



REGIONE BASILICATA

PROVINCIA DI POTENZA

COMUNE DI CANCELLARA



PROGETTO DEFINITIVO DI UN PARCO EOLICO E DELLE OPERE CONNESSE SITO NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI CANCELLARA DI POTENZA COMPLESSIVA PARI A 32 MW

Proponente:

BUONVENTO s.r.l.

BUONVENTO s.r.l.
via Tiburtina, 1143 - 00156 ROMA
tel. +39 06 4111087 mail: office@buonvento srl.it

Dott. Luca RAINOLDI

Progettisti:



Responsabile opere civili:
**STUDIO DI INGEGNERIA ED ARCHITETTURA
MARGIOTTA ASSOCIATI**
via N. Vaccaro, 37 - 85100 POTENZA (PZ)
tel. +39 0971 37512 mail: studio@associatimargiotta.it
Arch. Donata M.R. MARGIOTTA
Prof. Ing. Salvatore MARGIOTTA

Responsabile S.I.A.:
STUDIO ALESSANDRIA
via Circonvallazione Nomentana, 138 - 00162 ROMA
tel. +39 348 5145564 mail: f.ales@libero.it
Prof. arch. Francesco ALESSANDRIA

Responsabile opere elettriche:
STUDIO ACQUASANTA
via D. Alighieri, 13/D - 75100 MATERA (MT)
tel. +39 0835 336718 mail: ing.acquasanta@gmail.com

Ing. Paolo ACQUASANTA
Ing. Eustachio SANTARSIA



Responsabile geologia:
GEO-STUDIO DI GEOLOGIA E GEOINGEGNERIA
via del Seminario Maggiore, 35 - 85100 POTENZA (PZ)
tel. +39 0971 1800373 mail: studiogeopotenza@libero.it

Dott. geol. Antonio DE CARLO

SCALA:	NOME FILE:	Relazione Geologica			
CODICE ELABORATO:	TITOLO ELABORATO:	RELAZIONE GEOLOGICA			
A.2					

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Consegna progetto	04/2023	De Carlo	De Carlo	S.Margiotta

Il presente documento e quelli in esso richiamati sono proprietà del proponente BUONVENTO srl ; come tali non possono essere divulgati né riprodotti in tutto o in parte, senza l'autorizzazione scritta della proprietà.



INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI E CARTOGRAFICI.....	4
3. UBICAZIONE DEI SITI DI PROGETTO.....	5
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE.....	7
5. PRIME CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO.....	10
6. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA.....	12
7. VALUTAZIONE RISCHIO FRANE ED ALLUVIONE.....	15
8. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA ED IDROLOGICA.....	16
9. CONCLUSIONI.....	27

ALLEGATI:

- A.16.a.7 – Ubicazione indagini geologiche da realizzare (scala 1:5000)
- A.16.a.8 – Carta Geologica (scala 1:5000)
- A.16.a.9 – Carta Geomorfologica (scala 1:5000)
- A.16.a.10 – Carta Idrogeologica (scala 1:5000)
- A.16.a.11 – Profili Geologici (scala 1:5000)
- A.16.a.12 – Bacini Idrografici (scala 1:15000)

1. PREMESSA

Per incarico ricevuto dalla società **BUONVENTO s.r.l.** lo scrivente ha redatto la relazione preliminare/definitiva per il **“Progetto definitivo di un Parco Eolico e delle opere connesse sito nel territorio del Comune di Cancellara di potenza complessiva pari a 32 MW”**.

Il parco in progetto sarà costituito da n°8 aerogeneratori di potenza elettrica unitaria pari a 4 MW, per una potenza complessiva di impianto pari a 32 MWp all'interno del territorio comunale di Cancellara.

Per verificare la realizzabilità del progetto in parola nel territorio in cui è stato inserito, si è proceduto in uno studio tale da poter sufficientemente inquadrare sotto il profilo geologico, idrogeologico e geomorfologico l'areale coinvolto dall'intervento al fine di poterne sottoscrivere la fattibilità. Ai fini della rappresentazione preliminare delle caratteristiche geologiche *latu sensu* dell'intera area e, per escludere la presenza di elementi di criticità, il rilevamento geo-morfologico di superficie, coadiuvato dalla fotointerpretazione di foto aeree, si è dimostrato ed è lo studio tematico più appropriato al raggiungimento di tale obiettivo, in quanto ha permesso di rilevare e cartografare le Unità Litologiche in affioramento, nonché tutte quelle forme morfoevolutive o contesti idrogeologici meritevoli di attenzione. Chiaramente, una volta appurata l'idoneità geologica e morfologica dei siti di sedime, avendo scartato gli areali con criticità litologica e morfologica, si passerà al successivo grado di approfondimento della progettazione (progetto esecutivo) in cui sarà effettuata la verifica puntuale delle caratteristiche litologiche, dei rapporti stratigrafici (ad esempio tra il substrato alterato ed il substrato s.s., o tra coltri detritiche e substrato), delle caratteristiche geotecniche, idrogeologiche e sismiche dei terreni in affioramento, tramite una corposa campagna di indagini geognostiche dirette ed indirette, nonché di analisi e prove geotecniche di laboratorio, così come programmato e riportato nell'**Allegato A.16.a.7: Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche**.

Con riferimento a quest'ultimo aspetto, ai sensi del cap. 6.12 del D.M. 17/01/2018, in questa fase della progettazione, come già accennato, il rilevamento geologico e geomorfologico effettuato in loco ha confermato macroscopicamente le buone condizioni di stabilità delle aree di sedime del parco eolico. Nel dettaglio saranno eseguite:

- Indagini geofisiche: n°8 MASW; n°8 sismiche a rifrazione in onda P;
- n°8 Prove penetrometriche (*DPSH o CPTU*);
- n°8 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati da sottoporre ad analisi e prove geotecniche di laboratorio.



Gli elaborati cartografici, prodotti in questa fase, sono riportati nei seguenti allegati:

- A.16.a.7 – Ubicazione indagini geologiche da realizzare (scala 1:5000);
- A.16.a.8 – Carta Geologica (scala 1:5000);
- A.16.a.9 – Carta Geomorfologica (scala 1:5000);
- A.16.a.10 – Carta Idrogeologica (scala 1:5000);
- A.16.a.11 – Profili Geologici (scala 1:5000);
- A.16.a.12 – Bacini Idrografici (scala 1:15000).

2. RIFERIMENTI NORMATIVI E CARTOGRAFICI

Nella redazione della presente relazione si è fatto riferimento alla normativa vigente ed alla documentazione cartografica e bibliografica esistente, di seguito riportate:

- **Normativa di riferimento nazionale:**
 - Regio Decreto Legislativo 30 dicembre 1923, n.3267 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani”;
 - L.N. n.64/74 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
 - D.M. 11.03.1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
 - D.P.R. n.380/2001 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
 - O.P.C.M. n.3274/2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
 - D.M. 14.09.2005 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
 - O.P.C.M. n.3519/2006 - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;
 - D.M. LL.PP. del 14.01.2008 - Testo Unitario - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
 - Circolare del C.S.LL.PP. n.617 del 02.02.2009 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
 - O.P.C.M. n.3907/2010 "Attuazione dell'art.11 del D.L. 28/04/2009, n.39, convertito con modificazioni, dalla Legge 24/06/2009, n.77 in materia di contributi per interventi di prevenzione del rischio sismico”;
 - D.M. del 17.01.2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".
- **Normativa di riferimento regionale:**
 - L.R. n.1 del 19 gennaio 2010 “Norme in materia di energia e Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale. D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 L.R. n. 9/2007”;
 - Norme di Attuazione - Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) - Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale - sede Basilicata.
- **Riferimenti cartografici e bibliografici:**
 - Foglio 470 “Potenza” della Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000) e “Note Illustrative”;
 - Elementi 470070, 470080, della CTR Basilicata (scala 1:10.000);
 - Tavola 470-I del CTR della Basilicata (scala 25:000);
 - Tav. 470072, 470083 - Carta del Rischio Idrogeologico dell'A.d.B. della Basilicata (scala 1:5.000).

3. UBICAZIONE DEI SITI DI PROGETTO

L'area interessata dalla realizzazione del "Progetto definitivo di un Parco Eolico e delle opere connesse sito nel territorio del Comune di Cancellara di potenza complessiva pari a 32 MW" è localizzata all'interno del Comune di Cancellara, in Provincia di Potenza, ed è situata a circa 1 km in direzione SO rispetto al centro abitato, con quote variabili da circa 650 a circa 850 m s.l.m.

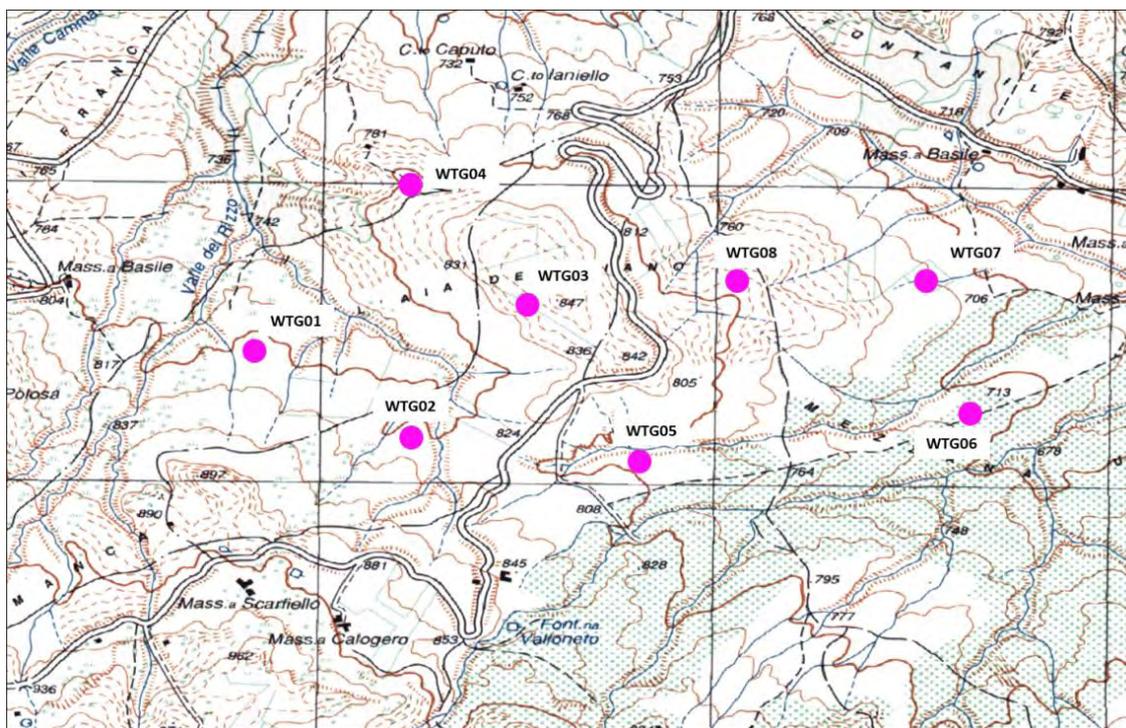


Fig 01: Ubicazione dell'area oggetto di progetto

Le coordinate dei siti d'imposta degli aerogeneratori secondo la proiezione cartografica Gauss-Boaga - sistema geodetico Roma 1940, e secondo il datum WGS84, sono le seguenti (Tab. 1):

