici.

Partendo dai parametri proposti si costruiscono gli spettri di risposta elastici in accelerazione per tutti gli stati limite (SLO, SLD, SLV e SLC) e gli spettri di progetto per gli stati limite ultimi (SLV e SLC), che tengono conto di un fattore riduttivo detto fattore di struttura

I Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per il periodo di ritorno associato e per la posizione geografica data sono, per ciascun Stato limite di calcolo, i seguenti:

Calcolo parametri sismici

Per ciascun sito sono stati calcolati i parametri sismici, avvalendoci del foglio di calcolo dell'INGV "Spettri-NTC ver. 1.0.3":

WG1

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,083	2,370	0,323
SLD	101	0,109	2,444	0,332
SLV	949	0,329	2,347	0,421
SLC	1950	0,445	2,348	0,447

WG2

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,084	2,361	0,324
SLD	101	0,111	2,407	0,334
SLV	949	0,335	2,344	0,420
SLC	1950	0,451	2,356	0,448

WG3

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,084	2,361	0,324
SLD	101	0,111	2,407	0,334
SLV	949	0,335	2,344	0,420
SLC	1950	0,451	2,356	0,448

WG4

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,085	2,356	0,323
SLD	101	0,112	2,393	0,334
SLV	949	0,339	2,340	0,420
SLC	1950	0,455	2,358	0,448

WG5

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,084	2,359	0,323
SLD	101	0,111	2,402	0,334
SLV	949	0,337	2,342	0,420
SLC	1950	0,453	2,357	0,448

WG6

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,083	2,369	0,323
SLD	101	0,109	2,444	0,332
SLV	949	0,331	2,347	0,421
SLC	1950	0,448	2,346	0,447

WG7

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,083	2,373	0,323
SLD	101	0,108	2,461	0,332
SLV	949	0,328	2,347	0,421
SLC	1950	0,444	2,343	0,446

WG8

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,082	2,389	0,323
SLD	101	0,106	2,475	0,332
SLV	949	0,322	2,351	0,424
SLC	1950	0,437	2,345	0,447

WG9

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,083	2,377	0,323
SLD	101	0,108	2,453	0,332
SLV	949	0,329	2,347	0,422
SLC	1950	0,445	2,346	0,447

WG10

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,083	2,384	0,322
SLD	101	0,108	2,458	0,332
SLV	949	0,328	2,348	0,423
SLC	1950	0,444	2,345	0,448

WG11

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,087	2,336	0,322
SLD	101	0,116	2,320	0,336
SLV	949	0,353	2,315	0,423
SLC	1950	0,466	2,375	0,445

WG12

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,083	2,367	0,323
SLD	101	0,109	2,423	0,333
SLV	949	0,331	2,347	0,421
SLC	1950	0,447	2,353	0,448

WG13

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,084	2,363	0,324
SLD	101	0,110	2,401	0,334
SLV	949	0,334	2,346	0,420
SLC	1950	0,450	2,358	0,448

WG14

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,087	2,337	0,322
SLD	101	0,116	2,321	0,336
SLV	949	0,351	2,318	0,422
SLC	1950	0,465	2,373	0,445

WG15

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,086	2,343	0,323
SLD	101	0,115	2,321	0,337
SLV	949	0,349	2,328	0,421
SLC	1950	0,463	2,376	0,448

WG16

Stato limite	T _R	a _g	F ₀	T _C *
SLO	60	0,086	2,340	0,323
SLD	101	0,116	2,321	0,336
SLV	949	0,350	2,324	0,421
SLC	1950	0,463	2,373	0,446

CARATTERIZZAZIONE SPECIFICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Modalità e mezzi di indagine

Lo studio, secondo quanto previsto dalle nuove norme tecniche per le costruzioni riguardanti le indagini sui terreni (D.M. 17/01/18 e NTC 2018), si è svolto utilizzando quanto è emerso dai dati raccolti dalle indagini geognostiche atte a definire le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni presenti nel sito.

