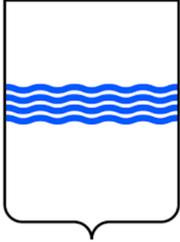


PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 20 MW

REGIONE
BASILICATA



PROVINCIA
di POTENZA



COMUNE di
POTENZA



Località "Case Brescia"

Scala:

Formato Stampa:

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO

A.2

RELAZIONE GEOLOGICA

Progettazione:

Committenza:



Ingegneria | Architettura | Topografia

R.S.V. Design Studio S.r.l.

Piazza Carmine, 5 | 84077 Torre Orsaia (SA)
P.IVA 05885970656
Tel./fax: +39 0974 985490 | e-mail: info@rsv-ds.it



VIALE DEL SEMINARIO MAGGIORE, 35
85100 POTENZA (PZ)
Tel. +393483017593

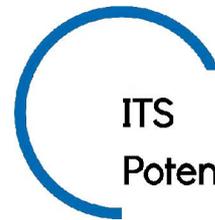


Spezia Carmine Antonio



Quirino Vassalli

Dr. Geol. De Carlo Antonio



ITS
Potenza

ITS POTENZA S.r.l.

Via Vincenzo Verrastro, 15a
85100 Potenza (PZ)
P.IVA 02054900762
Indirizzo pec: its.potenza.srl@pec.it

Catalogazione Elaborato

CODICE_ITS_PTZ02_TITOLO TAVOLA.pdf

CODICE_ITS_PTZ02_TITOLO TAVOLA.dwg

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Giugno 2023	Prima emissione	-	QV/AS	ITS PTZ

Il presente elaborato è di proprietà di R.S.V. Design Studio S.r.l. Non è consentito riprodurlo o comunque utilizzarlo senza autorizzazione scritta di R.S.V. Design Studio S.r.l.



INDICE ANALITICO

1.	RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI.....	4
2.	UBICAZIONE DEI SITI DI PROGETTO	5
3.	INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO DELL'AREA PARCO	8
4.	PRIME CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO	10
5.	CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA	12
6.	VALUTAZIONE DEL RISCHIO FRANE E ALLUVIONAMENTO	15
7.	CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA ED IDROLOGICA	16
8.	CONCLUSIONI	25

ALLEGATI:

- A.12.a.7. Planimetria ubicazione indagini geognostiche da eseguire
- A.12.a.8. Carta Geologica
- A.12.a.9. Carta Geomorfologica
- A.12.a.10. Carta Idrogeologica
- A.12.a.11. Sezioni Litotecniche
- A.12.a.12. Corografia dei Bacini Idrografici

1. PREMESSA

Per incarico ricevuto dalla Società ITS Potenza Srl, lo scrivente ha redatto la relazione preliminare per il progetto per la **“Realizzazione di un parco fotovoltaico e delle relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Potenza (PZ), in Località Case Brescia”**.

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.12.a.7 Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche da eseguire**.

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 dell'area di sedime del parco fotovoltaico.

Nel dettaglio saranno eseguite :

- Indagini geofisiche: n°04 MASW/Re.Mi; n°04 sismiche a rifrazione in onda P;
- n°07 Prove penetrometriche (DPSH);
- n°06 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 preliminare dello studio, sono riportati nei seguenti allegati:



- A12.a.7. Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche da eseguire;
- A12.a.8. Carta Geologica;
- A12.a.9. Carta Geomorfologica;
- A12.a.10. Carta Idrogeologica;
- A.12.a.11. Sezioni Litotecniche
- A12.a.12. Carta dei bacini idrografici.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

Nella redazione del presente studio si è fatto riferimento alla normativa vigente e alla documentazione bibliografica esistente:

- **Normativa di riferimento (nazionale):**

- 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;
- 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";
- Circolare del C.S.LL.PP. n° 7 del 21.01.2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

- **Normativa di riferimento regionale:**

- L.R. n.38 del 06.08.1997 - Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico;
- L.R. n.9 del 16.04.1984;
- Delibera del Consiglio Regionale di Basilicata n° 575 del 04.08.2009;
- L.R. 9/2011 – Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica;
- L.R. 23/1999 – Tutela Governo e uso del territorio;
- Norme di Attuazione - Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) - Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Sede Basilicata.