AEROGENERATORE	WGS84	
	LONG	LAT
WTG 01	576774	4507244
WTG 02	577175	4506962
WTG 03	577452	4507420
WTG 04	577172	4507791
WTG 05	577748	4506891
WTG 06	578587	4507066
WTG 07	578460	4507509
WTG 08	578000	4507494

Tabella 1: Coordinate dei siti d'imposta degli aerogeneratori



Dal punto di vista cartografico il sito ricade all'interno del Foglio 470 "Potenza" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000) e degli Elementi 470070, 470080 del CTR Basilicata (scala 1:5.000). Il sito è inoltre inquadrato negli elaborati del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) - Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale - sede Basilicata, consultabile tramite il geoportale regionale.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

L'area oggetto di studio rientra all'interno del Foglio 470 "Potenza" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000). Dal punto di vista geologico-regionale, la stessa ricade nell'Appennino Meridionale al limite tra le Unità di piattaforma carbonatica (Piattaforma Appenninica o Campano-Lucana) e le Unità costituite da sedimenti di mare profondo (Bacino di Lagonegro). Il sistema Catena-Avanfossa-Avampaese nell'Italia Meridionale è attualmente rappresentato dalla Catena Sudappenninica, dalla Fossa Bradanica e dall'Avampaese Appulo. Le unità geologiche che caratterizzano l'area appartengono alle cosiddette "formazioni strutturalmente complesse" dell'Appennino Meridionale che, in questo settore, sono composte da unità strutturali costituite essenzialmente da litofacies argillose di mare profondo, da formazioni fliscioidi e da successioni torbiditiche terrigene.

Lo sviluppo della Catena Appenninica è avvenuto tra l'Oligocene Superiore e Miocene Inferiore ed ha subito una contrazione tettonica fino al Pleistocene Medio, portando all'accavallamento delle unità di catena secondo sequenze deformative di tipo *ventaglio imbriciato* e *duplex* ed alla loro traslazione sulle successioni Plio-Pleistoceniche di Avanfossa deposte al di sopra della Piattaforma Apula (Avampaese autoctono dell'Appennino Meridionale). L'attuale configurazione del territorio del Comune di Cancellara è legata anche alla tettonica post-orogena del Pleistocene Medio.

La ricostruzione litostratigrafica, scaturita dal rilevamento geologico di superficie esteso ad un'area più ampia rispetto a quella strettamente interessata dal progetto in epigrafe, ha messo in evidenza che le caratteristiche peculiari delle formazioni, come anche riportato nella Carta Geologica in scala 1:5.000 (elaborato A.16.a.8) e schematizzato nell'elaborato Profili Geologici (elaborato A.16.a.11) sono, dall'alto verso il basso stratigrafico, quelle di seguito descritte:

a) **DEPOSITI DI FRANA** (*Pleistocene Sup. – Olocene*)

Costituiti da materiale detritico sciolto, in assetto caotico, destrutturato eterogeneo ed anisotropo, la cui natura dipende dall'unità formazionale originaria coinvolta. Tali depositi non interessano le opere strutturali in progetto.

b) **UNITÀ TETTONICA DI MONTE ARIOSO**

FLYSCH GALESTRINO (FYGa) (*Cretacico Inf.*)

Tale Unità Formazionale rappresenta il sedime di fondazione degli aerogeneratori WTG 03, 04, 05, 08, oltre al relativo cavidotto ed alla viabilità. E' costituito da un'alternanza in strati sottili di calcilutiti e calcisiltiti grigie e giallastre, localmente silicizzate, marne calcaree e silicifere a frattura concoide, argilliti

silicee fogliettate a frattura prismatica nere, grigie e verdastre ed argilliti con fratturazione, completamente silicizzate e calcilutiti grigie e giallastre.

c) UNITÀ TETTONICA DI VAGLIO DI BASILICATA

FLYSCH ROSSO (*Cretacico Inf. - Miocene Inf.*)

Questa formazione affiora estesamente nell'area rilevata, formando il substrato di parte del parco eolico. E' costituita da una fitta alternanza di argille, argille marnose, argilliti grigie e rossastre fogliettate, a cui s'intercalano marne e marne calcaree biancastre o calcari-marnosi, talora siliciferi, calcareniti, calcilutiti grigiastre ed arenarie. I calcari-marnosi o le marne-calcaree affiorano in strati aventi spessori variabili dal decimetro fino ad un massimo di 1÷2 metri. Gli strati presentano un'intensa tettonizzazione esplicitata in una fitta rete di fratture. Queste ultime a luoghi sono beanti, a luoghi, invece, sono riempite dalla parte pelitica o da materiale di alterazione. Le marne hanno una tonalità biancastra, cinerea e talora rossastra, sono disposte in banchi anche di qualche metro di spessore e hanno una frequente struttura laminata. Le argille, invece, presentano una tipica struttura scagliettata, sono alquanto dure se asciutte e hanno un colore variabile dal rossastro, al grigiastro, al verdognolo. Tutto il complesso litologico descritto presenta evidenti segni di intensa tettonizzazione.

Come accennato, tale formazione affiora nell'area di progetto sia con il **Membro Calcareo** che con quello **Argilloso-Marnoso**:

- **Flysch Rosso (FYRa): Membro Calcareo (*Eocene-Oligocene*)**

Tali litotipi costituiscono il sedime di fondazione degli aerogeneratori WTG 01 e WTG 02 oltre al relativo cavidotto e viabilità. Sono costituiti da calcareniti biancastre a grana media e grossa in strati e grossi banchi intercalati a varie altezze da corpi lenticolari di calciruditi, livelli centimetrici di calcilutiti bianche e di marne varicolori, generalmente rossastre, argille marnose fogliettate di colorazione grigiastro, verdastra o rossastra. La parte lapidea si presenta intensamente fratturata e le fratture sono quasi sempre riempite dalla frazione pelitica. Il Membro Calcareo è spesso intercalato al Membro Argilloso-Marnoso o ad essa sovrapposto ed è rinvenibile in numerosi piccoli affioramenti.

- **Flysch Rosso (FYRb): Membro Argilloso-Marnoso (*Cretaceo Sup.-Oligocene*)**

Tali litotipi costituiscono il sedime di fondazione dell'aerogeneratore WTG 07 oltre al relativo cavidotto e viabilità. Sono costituiti da una fitta alternanza di argille, argille marnose, argilliti grigie e rossastre fogliettate, a cui s'intercalano marne e marne calcaree biancastre o calcari-marnosi, calcilutiti grigiastre ed arenarie. I calcari-marnosi o le marne-calcaree affiorano in strati aventi spessori variabili dal centimetro a qualche decimetro. Le marne hanno una tonalità biancastra, cinerea e talora rossastra,

sono disposte in banchi anche di qualche metro di spessore e hanno una frequente struttura laminata. Le argille, invece, presentano una tipica struttura scagliettata, sono alquanto dure se asciutte e hanno un colore variabile dal rossastro, al grigiastro, al verdognolo.

Si rimanda al successivo grado di approfondimento della progettazione (progetto esecutivo) la verifica puntuale delle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei terreni di sedime, tramite sondaggi geognostici a carotaggio continuo, indagini geotecniche in situ ed indagini sismiche a rifrazione in onda P e del tipo Masw, al fine di una ricostruzione dettagliata del modello litotecnico del sedime di fondazione di ogni opera da realizzare.

Di seguito si riporta lo stralcio del Foglio 470 “Potenza” della Carta Geologica d’Italia (scala 1:50.000) con l’ubicazione dell’area parco, del cavidotto e della sottostazione elettrica.