Sono state prese in esame i dati delle indagini geognostiche/geofisiche eseguite in terreni simili in aree limitrofe relativamente al Parco Eolico “Calitri” in località Luzzano, in possesso della scrivente e con la finalità di:

- Ricostruire la stratigrafia e la struttura del sottosuolo;
- Consentire mediante prove in sito, la determinazione delle proprietà tecniche dei terreni nella loro sede naturale.

Le indagini geognostiche consultate sono le seguenti:

- 5 Sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità massima di 20 metri;
- Prelievo di 15 campioni indisturbati a varie profondità;
- Prove di laboratorio sui campioni;
- Down Hole per la caratterizzazione geofisica dei terreni.

Parametri di riferimento

Le Unità Litotecniche sono state individuate tenendo conto e dei dati ottenuti in laboratorio mediante il prelievo di campioni su cui sono state eseguite le seguenti prove:

- Caratteristiche fisiche generali del terreno;
- Analisi granulometrica per setacciatura ed areometria;
- Prova di taglio diretto consolidata drenata (C.I.D.);
- Prova triassiale;
- Prova compressione edometrica.

Definizione unità litotecniche

Le indagini pregresse hanno consentito alla scrivente di definire, le seguenti unità:

- per i siti degli aerogeneratori **WG1, WG2, WG3, WG5, WG6, WG7, W8, WG9, WG10, WG11, WG13, WG14 e relativi cavidotti:**

FORMAZIONE DI PAOLA DOCE (PD0 E PD0a)
<p>PD0 - Calcareniti a grana media e fine alternata a calcari marnosi, marne e calcisiltiti in strati dello spessore variabile da 10 cm a 40 cm.</p> <p>PD0a - Intercalato nella parte alta dell'unità si distingue una successione spessa circa 80 m di arenarie da fini a grossolane, stratificate, massive, gradate e laminate, con sequenza di Bouma Ta-c e Tb-c alternate a calcareniti fini con sequenza Tc-e; silt, marne e argille marnose sottilmente laminate (torbititici e pelagici). <i>Oligocene Superiore-Miocene Inferiore</i></p>

- per i siti degli aerogeneratori **WG4 e WG12 e relativi cavidotti:**

FLYSCH ROSSO (FYRa)
<p>Chiudono la serie breccie calcaree e calcareniti a grana media e fine con liste e noduli di selce e sottili strati di argille rosse e diaspri (depositi pelagici e torbitidici), con spessore massimo 30 m.</p> <p><i>Cretaceo inferiore - Oligocene</i></p>

- per i siti degli aerogeneratori **WG15 e WG16 e relativi cavidotti:**

GRUPPO DELLE ARGILLE VARIEGATE (AV)
<p>Argille e argille marnose di colore rosso, verde e grigio in assetto caotico o affette da intensa deformazione, con olistoliti e intercalazioni nella parte alta di strati di arenarie quarzose e arcose.</p> <p><i>Aptiano - Albiano/Cenomaniano</i></p>

Definizione unità litotecniche

Per la modellizzazione geotecnica dei siti, nella tabella seguente, si propone un possibile modello geotecnico, ove sarà cura del progettista geotecnico verificare la sua adeguatezza in base alla tipologia di struttura fondale da utilizzare, fermo restando che si dovrà, sempre, far riferimento ai dati riportati nell'allegato n. 7: “**Indagini Geognostiche**”.

Dai dati ricavati dalle indagini consultate e dalla bibliografia si propongono quanto segue:

- per i siti degli aerogeneratori **WG1, WG2, WG3, WG5, WG6, WG7, W8, WG9, WG10, WG11, WG13, WG14 e relativi cavidotti, nella FORMAZIONE DI PAOLA DOCE (PD0 E PD0a):**

peso di volume del terreno	$\gamma = 1,90 - 1,98 \text{ gr/cm}^3$
angolo di attrito interno	$\phi' = 25^\circ - 28^\circ$
coesione drenata	$c' = 0,04 - 0,08 \text{ Kg/cm}^2$
coesione non drenata	-
modulo edometrico	$E_d = 72,60 - 84,65 \text{ Kg/cm}^2$