- **Riferimenti cartografici e bibliografici:**

- Foglio 187 "Melfi" della Carta Geologica d'Italia (scala 1: 100.000) e Note Illustrative;
- Foglio 470 IV SO "Avigliano" dell'I.G.M. (scala 1:25.000);
- Foglio 470060 dell'ortofotocarta (scala 1:10.000);
- Elementi 470061, 470062, 470063 e 470064, della Carta Tecnica dell'Italia Meridionale (scala 1:5.000);
- *Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (PIEAR) della Basilicata* - BUR n.2 del 16 gennaio 2010;
- Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Sede Basilicata e Norme di Attuazione.

3. UBICAZIONE DEI SITI DI PROGETTO

L'area prevista per la realizzazione del parco fotovoltaico è situata in località "Case Brescia", un'area dislocata a nord del centro abitato di Potenza (a circa 6 km in linea d'aria), ad est dei comuni di Avigliano (circa 4.6 km in linea d'aria) e Ruoti (circa 7.6 km in linea d'aria) e a sud-ovest del comune di Pietragalla (5.1 km in linea d'aria). Il sito è inoltre a circa 1.3 km di distanza dalla zona industriale di San Nicola. Nel dettaglio, l'area impianto ricade sulla porzione di rilievo collinare in Località "Case Brescia" (Fig. 01).