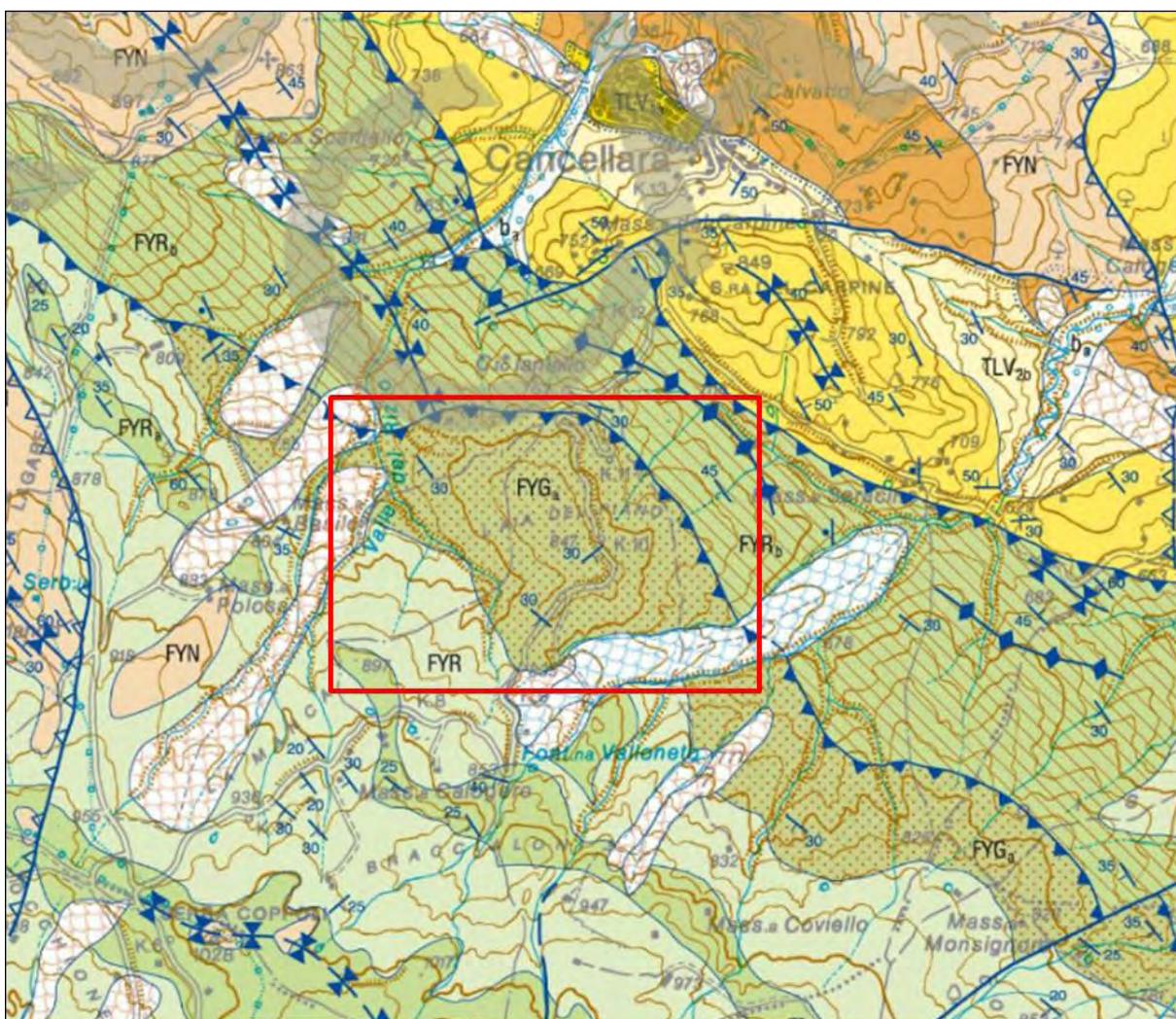


Fig. 02: Stralcio del Foglio 470 “Potenza” della Carta Geologica d’Italia, scala 1:50:000 relativo al sito di progetto

5. PRIME CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO

Al fine di dare solo delle prime indicazioni sulle caratteristiche geotecniche dei terreni in affioramento, in questo capitolo ne saranno riportati i principali parametri fisico-meccanici che scaturiscono da considerazioni macroscopiche effettuate sugli affioramenti in campagna e dalla letteratura tecnica specializzata. Tali parametri devono essere impiegati con estrema cautela in qualsiasi calcolo geotecnico, anche se preliminare, in quanto non è possibile prescindere dalla stratimetria delle singole litofacies descritte nel precedente capitolo, dal loro rapporto stratigrafico, dal loro comportamento sismoelastico. Pertanto, le suddette indicazioni devono ritenersi valide nei limiti che questa prima fase cognitiva pone, ovvero acquisizione di dati e notizie preliminari.

Perciò si rimanda al successivo grado di approfondimento della progettazione (progetto esecutivo) la verifica puntuale delle caratteristiche stratigrafiche, litologiche, geotecniche, idrogeologiche, sismiche dei terreni di sedime, tramite un'idonea e ragionata campagna di indagini geognostiche dirette ed indirette, che potrà confermare o meno quanto si espone di seguito:

a) UNITÀ LITOTECNICA 1: Flysch GALESTRINO

Costituita da un'alternanza in strati sottili di argilliti silicee grigie a frattura prismatica, marne silicifere o se alterate a frattura concoide, in strati da centimetrici a decimetrici, calcilutiti grigie o nerastre in strati centimetrici, calcisiltiti e calcari siliciferi, in strati decimetrici. Nei livelli prevalentemente argillosi è marcata la plasticità che diminuisce dove la componente marnosa è prevalente. In generale, comunque, il tutto contribuisce a dotare questi terreni di una plasticità e compressibilità bassa e consistenza media:

γ_{nk} (t/m ³)	$\gamma_{sat k}$ (t/m ³)	φ'_k (gradi)	C_k' (t/m ²)	λ
1.95	2.05	26	2.50	0.44

b) UNITÀ LITOTECNICA 2: Flysch Rosso - Membro Calcareo

Costituita da una fitta alternanza di calcareniti a grana media e grossa, in strati e banchi spesso gradati e laminati, e calcilutiti, con intercalati a più altezze corpi calciruditeici lenticolari, spessi fino ad un metro, ad elementi costituiti prevalentemente da calcari neritici. Complessivamente questi terreni sono caratterizzati da una plasticità e compressibilità molto bassa e da una consistenza alta:

γ_{nk} (t/m ³)	$\gamma_{sat k}$ (t/m ³)	φ'_k (gradi)	C'_k (t/m ²)	λ
2.10	2.15	30	3.00	0.42

3) UNITÀ LITOTECNICA 3: Flysch Rosso - Membro Argilloso-Marnoso

Costituita da una fitta alternanza di argille, argille marnose, argilliti grigie e rossastre fogliettate, a cui s'intercalano marne e marne calcaree biancastre o calcari-marnosi, calcilutiti grigiastre ed arenarie. I calcari-marnosi o le marne-calcaree affiorano in strati aventi spessori variabili dal centimetro a qualche decimetro. Le marne sono disposte in banchi anche di qualche metro di spessore ed hanno una frequente struttura laminata. Le argille, invece, presentano una tipica struttura scagliettata, sono alquanto dure se asciutte. Complessivamente questi terreni sono caratterizzati da una plasticità e compressibilità meida e da una discreta consistenza:

γ_{nk} (t/m ³)	$\gamma_{sat k}$ (t/m ³)	φ'_k (gradi)	C'_k (t/m ²)	λ
1.95	2.05	24	2.00	0.44

Legenda:

γ_{nk} (t/m³): Peso dell'unità di volume; γ_{satk} (t/m³): Peso dell'unità di volume saturo; φ'_k (gradi): Angolo di attrito interno; C'_k (t/m²): Coesione consolidata-drenata; λ : Coefficiente di Poisson

6. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

Le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti dipendono dalle caratteristiche proprie dei litotipi presenti, come la composizione granulometrica, il grado di addensamento o consistenza dei terreni, nonché dal grado di fratturazione dei livelli lapidei o pseudo-lapidei e, più in generale, dalla loro porosità. Sulla base di tali parametri, quindi, è stata redatta la **Carta Idrogeologica (elaborato A.16. a.10)** ed i terreni affioranti sono stati raggruppati in complessi, in relazione alle proprietà idrogeologiche che caratterizzano ciascun litotipo. I complessi idrogeologici scaturiti dalle formazioni presenti possono essere così raggruppati e caratterizzati:

I. Terreni impermeabili (coefficiente di permeabilità dell'ordine di $K= 10^{-7} - 10^{-8}$ cm/s): ne fanno parte i terreni afferenti il **Flysch Galestrino** e quelli del **membro Argilloso-Marnoso del Flysch Rosso**. Sono costituiti da un'alternanza di piccoli strati di argille, di argillocisti di colore grigio e di marne grigio-verdastre, con intercalazioni di strati di arenarie e subordinatamente di frammenti calcarei. Anche se dotato di alta porosità primaria, è praticamente impermeabile a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne deriva una circolazione nulla o trascurabile. Inoltre, trattandosi di argilla, anche se coesiva, è comunque soggetta a fessurarsi e a richiudere rapidamente le discontinuità con un comportamento di tipo plastico. Nell'insieme, il complesso litologico è da considerarsi scarsamente permeabile, in quanto la permeabilità dei livelli lapidei è in parte o del tutto controllata dalla frazione argillosa che, non di rado, va a riempire le discontinuità (fratture) degli strati lapidei rendendoli poco permeabili.

II. Terreni con classe di permeabilità media (coefficiente di permeabilità dell'ordine di $K= 10^{-4} - 10^{-5}$ cm/s): appartengono a tale classe di permeabilità i litotipi del **Membro Calcareao del Flysch Rosso**.

Sono costituiti da calcareniti biancastre a grana media e grossa in strati e grossi banchi intercalati a varie altezze da corpi lenticolari di calciruditi, livelli centimetrici di calcilutiti bianche e di marne varicolori, generalmente rossastre, argille marnose fogliettate di colorazione grigiastra, verdastra o rossastra. Tali litotipi sono da ritenersi caratterizzati da una permeabilità secondaria per fatturazione e per carsismo dovuta a fattori che sono intervenuti prima, ma soprattutto dopo la loro litogenesi. Vanno ricordati i giunti di stratificazione, l'azione tettonica e, quindi, la fatturazione della roccia (diaciasi e leptoclasia), quei fenomeni chimico-fisico-meccanici. Questi ultimi assumono rilevante importanza in quanto la natura carbonatica della roccia affiorante permette la sua solubilità in acqua o l'attaccabilità da parte delle acque debolmente acide, quali sono le acque meteoriche. Le azioni chimico-dissolutive, sommate

alle azioni meccaniche delle acque correnti, hanno prodotto meati all'interno delle suddette rocce che si esplicano con l'accumulo di grossi quantitativi di acque in profondità.

Le considerazioni idrogeologiche evidenziano un generale medio/basso grado di permeabilità dei terreni di sedime. Pertanto, è possibile affermare che solo nel *Complesso Idrogeologico II*, ovvero nei *Terreni con classe di permeabilità media*, esistono le condizioni idrogeologiche favorevoli alla formazione di falde libere di media rilevanza idrogeologica a profondità di alcune decine di metri dal piano campagna, mentre, nel *Complesso Idrogeologico I (Terreni impermeabili)* è possibile che possa esistere una umidità o circolazione effimera di acqua dipendente solo ed esclusivamente dagli apporti meteorici locali nei livelli più superficiali ed alterati dei terreni in affioramento.