- per i siti degli aerogeneratori **WG4 e WG12 e relativi cavidotti nel FLYSCH ROSSO (FYRa):**

peso di volume del terreno	$\gamma = 1,96 - 2,11 \text{ gr/cm}^3$
angolo di attrito interno	$\phi' = 27 - 32^\circ$
coesione drenata	$c' = 0,0 - 0,12 \text{ Kg/cm}^2$
coesione non drenata	-
modulo edometrico	$E_d = 114,65 - 144,36 \text{ Kg/cm}^2$

- per i siti degli aerogeneratori WG15 e WG16 e relativi cavidotti nel GRUPPO DELLE ARGILLE VARIEGATE (AV):

peso di volume del terreno	$\gamma = 1,90-1,95 \text{ gr/cm}^3$
angolo di attrito interno	$\phi' = 23^\circ - 24^\circ$
coesione drenata	$c' = 0,21 \text{ Kg/cm}^2$
coesione non drenata	$c_u = 0,94 \text{ Kg/cm}^2$
modulo edometrico	$E_d = 124,50 - 145,78 \text{ Kg/cm}^2$

Dai sondaggi consultati si rileva un livello piezometrico che varia da circa 1,50 e 6,00 metri di profondità dal piano campagna.

CONSIDERAZIONI FINALI

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti, si possono trarre le seguenti considerazioni conclusive relativamente alla realizzazione del parco eolico “*Piani San Pietro*” nei comuni di Calitri e Bisaccia.

La litologia è caratterizzata da terreni attribuibili alle formazioni FORMAZIONE DI PAOLA DOCE (PD0 E PD0a), FLYSCH ROSSO (FYRa) e dal GRUPPO DELLE ARGILLE VARIEGATE (AV).

I fenomeni di dissesto sono condizionati da vari fattori tra cui il tipo di litologia, la pendenza, la profondità delle falde acquifere, e si verificano in seguito ad una correlazione tra fattori predisponenti e fattori determinanti.

Tuttavia lo studio ha evidenziato la presenza di una situazione abbastanza stabile mentre, situazioni di lieve instabilità sono concentrate soprattutto dove le pendenze risultano essere maggiori. Questi dissesti, però, si possono classificare come lievi movimenti superficiali ascrivibili a fenomeni di creeping e soliflusso, di avvallamento e rigonfiamento e solo in qualche punto, il fenomeno interessa solo i primi metri di profondità.

Come già affermato nel paragrafo riguardante l'inquadramento geomorfologico, esaminando il “Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)” dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (Ex AdB Puglia) (*Cfr Tav.5*), si nota che le opere sono ubicate al di fuori delle aree a pericolosità geomorfologica (PG1-PG2-PG3).

In base agli aspetti geologici, geomorfologici e geotecnici dell'area in esame, le opere da realizzare dovranno rispettare alcune condizioni:

- le fondazioni dovranno essere attestate unicamente nel substrato di base, al di sotto del terreno vegetale e/o alterato;
- nell'area vi è la presenza, a luoghi, di falde sospese e a causa della componente argillosa impermeabile si possono avere ristagni di acque superficiali dovute ad eventi pluviali; pertanto, onde evitare il progressivo decadimento delle caratteristiche geotecniche e litodinamiche dei terreni direttamente interessati dalle strutture di progetto, è necessaria la regimazione delle acque superficiali ed episupefici, mediante opportune opere idrauliche, consistenti in efficaci drenaggi perimetrali alle strutture ed in opportune cunette che si estendono lungo i tracciati stradali; sia i drenaggi che le cunette dovranno avere come recapito finale i più vicini impluvi naturali o artificiali;
- per la realizzazione delle strade di accesso e di servizio, sono necessari l'asportazione del terreno vegetale, la compattazione del terreno di posa e dei relativi strati dell'eventuale rilevato;
- è necessario ridurre il tempo di esposizione agli agenti atmosferici degli scavi che ospiteranno la rete dei cavi; ed inoltre compattare il materiale di riempimento al fine di evitare fenomeni di erosione;
- per fronti di scavo di altezza superiore a 1 m, si prescrive la realizzazione di opportune strutture di contenimento.