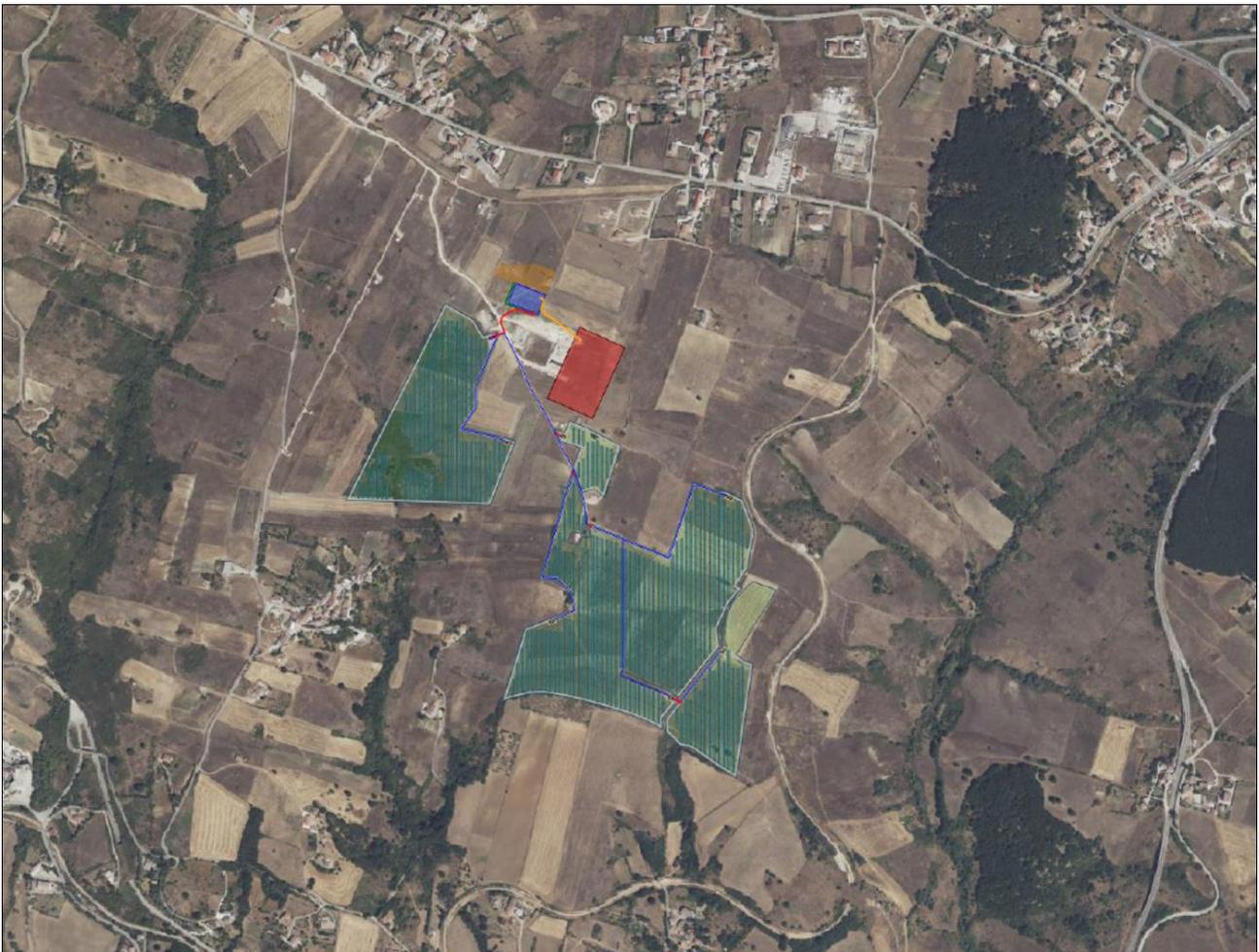


Fig. 01: Inquadramento dell'impianto fotovoltaico su base Ortofoto

Le coordinate geografiche che individuano il punto baricentrico del sito, destinato alla realizzazione del progetto sono fornite nel sistema UTM WGS 84 e sono le seguenti:

Latitudine $_{WGS84} = 566666.813$ °; Longitudine $_{WGS84} = 4508721.206$ °

Dal punto di vista cartografico, l'area di progetto ricade nel Foglio 187 "Melfi" (scala 1:100.000) della Carta Geologica d'Italia, nel Foglio 470 IV "Avigliano" (scala 1:25.000) dell' I.G.M., nel Foglio 470060 dell'ortofotocarta (scala 1:10.000), negli Elementi 470061, 470062, 470063 e 470064 della Carta Tecnica dell'Italia Meridionale in scala 1:5.000. Di seguito si riporta uno stralcio della planimetria catastale.



Fig. 02: Inquadramento dell'impianto fotovoltaico su base Catastale: Comune di Potenza, Foglio 2

Rispetto alle aree e ad i siti di valore naturalistico, paesaggistico ed ambientale definiti dal PIEAR (*Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale*) della Basilicata, pubblicato sul BUR n.2 del 16 gennaio 2010, quella di intervento ricade in *aree classificate come idonee*.



L'uso e l'assetto del territorio comunale di Potenza è disciplinato dal RU (*Regolamento Urbanistico*), approvato con D.C.C. n.13 del 31/03/2009, dalla cui analisi emerge che l'area interessata dall'intervento ricade in "Zone Agricole".

La Regione Basilicata è dotata di PPR (*Piano Paesistico Regionale*), la verifica della cui cartografia mette in evidenza che l'area di intervento *non è interessata da segnalazioni di tutela*.

Dall'analisi degli strumenti di pianificazione a carattere nazionale si evince che l'intervento *non ricade in area soggetta a Vincolo Idrogeologico* ai sensi del R.D. n.3267 del 30 dicembre 1923.

Per quanto concerne l'interferenza con i SIC (Siti di Importanza Comunitaria) (istituiti ai sensi della Direttiva 92/43/CEE del 21 Maggio 1992) e con le ZPS (*Zone di Protezione Speciale*) (designate ai sensi della Direttiva 79/409/CEE, recepita in Italia con la Legge 11 Febbraio 1992 n.157), l'intervento *non interferisce con aree costituenti habitat naturali protetti. Né lo stesso interferisce con aree di rispetto dei corpi idrici o con aree boschive*, come delimitate dal D.Lgs. 42/2004.

4. INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO DELL'AREA PARCO

L'area parco ricade all'interno di un sistema geologico caratterizzato dalla presenza di terreni sedimentari dell'Oligocene-Miocene, costituenti il Bacino di Potenza. 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 le caratteristiche peculiari delle formazioni che hanno permesso di definire, in questa fase preliminare, che il substrato geologico sia afferente alla *Formazione di Corleto Perticara*, che risulta poco esposto per la presenza diffusa di coltri di alterazione. Nel dettaglio, dall'alto verso il basso stratigrafico, sono stati distinti:

a) **SUBSTRATO ALTERATO: FORMAZIONE DI CORLETO PERTICARA**

Si tratta di terreni di copertura di origine naturale, costituiti da materiale alterato poligenico a prevalente componente litoide di natura calcarea e calcareo-marnosa con intercalazioni di livelli argillitici. La loro colorazione varia dal grigiastro al marroncino-brunastro. In alcuni punti prevale la componente litoide, in altri, invece, quella esclusivamente pelitica. Essi rappresentano il prodotto del disfacimento fisico-meccanico dei terreni sottostanti (substrato) da cui traggono origine, dell'azione antropica e dei processi erosivi che marcatamente hanno interessato non solo l'area in parola, ma buona parte dei versanti in cui affiora tale unità litologica.