Alla luce di tali considerazioni di carattere idrogeologico, a grande scala, è possibile affermare che tutte le opere previste in progetto, in nessun modo possono interferire con l'acquifero profondo, in quanto, il cavidotto avrà una profondità compresa entro 1.50 m, mentre le fondazioni delle pale eoliche avranno uno scavo pari all'altezza del plinto di fondazione che, generalmente, è compresa tra i 2.00 m e i 4.00 m (con una media di 3.00 m). Anche eventuali pali di fondazione che, alla luce delle caratteristiche litotecniche apprezzate macroscopicamente in loco, avranno lunghezze contenute (verosimilmente tra 15.00 e 20.00 m) e che, per le leggi che governano la geotecnica, comunque saranno distanziati tra di loro in modo tale da non creare quel dannoso "effetto diga", ovvero non interferiranno con il normal deflusso di eventuali circolazioni di acque effimere che dovessero persistere in ambito superficiale. Chiaramente nella fase escutiva, i fori di sondaggio previsti, saranno attrezzati con tubi piezometrici al fine di verificare la presenza o meno di acque di circolazione superficiale e, dunque, di individuare sia soluzioni geotecniche per il calcolo della struttura fondale, sia per la sua giusta geometrizzazione. Il tutto finalizzato ad evitare interferenze tecniche importanti con eventuali acque di falda superficiali. In merito si ritiene che, alla luce delle caratteristiche geotecniche dei terreni in affioramento, non è da escludere che, come casi simili insegnano, sia possibile realizzare una fondazione diretta o superficiale (aumentando il diametro del plinto di qualche metro) e, quindi, con profondità di scavo ridotta; diversamente, nel caso di fondazioni su pali, si procederebbe con l'aumento dell'interasse dei pali stessi, evitando ancor più il suddetto "effetto diga"; l'escavazione avverrebbe con l'utilizzo del tubo camicia, si modulerebbe la lunghezza dei pali in funzione di eventuali acquiferi sospesi in ambiti più superficiali.



Nella stretta area di pertinenza delle opere in progetto, non sono state rilevate sorgenti. Anche il cavidotto, per la maggior parte, seguirà la viabilità esistente, mentre gli attraversamenti di fossi o valloni ed aree a criticità morfologica saranno effettuati tramite T.O.C., come di seguito descritto, proprio onde evitare ogni interferenza con il normale deflusso delle acque incanalate (reticolo idrografico). Inoltre, sia le strade, ma anche le piazzole di servizio, saranno realizzate in misto granulare, ovvero con materiale drenante, al fine di minimizzare l'interferenza con l'attuale corivazione delle acque meteoriche superficiali, nonché con il loro drenaggio in profondità.

7. VALUTAZIONE DEL RISCHIO FRANE ED ALLUVIONE

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) rappresenta uno strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono programmate e pianificate le azioni e le norme d'uso, riguardanti la difesa dal rischio idraulico ed idrogeologico del territorio

Dall'esame degli elaborati cartografici dall'Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale - sede Basilicata si evince che non ci sono interferenze di aree a rischio da frana, a pericolosità geomorfologica o idraulica, per quanto riguarda le aree di sedime degli aerogeneratori, invece sia la viabilità interna al parco che il cavidotto interseca in alcuni punti alcune aree cartografate come a criticità geomorfologica. In merito, nell'Elaborato: **A.16.a.9 – Carta Geomorfologica** viene riportato il progetto e il PAI e, dunque, le relative interferenze. Circa le modalità di attraversamento di tali areali a pericolosità e rischio da frana ne sarà discusso nel **Capitolo 8. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA ED IDROLOGICA**. Di seguito si riporta uno stralcio della cartografia tematica con l'individuazione delle sole posizioni degli aerogeneratori.

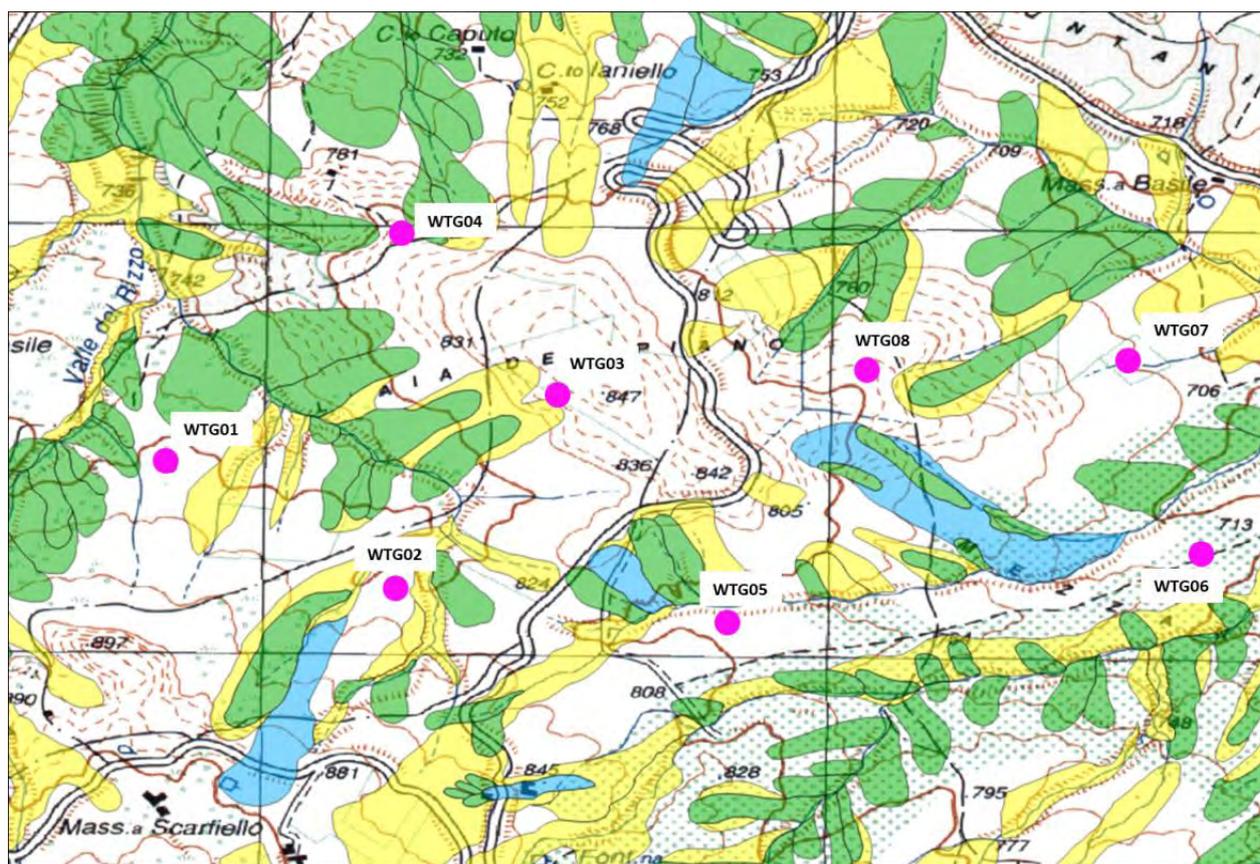


Fig. 04: Stralcio della Carta del Rischio - PAI dell'AdB, sede Basilicata

8. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA ED IDROLOGICA

In questa fase della progettazione, come già accennato, il rilevamento geologico e geomorfologico effettuato in loco ha confermato macroscopicamente le buone condizioni di stabilità di tutta l'area di sedime del parco eolico.

Infatti, quest'ultimo si sviluppa su di un'area che si estende nel settore SO del territorio comunale di Cancellara. Nell'insieme il paesaggio è di tipo collinare, caratterizzato da una certa regolarità ma da una disomogeneità morfologica interna. Le componenti fisico-morfologiche tipiche di questo settore, infatti, sono le colline con forma sommitale arrotondata o spianata, solo lievemente ondulate, da dove dipartono "fianchi" con modesto gradiente di pendio; infatti le pendenze sono comprese tra 5° - 13° massimi e nelle immediate vicinanze risulta privo di elementi idrografici che possano inficiarlo. **Negli stessi siti non sono state riconosciute forme gravitative legate a movimenti di versante in atto o in preparazione tali da compromettere la fattibilità dell'intervento da realizzare; infatti, l'andamento morfologico risulta regolare.** Tale valutazione è parzialmente congruente con gli strumenti normativi adottati a scala di bacino (Piano Stralcio per la Difesa del Rischio Idrogeologico, redatto dall'Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale - sede Basilicata). Infatti, le aree di sedime degli aerogeneratori non ricadono in aree classificate come esposte a pericolosità e rischio da frana, né interessate da fenomeni di alluvionamento; invece la viabilità interna ed il cavidotto, come meglio riportato nell'Elaborato: **A.16.a.9 – Carta Geomorfologica**, intersecano, a luoghi, areali a criticità geomorfologica perimetrati dall'AdB. Per tali intersezioni, nella progettazione esecutiva saranno effettuate specifiche indagini geognostiche dirette ed indirette finalizzate alla definizione delle effettive condizioni di stabilità dei settori di versante di interesse. Di conseguenza ne scaturirà la progettazione esecutiva individuando eventuali opere necessarie a stabilizzare queste aree come ad esempio paratie, muri o terre armate. Invece, per quanto riguarda il cavidotto, si procederà, una volta geometrizzato eventuali corpi franosi, con il loro sottoattraversamento tramite T.O.C. meglio spiegata di seguito.