Dal punto di vista sismico le categorie di sottosuolo ricavate dall'indagine prese in esame risultano “B” e “C” (NTC 2018).

Durante la fase esecutiva dovrà essere validata la schematizzazione geologica desunta, effettuando le indagini geognostiche/geofisiche sui singoli siti.

Rispettando le prescrizioni prima descritte, le opere che si vanno a realizzare non vanno ad alterare l'equilibrio geostatico dei terreni presenti e quindi, l'equilibrio idrogeologico dell'area in esame. Le opere sono compatibili con l'assetto geologico, idrogeologico e idrologico e geotecnico dell'area.

Si pone in evidenza la necessaria presenza del geologo durante gli scavi e si invita, quindi, a comunicare l'inizio dei lavori per fornire tutta la consulenza necessaria in tale fase e valutare eventuali problematiche non prevedibili in questa fase.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Vallata lì 03/05/2022

Il geologo

Dott.ssa Angela Rosa Simone

RILIEVO FOTOGRAFICO

In questo paragrafo si fornirà una breve descrizione dei siti degli aerogeneratori dal punto di vista delle principali caratteristiche morfologiche.

Sito WG1

Il sito è pianeggiante non si notano dissesti in atto ma solo un canale per la raccolta delle acque meteoriche.



Sito WG2

Il sito è pianeggiante non si notano dissesti in atto.