b) **SUBSTRATO: FORMAZIONE DI CORLETO PERTICARA (*Eocene-Miocene*)**

Con riferimento alle caratteristiche litologiche, tale formazione affiora estesamente nella zona formando l'intera dorsale su cui ricade l'area di sedime. Tali litotipi sono costituiti da una fitta alternanza di argilliti grigie fogliettate, a cui s'intercalano marne e marne calcaree biancastre, talora silicifere, calcareniti, calcilutiti grigiastre ed arenarie. I calcari-marnosi o le marne-calcaree biancastre affiorano in strati aventi spessori variabili dal decimetro fino ad un massimo di 1/2 metri. Gli strati presentano un'intensa tettonizzazione esplicitasi in una fitta rete di fratture. Queste ultime a luoghi sono beanti, a luoghi, invece, sono riempite dalla parte pelitica del flysch 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 ed hanno una frequente struttura laminata. Le argilliti, invece presentano una tipica struttura scagliettata, sono alquanto dure se asciutte ed hanno un colore variabile dal grigiastro, al verdognolo ed addirittura al nero. Il complesso litologico appena descritto presenta evidenti segni di intensa tettonizzazione che, soprattutto nella sua parte superficiale, affiora molto fratturato, caotico e scompaginato a tal punto da presentare una eterogeneità litologica di argilliti ed argille marnose scagliettate, marne e marne calcaree biancastre, calcareniti e calcilutiti grigiastre.

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, prove penetrometriche 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 187 "Melfi" della Carta Geologica d'Italia con l'individuazione dell'area parco (Fig.03).