Dall'analisi stereoscopica delle foto aeree di qualche anno fa e dal rilevamento geomorfologico in sito, è stato possibile verificare che le aree di sedime degli aerogeneratori si collocano su porzioni di versanti che presentano un andamento morfologico regolare senza segni di forme e fenomeni di movimenti gravitativi in atto o in preparazione. Negli stessi siti non sono stati rilevati quei fattori predisponenti al dissesto, infatti: le pendenze sono poco accentuate, con un angolo medio di 5° - 13° ; le caratteristiche litotecniche sono più che soddisfacenti; una circolazione idrica (strettamente dipendente dagli apporti meteorologici locali) interessa solo i livelli più superficiali dei terreni in affioramento. E' da evidenziare che il

principale fattore di modellamento morfologico è dovuto alla coltivazione agraria dei versanti. Inoltre, si ritiene che la costruzione delle pale eoliche non potrà che andare a migliorare le condizioni di stabilità attuali, in quanto:

- **non ci saranno appesantimenti per i versanti poiché le tensioni in gioco rimarranno pressoché invariate;**
- **si avrà un consolidamento circoscritto del sedime di fondazione ad opera delle strutture fondali che, nel caso del “tipo indiretto”, comunque effettueranno quel benefico “effetto chiodante” anche nei livelli più superficiali dei terreni in affioramento, sicuramente dotati di caratteristiche geotecniche più scadenti rispetto a quelle del substrato s.s.;**
- **si procederà ad una sistemazione superficiale del terreno con regimentazione delle acque di corrivazione sul pendio per tutta l’area interessata dal progetto.**

Inoltre, strettamente alle aree di sedime, ricadendo su settori di pendio ad uso agricolo, anche le acque di corrivazione superficiale sono intercettate dai fossi di guardia, realizzati per l’appunto dagli agricoltori e finalizzati ad evitare quei fenomeni di erosione areale dovuta al divagamento “selvaggio” delle acque non incanalate. Al fine di garantire a lungo termine la stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati, e di non incrementare la corrivazione delle acque sui settori di versanti interessati dal progetto, è comunque necessario: prevedere fossi di guardia sulla testata delle scarpate nelle sezioni in scavo ed al piede dei rilevati nelle sezioni in riporto; regimentare le acque delle piazzole o piazzali in modo da convogliarle e scaricarle in appositi canali di scolo.

L’andamento della porzione di territorio interessato dal progetto in parola, oltre a garantirne la sua stabilità “per posizione”, permetterà la realizzazione delle opere minimizzando la movimentazione di terreno, ovvero gli scavi saranno contenuti e confinati alle sole strutture fondali degli aerogeneratori (plinti circolari di circa 20.00 m di diametro ed altezza media di circa m 3.00), le stesse piazzole e strade saranno praticamente a “raso” rispetto al piano campagna e, quindi, si procederà essenzialmente allo scotico del terreno vegetale ed alla regolarizzazione e livellazione richiesta dal progetto. Solo in alcuni settori si procederà a scavi e rinterri, comunque, di modesta rilevanza.

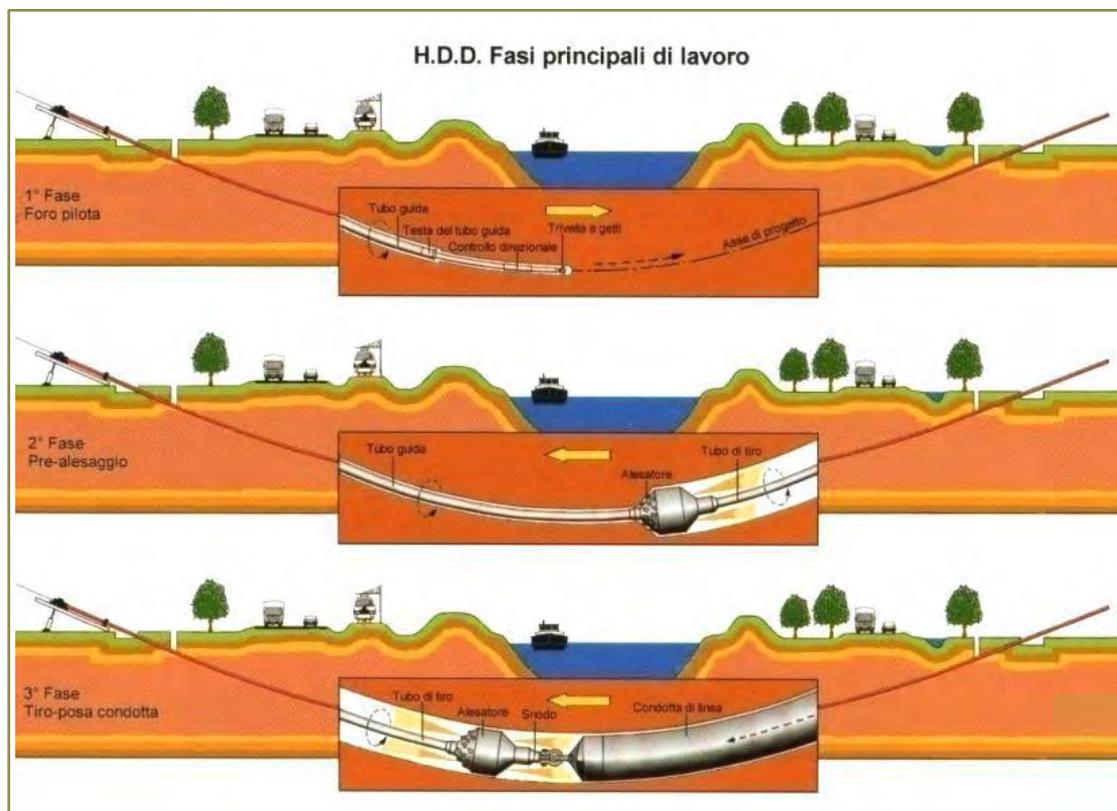
La stessa realizzazione delle strutture fondali delle turbine eoliche non potrà incidere sullo stato tensionale dell’area, in quanto non ci saranno appesantimenti, poiché le tensioni in gioco rimarranno pressoché invariate poiché si procederà all’utilizzo di una fondazione “compensata” o di una fondazione “profonda o indiretta” (plinto su pali), a seconda dall’effettivo modello geotecnico delle aree di sedime

che sarà più approfonditamente ricostruito nella fase esecutiva della progettazione. Circa le indicazioni sulla geometria delle strutture fondali è il caso di chiarire che, in una fase di *progettazione definitiva*, ne viene solo indicato un predimensionamento, mentre solo nella *fase esecutiva* della progettazione, una volta analizzata la struttura in elevazione in termini di *carichi*, di *momenti*, di *tagli*, di *eccentricità*, *ecc.*, ed alla luce della ricostruzione dettagliata del modello geotecnico delle aree di sedime tramite appropriati studi tematici, supportati da indagini geognostiche dirette ed indirette e prove ed analisi geotecniche di laboratorio, sarà possibile procedere alla sua progettazione da un punto di vista geotecnico ed ingegneristico. E' in dubbio che una fondazione profonda espliciti, al di là del contesto morfoevolutivo in cui è inserita, un *effetto chiodante* della struttura al terreno, nonché una *resistenza a taglio* in caso di rilassamenti laterali dei livelli più superficiali, sicuramente meno competenti di quelli più profondi.

Anche la posa del cavidotto, per il quale sarà necessario uno scavo limitato nelle dimensioni e nei volumi di terreno rimossi, non intaccherà i fattori di sicurezza preesistenti delle aree attraversate, né tantomeno il contesto idrogeologico degli areali interessati; in merito, di seguito, si dimostrerà analiticamente come le condizioni tensionali nel terreno, *ante e post operam* del cavidotto, rimarranno pressoché le stesse. Questo risultato è facilmente intuibile per l'estrema superficialità e "lievità" dell'intervento che non interesserà volumi di terreno significativi, in quanto, la profondità e la larghezza di scavo saranno veramente trascurabili. Quindi, la limitatezza e l'inconsistenza dei volumi di terreno coinvolti, unitamente all'indubbia velocità di esecuzione, non potranno in nessun modo compromettere l'equilibrio dei luoghi che, comunque, si presentano macroscopicamente ed oggettivamente stabili. Anche le metodologie di scavo che si intenderanno utilizzare, essendo poco o per niente invasive, contribuiranno ancora di più alla realizzazione del cavidotto senza incidere sullo stato tensionale dei terreni attraversati. Comunque, in particolari condizioni morfologiche, ad esempio negli attraversamenti dei corsi d'acqua o in corrispondenza delle zone a criticità morfologica, come già accennato, sarà possibile posare il cavidotto con le Tecniche di attraversamento no-dig: Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.). La trivellazione orizzontale controllata, chiamata anche perforazione orizzontale controllata (HDD), o perforazione direzionale teleguidata, è una vantaggiosa alternativa ai tradizionali metodi d'installazione di linee di servizio. Infatti, con tale tecnologia è possibile passare con la perforazione e, dunque, con il cavidotto, in totale sicurezza al di sotto del corso d'acqua o ad una profondità di sicurezza al di sotto di un movimento franoso. L'utilizzo di tali tecnologie, nella progettazione esecutiva, sarà necessariamente supportato da studi geologici specifici corredati da

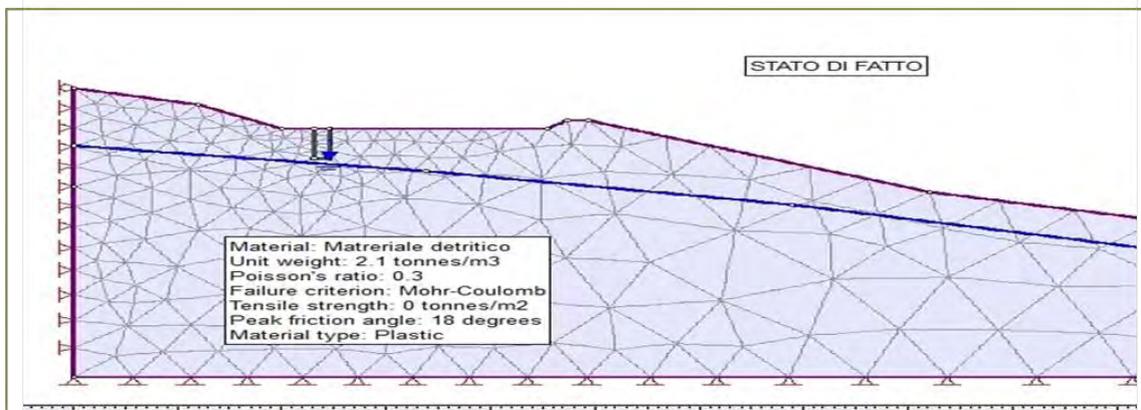
sondaggi geognostici a carotaggio continuo ed indagini geofisiche necessarie alla ricostruzione del modello litotecnico del sottosuolo da attraversare con la trivellazione.