Sito WG3

Il sito presenta una lievissima pendenza e non si notano dissesti in atto



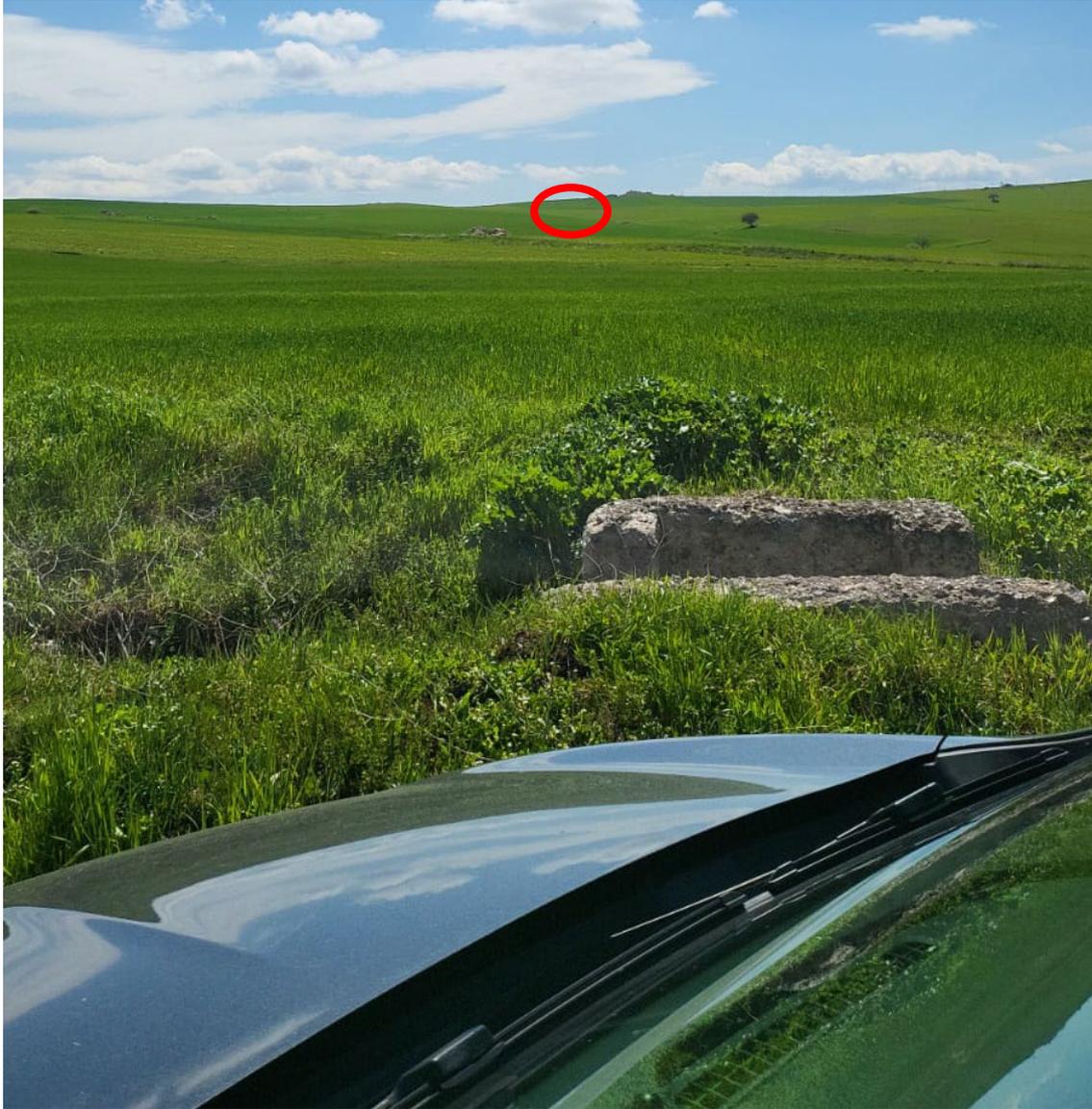
Sito WG4

Il sito è ubicato su un versante con pendenze che si aggirano intorno al 20%, si notano lobature e avvallamenti in atto e qualche canale per la raccolta delle acque.



Sito WG5

Il sito presenta una lievissima pendenza che si aggira intorno al 7%, si notano avvallamenti e lobature del terreno e qualche canale per la raccolta delle acque.



Sito WG6

Il sito presenta una pendenza che si aggira intorno al 16%, si notano avvallamenti e lobature del terreno e qualche canale per la raccolta delle acque.



Sito WG7

Il sito è pianeggiante.



Sito WG8

Il sito presenta una lievissima pendenza che si aggira intorno al 9% e non si notano dissesti in atto ma solo qualche canale per la raccolta delle acque.



Sito WG9

Il sito presenta una pendenza che si aggira intorno al 15% e si notano dissesti in atto quali lobature ed avvallamenti dei terreni.



Sito WG10

Il sito presenta una pendenza che si aggira intorno al 15%, si notano lievi dissesti come lobature, avvallamenti e creep del terreno; si evidenzia a destra e poi continua a valle del sito, un'asta torrentizia per la raccolta delle acque nei momenti di eventi pluviali continui e prolungati.



Sito WG11

Il sito presenta una pendenza che si aggira intorno al 8%, si notano lievi dissesti come lobature, avvallamenti e creep del terreno.