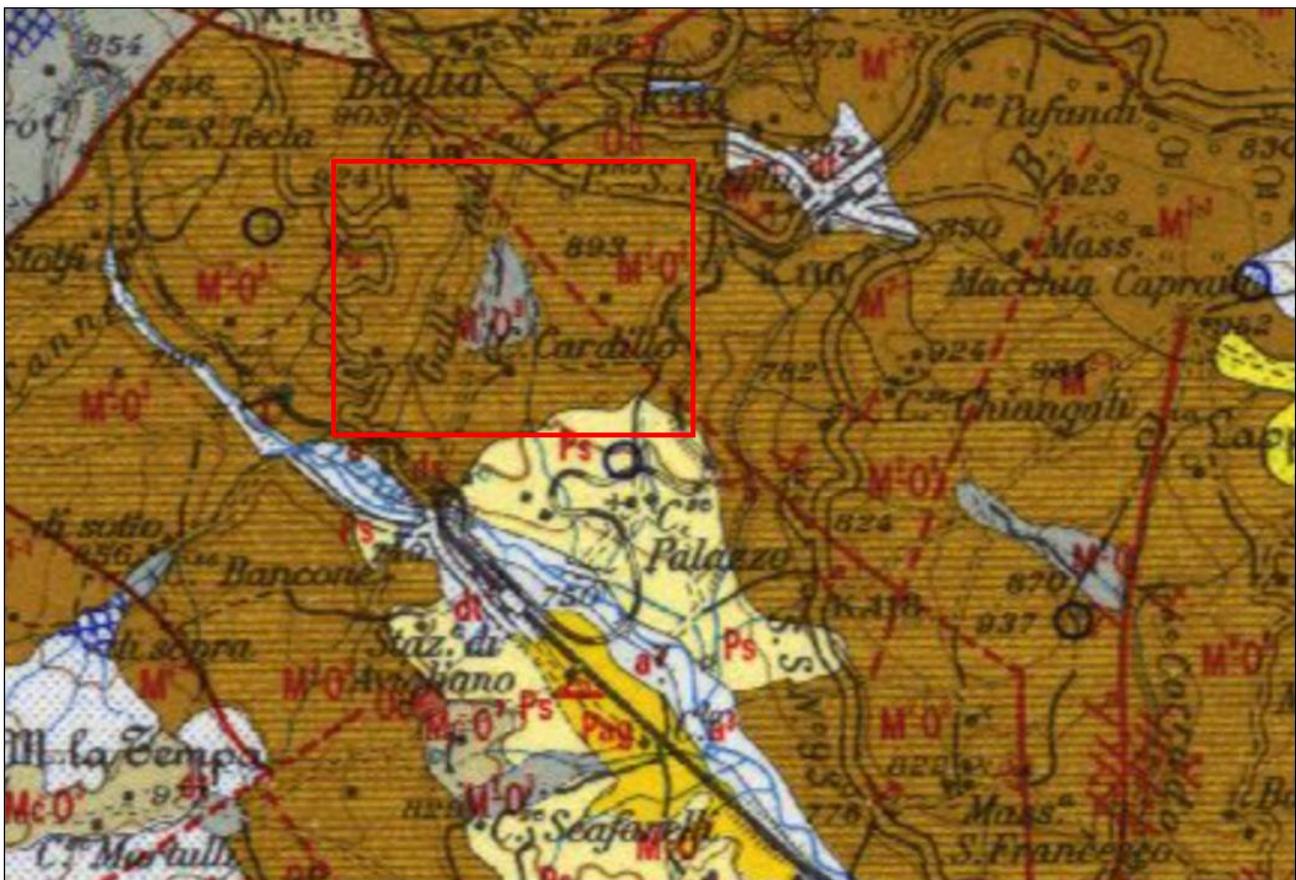


Fig. 03: Stralcio del F°187 "Melfi" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000) con ubicazione dell'area parco

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.

La Formazione di Corleto Perticara, che costituisce il versante in studio, ha una struttura complessa per l'eterogeneità delle litologie da cui è costituita (strati argillitici, strati argillitico-marnosi ovvero pseudo-lapidei o strati calcarei ovvero lapidei) e per il suo grado di alterazione o di litificazione/consistenza. Questa caratteristica, inopinabilmente, ne condiziona il comportamento meccanico, governato dalla geometria delle litologie, dal grado di diagenesi, dalla frequenza delle intercalazioni litoidi e dalla presenza eventuale di discontinuità.

Circa la caratterizzazione fisico-meccanica dei litotipi presenti nel sito di progetto ci si riferirà alle caratteristiche intrinseche dei terreni presenti ed anche alla letteratura tecnica specializzata. Infatti, si sottolinea che, nel caso delle analisi numeriche convenzionali, in ragione del fatto che sensibili cadute di resistenza possono verificarsi con scorrimenti anche piccoli, l'utilizzo tal quale dei parametri di resistenza di picco, ricavati dalle prove di laboratorio su provini di materiale intatto, è stato fatto con cautela. A tale proposito, quindi, è risultato opportuno fare riferimento e confronti con parametri di resistenza "operativi", stimati sulla base di indicazioni di letteratura e tarate sui risultati di "back analysis" (Skempton, 1977; Tavenas & Leroueil, 1981). Quindi, una volta analizzati tutti i parametri geotecnici a disposizione, tenendo conto che i parametri fisico-meccanici ricavati in laboratorio geotecnico si riferiscono a singoli campioni indisturbati, che i terreni di sedime presentano eterogeneità ed anisotropia granulometrica sia verticale che laterale, operativamente nelle verifiche geotecniche si è preferito attribuire i valori numerici non alla scala di singolo campione indisturbato (dato puntuale), ma piuttosto alla scala di "affioramento" e, cioè, tenendo conto della litologia complessiva, della giacitura degli strati, dell'idrogeologia, delle pendenze, del contesto morfologico e tettonico, e della eventuale presenza di discontinuità primarie (giunti di stratificazione) e secondarie (giunti e fessurazioni a geometria discontinua lungo i quali la coesione è praticamente nulla, sia che

essi siano lisci, sia che siano scabri). In tal modo, si è pervenuti alla definizione di un modello geotecnico per il quale sono state distinte delle unità geotecniche in relazione alle intrinseche caratteristiche litologiche, di resistenza al taglio e di deformabilità.

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'ideale e ragionata campagna di indagini geognostiche dirette ed indirette, che potrà confermare o meno quanto si espone di seguito:

a) UNITÀ LITOTECNICA 1: Substrato Alterato (Formazione di Corleto Perticara)

Alternanza di argille, argille marnose parzialmente destrutturate, alterate con livello da centimetrici a decimetrici di calcari marnosi grigiastri, calcilutiti e livelli di alcuni decimetri di sabbie giallastre. La struttura a scaglette solo a luoghi è apprezzabile. Complessivamente il tutto si presenta compatto, per niente plastico poco compressibile:

$\gamma_{n\ k}$ (t/m ³)	$\gamma_{sat\ k}$ (t/m ³)	$\phi'_{\ k}$ (gradi)	$C'_{\ k}$ (t/m ²)	$Cu_{\ k}$ (t/m ²)	μ
1.90	2.00	24	1.50	8.00	0.47

b) UNITÀ LITOTECNICA 2: Substrato (Formazione di Corleto Perticara)