Nella figura sottostante è mostrato uno schema della T.O.C.:



Come già sopra premesso, per la realizzazione del cavidotto, saranno coinvolti volumi di terreno poco significativi, in quanto, la profondità e la larghezza di scavo saranno veramente trascurabili. Infatti, la profondità sarà compresa entro 1.20/1.50 m, mentre la larghezza sarà di circa 30/40 cm. Pertanto, lo scavo interesserà il primo livello dei terreni di copertura humificati nei tratti in cui si svilupperà in "aperta campagna", mentre su tratti stradali (asfaltati e non) si attesterà immediatamente al disotto della massicciata stradale e, comunque, nei primi decimetri dei materiali di copertura. Quindi, appurato macroscopicamente la stabilità delle aree in cui il cavidotto stesso si sviluppa, in considerazione che da un punto di vista geologico-tecnico, in nessun modo si andrà ad interessare i terreni di substrato che, pertanto, per tale opera vengono trascurati, mentre si dimostrerà analiticamente, anche se è facilmente intuibile, che gli scavi per la realizzazione del cavidotto non andranno a modificare lo stato dei luoghi, sia per quanto concerne le *tensioni nel terreno*, sia, di conseguenza, i *fattori di stabilità e di sicurezza* degli areali attraversati. Seppure le minime variazioni interessino esclusivamente i volumi di terreno strettamente localizzati al contorno dello scavo, non si evince alcuna ripercussione sullo stato *tensio-deformativo* delle aree attraversate. In tal senso, si riporta di seguito una semplice dimostrazione analitica di quanto appena espresso, ad esempio "in termini di tensioni verticali geostatiche (σ_1)", per

una situazione abbastanza frequente di posizionamento del cavidotto lungo una strada. A favore di sicurezza si è considerato che il cavo sia posato in terreni detritici a scadenti caratteristiche geotecniche così come di seguito schematizzato:

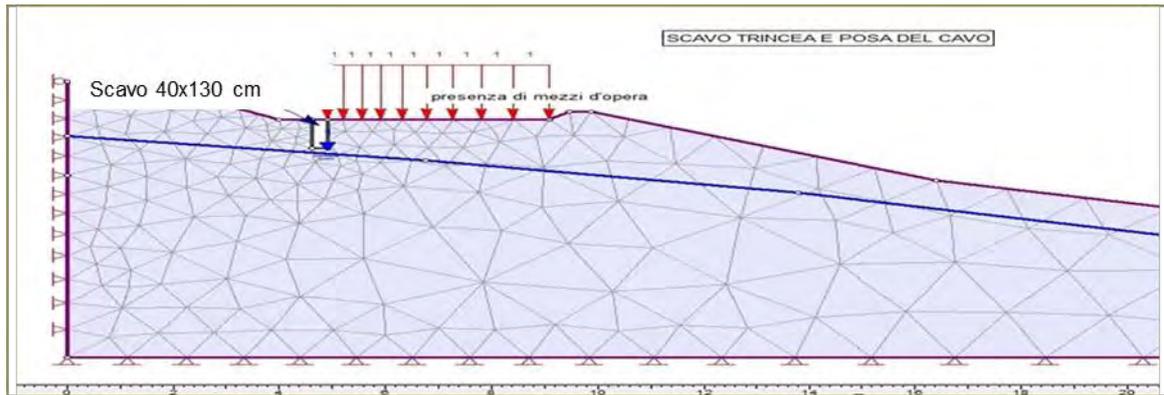


STAGE 1

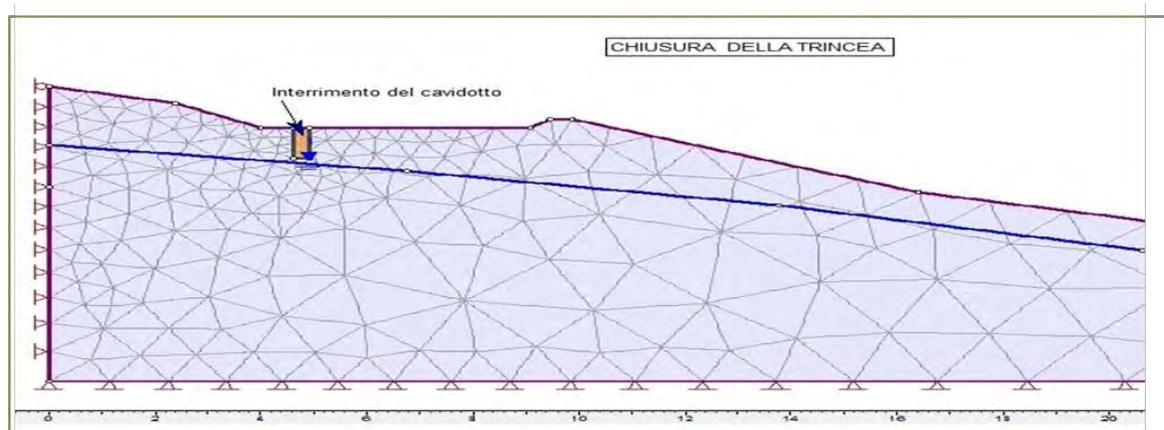
La larghezza stradale, l'inclinazione del piano di campagna, ecc. sono da ritenersi molto cautelative rispetto all'effettiva morfologia dei luoghi che è sempre pressoché pianeggiante. La qualità geotecnica dei terreni sommitali è stata volutamente considerata decisamente scarsa in modo da simulare terreni detritici o di alterazione. I valori dei parametri fisico-meccanici assunti, non hanno nessuna importanza per la finalità dell'esempio che, invece, vuole evidenziare come non si ha alcuna variazione tensionale, a prescindere dalle caratteristiche litotecniche del terreno attraversato dal cavidotto elettrico. A vantaggio di calcolo, è stata prevista anche la falda nello strato detritico o di alterazione. Tramite un **modello di calcolo F.E.M. (Metodo agli elementi finiti)** sono stati previsti n° 3 stages (fasi) ed in particolare :

- Stage 1 : Stato di fatto (di riferimento iniziale);
- Stage 2 : fase di scavo e posa del cavidotto;
- Stage 3 : rinterro dello scavo.

Dal momento che le operazioni dello Stage 2 e 3, sono eseguite in un lasso di tempo limitatissimo tra la fase di scavo, posa e quella di rinterro, in questo esempio, non è stato preso in considerazione alcun fenomeno sismico, anche perché non necessario agli scopi dimostrativi della quasi inesistente variazione del regime tensionale verticale nei terreni.



STAGE 2



STAGE 3

Le informazioni sui dati e sui risultati principali sono riportate di seguito:

Phase2 Analysis Information

Document Name

sezione tipo condotta 1strato rev2.fez

Project Settings

General

Project Title: sezione su strada condotta

Number of Stages: 3

Analysis Type: Plane Strain

Solver Type: Gaussian Elimination

Units: Metric, stress as tonnes/m²

Stress Analysis

Maximum Number of Iterations: 500

Tolerance: 0.001

Number of Load Steps: Automatic

Groundwater

Method: Piezometric Lines

Pore Fluid Unit Weight: 0.981 tonnes/m³

Field Stress

Field stress: gravity

Using actual ground surface

Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 1

Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 1

Locked-in horizontal stress (in-plane): 0



Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Mesh

Mesh type: graded
Element type: 3 noded triangles
Number of elements on Stato di fatto: 368
Number of nodes on Stato di fatto: 220
Number of elements on Scavo e posa condotta: 368
Number of nodes on Scavo e posa condotta: 220
Number of elements on Chiusura scavo: 368
Number of nodes on Chiusura scavo: 220

Material Properties

Material: Materiale detritico

Initial element loading: field stress & body force
Unit weight: 2.1 tonnes/m³
Elastic type: isotropic
Poisson's ratio: 0.3
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 tonnes/m²
Peak friction angle: 18 degrees
Peak cohesion: 0 tonnes/m²
Material type: Plastic
Dilation Angle: 0 degrees
Residual Friction Angle: 18 degrees
Residual Cohesion: 0 tonnes/m²
Piezo to use: 1
Hu Type: Custom
Hu value: 1

Material: riempimento scavo

Initial element loading: body force only
Unit weight: 2.2 tonnes/m³
Elastic type: isotropic
Young's modulus: 500 tonnes/m²
Poisson's ratio: 0.3
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 tonnes/m²
Peak friction angle: 35 degrees
Peak cohesion: 0 tonnes/m²
Material type: Plastic
Dilation Angle: 0 degrees
Residual Friction Angle: 35 degrees
Residual Cohesion: 0 tonnes/m²
Piezo to use: None
Ru value: 0

Areas of Excavated and Filled Elements

Scavo e posa condotta

Material: Materiale detritico, Area Excavated: 0.60 m²

Chiusura scavo

Material: riempimento scavo, Area Filled: 0.60 m²

Excavation Areas

Original Un-deformed Areas

Excavation Area: 0.60 m²
Excavation Perimeter: 3.80 m
External Boundary Area: 212.027 m²
External Boundary Perimeter: 74.116 m

Stato di fatto

Excavation Area: 0.60 m² (-5.0119e-005 m² change from original area)
Excavation Perimeter: 3.80 m (-0.00448978 m change from original perimeter)
External Boundary Area: 212.280 m² (0.252363 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 74.048 m (-0.0675524 m change from original perimeter)
Volume Loss to Excavation: -82.6102 %

Scavo e posa condotta

Excavation Area: 5.118 m² (2.81208 m² change from original area)
Excavation Perimeter: 11.682 m (8.13233 m change from original perimeter)
External Boundary Area: 213.248 m² (1.22127 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 84.044 m (9.92811 m change from original perimeter)
Volume Loss to Excavation: -399.778 %

Chiusura scavo

Excavation Area: 5.117 m² (2.81158 m² change from original area)
Excavation Perimeter: 11.670 m (8.13315 m change from original perimeter)
External Boundary Area: 213.324 m² (1.29639 m² change from original area)
External Boundary Perimeter: 84.050 m (9.93367 m change from original perimeter)
Volume Loss to Excavation: -424.37 %