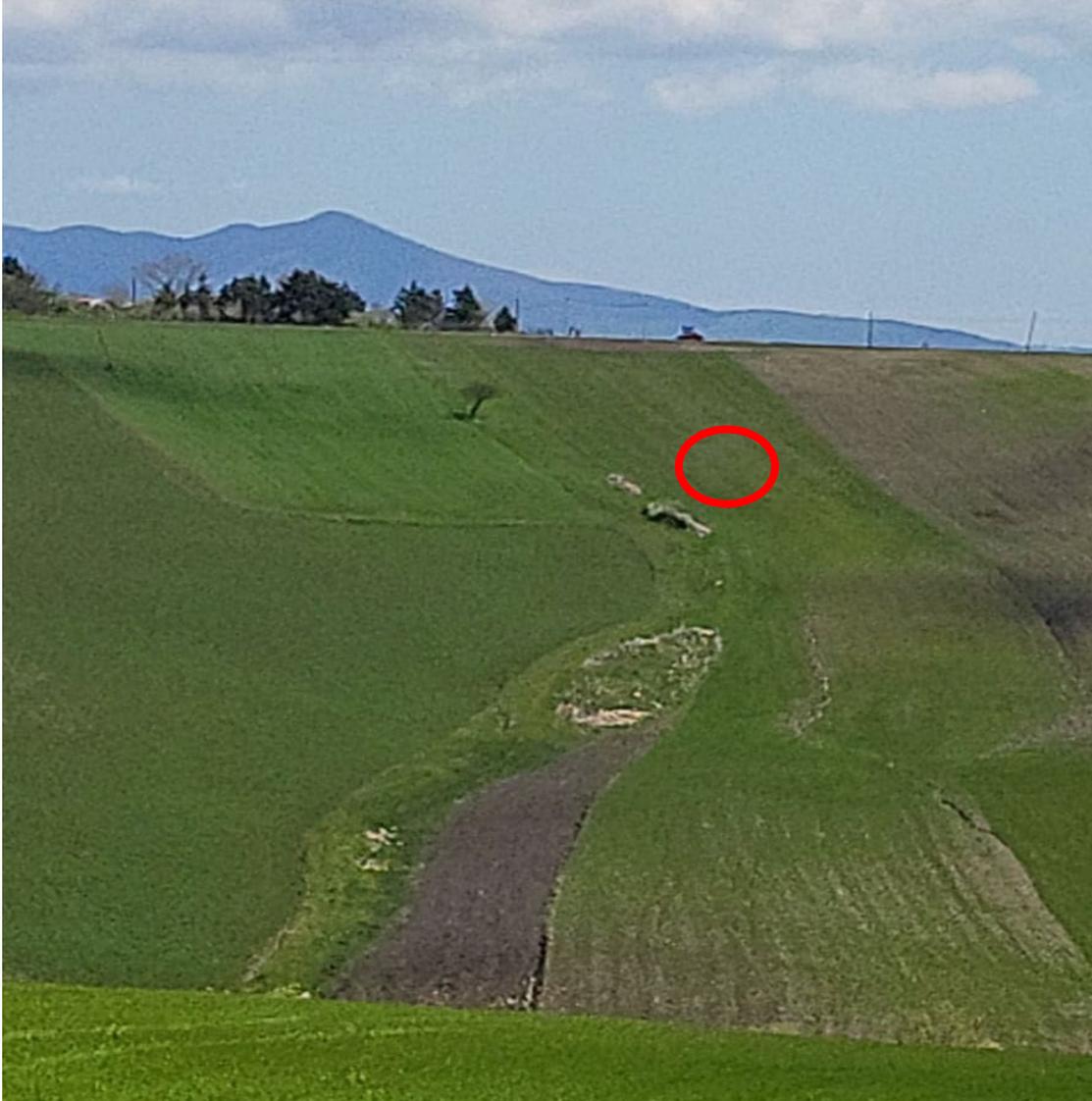
Sito WG12

Il sito presenta una pendenza che si aggira intorno al 13%, si notano lievi dissesti come lobature, avvallamenti e creep del terreno; a valle del sito un'asta torrentizia per la raccolta delle acque nei momenti di eventi pluviali continui e prolungati.



Sito WG13

Il sito presenta una pendenza che si aggira intorno al 14%, si notano lievi dissesti come lobature, avvallamenti e creep del terreno; a sinistra del sito vi è la presenza di canale per la raccolta delle acque nei momenti di eventi pluviali continui e prolungati. Tali acque vengono convogliate a valle nel vicino impluvio naturale.



Sito WG14

Il sito presenta una pendenza che si aggira intorno al 23%, si notano lievi dissesti come lobature, avvallamenti e creep del terreno; a valle del sito (a partire dai cespugli) un'asta torrentizia per la raccolta delle acque nei momenti di eventi pluviali continui e prolungati.



Sito WG15

Il sito è ubicato su un versante con pendenze intorno al 23% a valle le pendenze sembrano aumentare, si notano dissesti come lobature, avvallamenti e creep del terreno;



Sito WG16

Il sito è ubicato in zona ripiano che poi passa a versante con pendenze che si aggirano intorno al 17%, si notano dissesti come lobature, avvallamenti e creep del terreno.



Area Cabina di smistamento

Il sito presenta una pendenza che si aggira intorno al 5-6%, si notano lievi dissesti come lobature, avvallamenti e creep del terreno; in fondo alla foto vi è un'asta torrentizia per la raccolta delle acque nei momenti di eventi pluviali continui e prolungati.