Displacements

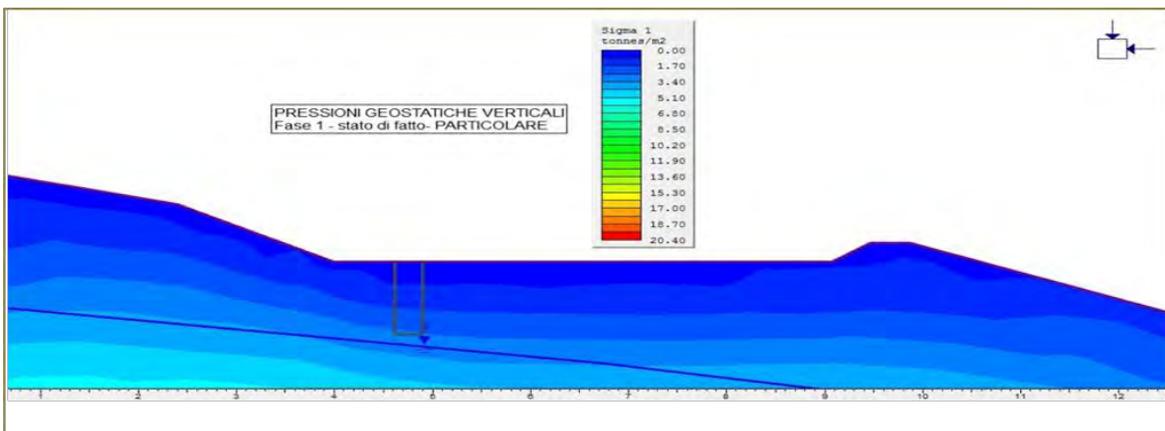
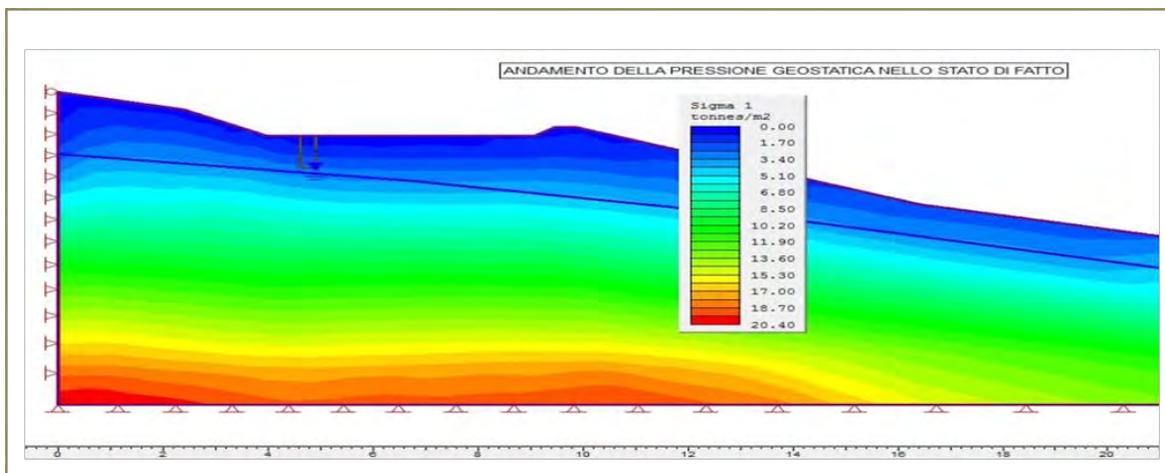
Maximum total displacement for Stato di fatto: 0.110545 m
Maximum total displacement for Scavo e posa condotta: 0.125059 m
Maximum total displacement for Chiusura scavo: 0.126825 m

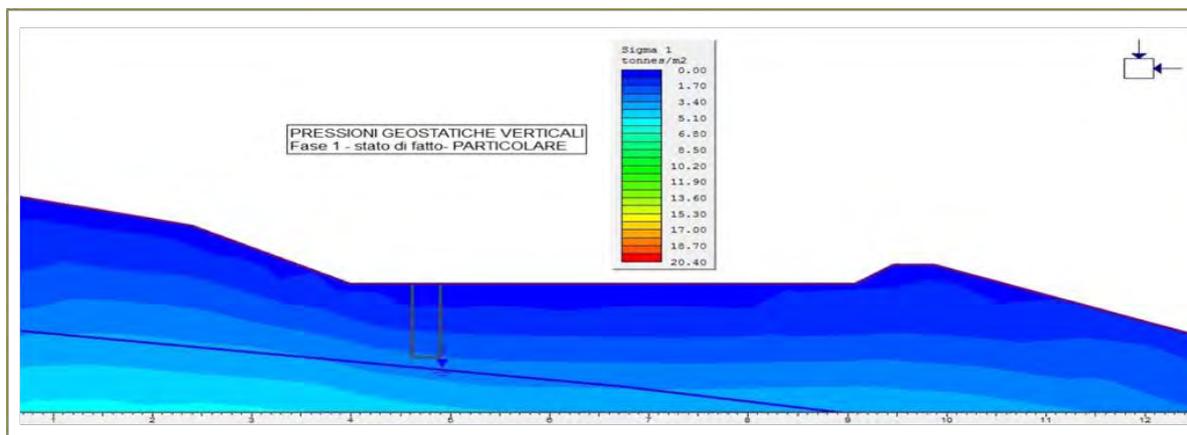
Yielded Elements

Yielded Mesh Elements

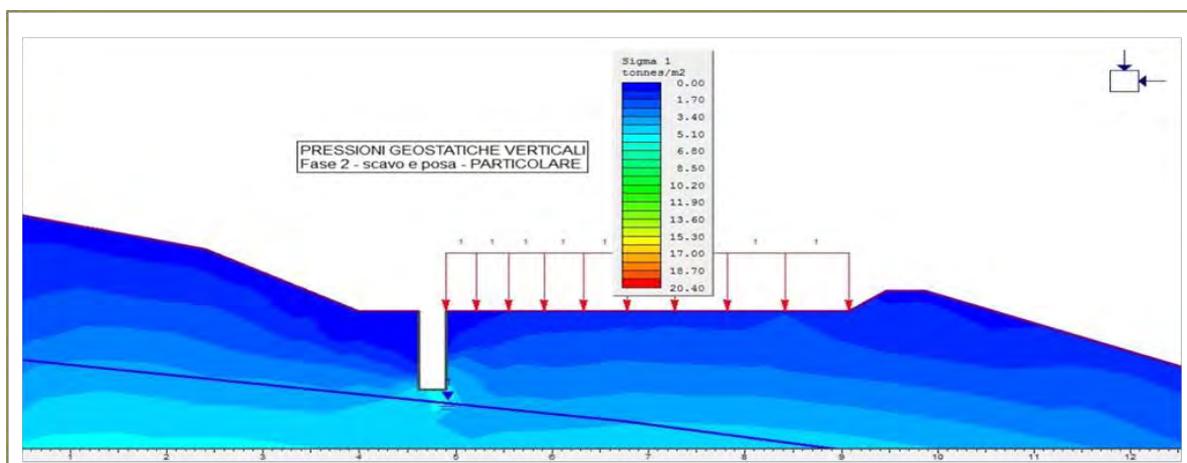
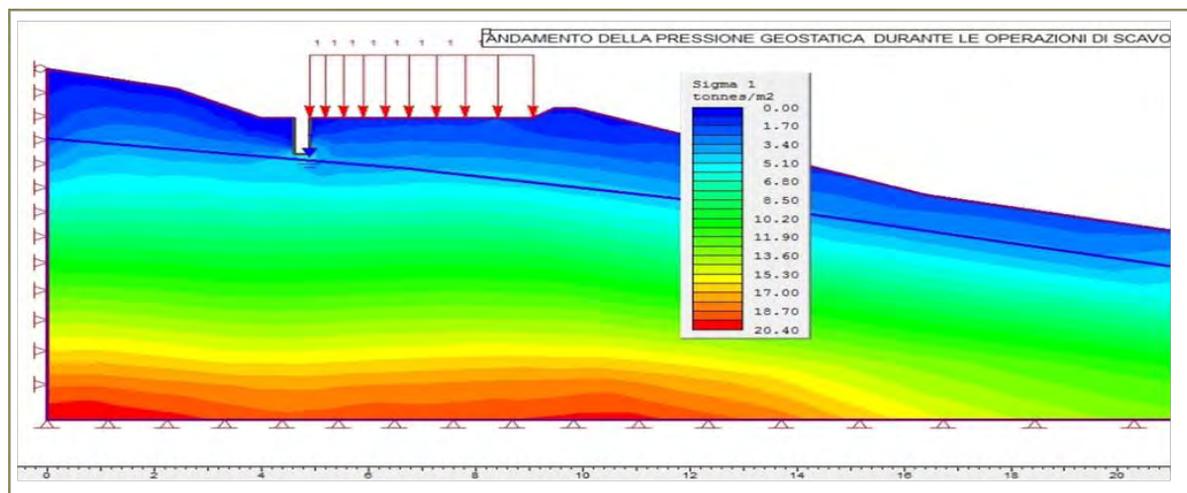
Number of yielded mesh elements on Stato di fatto: 486
Number of yielded mesh elements on Scavo e posa condotta: 482
Number of yielded mesh elements on Chiusura scavo: 500

I risultati delle analisi FEM sono compendati dai grafici successivi che non hanno bisogno di commento:

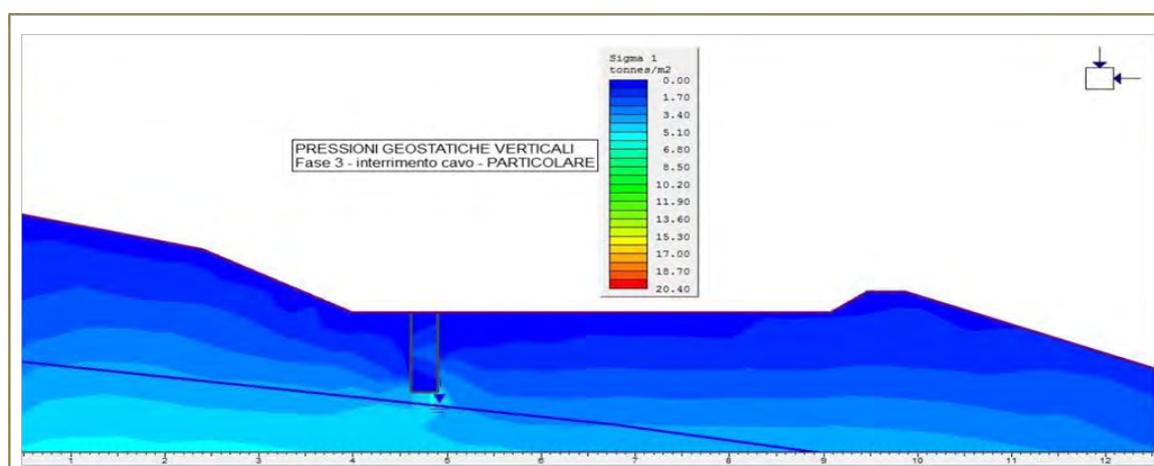
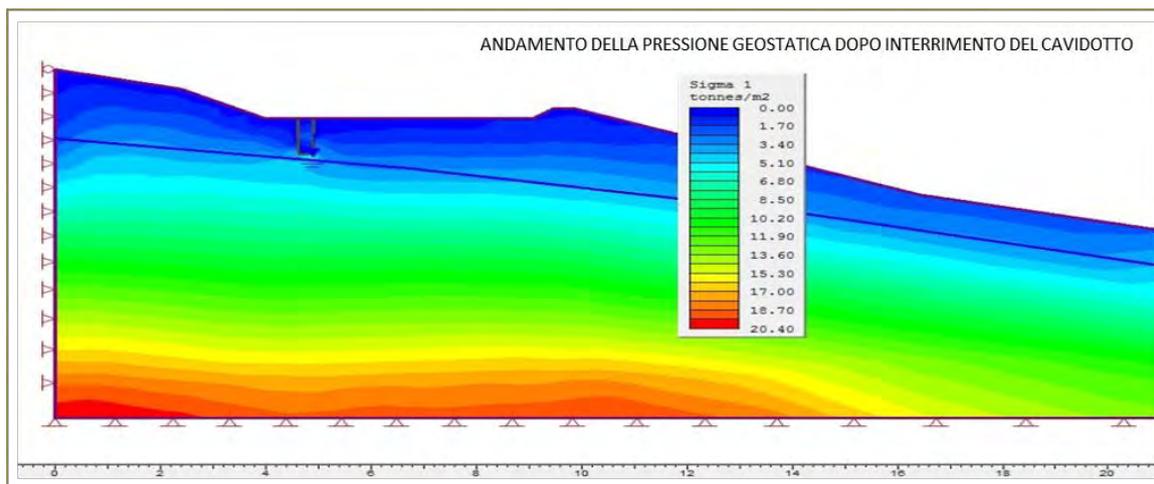




STAGE 1: σ_1



STAGE 2: σ_1

STAGE 3: σ_1

Come si può notare dalle figure dello *Stage 1* e dello *Stage 3*, la condizione *tensionale* σ_1 è praticamente la stessa (sia nel contesto generale che nel dettaglio). Questo risultato è facilmente intuibile per la limitatezza degli scavi da eseguire che, unitamente all'indubbia velocità di esecuzione (non secondaria quando si opera in terreni di tale natura), non intaccano minimamente i *fattori di sicurezza preesistenti* delle aree attraversate dall'opera a rete. Di conseguenza, è possibile affermare che la realizzazione del cavidotto in nessun modo va ad interferire con l'attuale stato di equilibrio dei luoghi e, quindi, delle cose che ivi ricadono nelle immediate vicinanze, garantendo, allo stesso tempo, anche la stabilità dei fronti di scavo. Inoltre, assolutamente è influente sul grado di *pericolosità* e *rischio idrogeologico* delle aree di sedime. Anche le metodologie di scavo, come avanti riportato, essendo poco o per niente invasive, contribuiranno ancora di più alla realizzazione del cavidotto senza incidere sullo stato tensionale dei luoghi. In merito, l'ottimizzazione del progetto ha tenuto conto della grande valenza ambientale, evitando, in tal senso, di operare scavi di sbancamento e di minimizzare quelli delle trincee in cui posare il cavidotto. Nel dettaglio, saranno eseguite microtrincee tramite

un'apposita attrezzatura "trencher" (rif. figura laterale) che riduce sia i volumi di scavo che i tempi di realizzazione. Nei terreni di che trattasi sono stimati scavi di lunghezza di oltre un chilometro al giorno.



I materiali utilizzati per i rinterri saranno scelti in funzione dei luoghi o delle strade attraversate, ovvero per gli scavi eseguiti in aperta campagna sarà riutilizzato, previo allettamento del cavo, il terreno di scavo stesso idoneamente compattato in modo tale da ripristinare i luoghi nelle stesse condizioni ambientali ante operam; sulle strade asfaltate o sterrate, il rinterro sarà eseguito con idoneo materiale arido posto in opera a perfetta regola d'arte al fine di ripristinare il piano viabile nelle condizioni iniziali. Chiaramente i fisiologici

assestamenti che si potrebbero verificare, saranno ripristinati tempestivamente in modo da garantire la fruibilità della circolazione veicolare in sicurezza.

Di conseguenza, lo scrivente, alla luce di tutti gli elementi di carattere idrogeomorfologico che è stato possibile rilevare in questa prima fase della progettazione, ritiene che il progetto non andrà ad interferire con l'attuale stato di equilibrio dei luoghi e, quindi, assolutamente sarà ininfluente sul grado di *pericolosità/rischio idrogeologico* delle aree attraversate che, comunque, si presentano stabili.

9. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico per il **“Progetto definitivo di un Parco Eolico e delle opere connesse sito nel territorio del Comune di Cancellara di potenza complessiva pari a 32 MW”** illustra i risultati interpretativi a cui si è giunti attraverso l'analisi geologica, geotecnica, idrogeologica, morfologica degli areali interessati dal suddetto progetto, che consta di n° 8 aerogeneratori, di potenza complessiva di impianto pari a 32 MWp all'interno del territorio comunale di Cancellara.

Per verificare la fattibilità geologica del progetto, il presente studio preliminare inquadra sotto il profilo geologico, idrogeologico e geomorfologico l'areale coinvolto dall'intervento. Ai fini della rappresentazione preliminare delle caratteristiche geologiche *latu sensu* dell'intera area, e per escludere la presenza di elementi di criticità morfologica, il rilevamento geo-morfologico di superficie si è dimostrato utile al raggiungimento dell'obiettivo. Le informazioni ottenute, tuttavia, devono ritenersi valide nei limiti che questa prima fase cognitiva pone, ovvero acquisizione di dati e notizie preliminari. Si rimanda al successivo grado di approfondimento della progettazione (progetto definitivo/esecutivo) la verifica puntuale delle caratteristiche litologiche, geotecniche, idrogeologiche e sismiche dei terreni in affioramento, finalizzate alla ricostruzione del modello litotecnico e sismico dell'areale di sedime di ogni opera da realizzare.

In merito, saranno eseguite le indagini geognostiche dirette ed indirette ed analisi e prove geotecniche di laboratorio. La progettazione definitiva ed esecutiva, infatti, certamente impone una campagna d'indagini geognostiche finalizzata ad ottenere tutti i dati necessari per una corretta progettazione.

L'andamento collinare delle porzioni di territorio interessato dal progetto in parola, oltre a garantirne la sua stabilità "per posizione", permetterà la realizzazione delle opere minimizzando la movimentazione di terreno, ovvero gli scavi saranno contenuti sia per l'area parco, sia per la sottostazione elettrica, nonché per le strade; tali opere saranno praticamente a "raso" rispetto al piano campagna e, quindi, si procederà essenzialmente allo scotico del terreno vegetale. Solo in alcuni settori si procederà a scavi e rinterri, comunque, di modesta rilevanza. La stessa realizzazione degli aerogeneratori non potrà incidere sullo stato tensionale dell'area, in quanto non ci saranno appesantimenti, poiché le tensioni in gioco rimarranno pressoché invariate; anzi si avrà un consolidamento circoscritto dei terreni per l'"effetto chiodante" dei pali fondazione.

Le aree di sedime degli aerogeneratori non ricadono in aree classificate come esposte a pericolosità e rischio da frana, né interessate da fenomeni di alluvionamento; invece la viabilità interna ed il cavidotto intersecano, a luoghi, areali a criticità geomorfologica perimetrati dall'AdB. Per tali



intersezioni, nella progettazione esecutiva saranno effettuate specifiche indagini geognostiche dirette ed indirette finalizzate alla definizione delle effettive condizioni di stabilità dei settori di versante di interesse. Di conseguenza ne scaturirà la progettazione esecutiva individuando eventuali opere necessarie a stabilizzare queste aree come ad esempio paratie, muri o terre armate. Invece, per quanto riguarda il cavidotto, si procederà, una volta geometrizzato eventuali corpi franosi, con il loro sottoattraversamento tramite T.O.C. meglio spiegata di seguito.

Anche la posa del cavidotto, per il quale sarà necessario uno scavo limitato nelle dimensioni e nei volumi di terreno rimossi, non intaccherà i fattori di sicurezza preesistenti delle aree attraversate, né tantomeno il contesto idrogeologico degli areali interessati. Questo risultato è facilmente intuibile per l'estrema superficialità e "lievità" dell'intervento che non interesserà volumi di terreno significativi, in quanto, la profondità e la larghezza di scavo saranno veramente trascurabili.

Quindi, la limitatezza e l'inconsistenza dei volumi di terreno coinvolti, unitamente all'indubbia velocità di esecuzione, non potranno in nessun modo compromettere l'equilibrio dei luoghi che, comunque, si presentano macroscopicamente ed oggettivamente stabili. Anche le metodologie di scavo che si intenderanno utilizzare, essendo poco o per niente invasive, contribuiranno ancora di più alla realizzazione del cavidotto senza incidere sullo stato tensionale dei terreni attraversati. Comunque, in particolari condizioni morfologiche, ad esempio negli attraversamenti dei corsi d'acqua, come già accennato, sarà possibile posare il cavidotto con le Tecniche di attraversamento *no-dig*: Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.).

Il collaboratore

Geol. Bartolo ROMANIELLO

Geol. Annagrazia MANCINI

Il Geologo

Dott. Antonio DE CARLO