È costituita da alternanza di argille, argille marnose, marne argillose e limi sabbiosi. Spesso si nota un'alternanza di livelli più marnosi alternati a livelli più argillosi. La struttura a scaglette è per lo più caotica e non sempre apprezzabile tra le quali spesso si rileva una patina biancastra costituita da dichite. Generalmente le argille si presentano ben compatte, consistenti e poco plastiche. A più livelli si intercalano strati decimetrici di calcari marnosi:

$\gamma_{n\ k}$ (t/m ³)	$\gamma_{sat\ k}$ (t/m ³)	$\phi'_{\ k}$ (gradi)	$C'_{\ k}$ (t/m ²)	$Cu_{\ k}$ (t/m ²)	μ
2.10	2.15	25	2.50	15.00	0.46

Legenda:

$\gamma_{n\ k}$ (gr/cm³): Peso dell'unità di volume; $\gamma_{sat\ k}$ (gr/cm³): Peso dell'unità di volume saturo; $\phi_{\ k}'$ (gradi): Angolo di attrito interno; $C_{\ k}'$ (t/m²): Coesione consolidata-drenata; $Cu_{\ k}$ (t/m²): Coesione non consolidata-non drenata; μ : Coefficiente di Poisson.

6. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

Le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti sono strettamente dipendenti 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 (Allegato A.12.a.10) ed i terreni affioranti sono stati raggruppati in complessi idrogeologici, in relazione alle proprietà idrogeologiche che caratterizzano ciascun litotipo.

I complessi idrogeologici scaturiti dalle formazioni presenti possono essere così raggruppati e caratterizzati:

▪ **COMPLESSO IDROGEOLOGICO I: Terreni poco permeabili o impermeabili** (*coefficiente di permeabilità dell'ordine di $K= 10^{-7} - 10^{-8}$ cm/s*). Ne fa parte il **Substrato s.s.** afferente la **Formazione di Corleto Perticara**. È costituito da un'alternanza di piccoli strati di argille, di argille marnose, di argilloscisti di colore grigio e di marne grigio-verdastre-rossastre, con intercalazioni di livelli di calcari, calcari marnosi. 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.

▪ **COMPLESSO IDROGEOLOGICO II: Terreni con classe di permeabilità media** (*coefficiente di permeabilità dell'ordine di $K= 10^{-4} - 10^{-5}$ cm/s*). Ne fa parte il **Substrato Alterato** della Formazione di Corleto Perticara, rappresentato prevalente da una componente argillosa, argilloso-marnosa con intercalazioni di inclusi lapidei di natura calcarea e calcareo-marnosa. Sono terreni di substrato che hanno subito nei tempi geologici una marcata alterazione fisico-meccanica, oltre che chimica tanto da obliterarne, a luoghi, la struttura tessiturale. Alla luce di tali considerazioni è possibile affermare che, in queste litologie, il grado di permeabilità assume valori medi tanto da poterle definire mediamente permeabili. In questi ultimi litotipi si è notata una umidità diffusa alimentata dalla meteorologia del sito. Infatti, la caoticità, la disgregazione ed il crepacciamento superficiale, l'azione antropica (dissodamento e coltivazione del versante in parola), fanno sì che ci sia l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo e, quindi, un'alimentazione della circolazione idrica superficiale. Il grado di

saturazione e, quindi, gli effetti prodotti dalle acque filtranti in tali terreni sono molteplici e riconducibili al loro comportamento geotecnico in condizioni statiche e dinamiche: nella loro componente argilloso-limosa l'imbibizione idrica produce stati di consistenza plastici, con conseguente decadimento dei parametri di resistenza al taglio. Tali effetti tendono ad accentuarsi qualora il terreno sia sottoposto a sollecitazioni cicliche prodotte da onde elastiche (sisma). Inoltre, i cicli di imbibizione e di essiccamento, conseguenti alla variazione stagionale del contenuto naturale in acqua, producono una tipica fessurazione poligonale (mud-cracks), via preferenziale di infiltrazione delle acque di precipitazione meteorologica e non. Quest'acqua, giunta alla profondità a cui le fessure si richiudono, dà luogo ad uno scorrimento ipodermico sia attraverso la rete di fratture/fessure superficiali, sia attraverso eventuali interstrati, producendo così i fenomeni di "allentamento", "ammorbidimento" e "rigonfiamento" (*weakening* e *softening*), con perdita dei legami intermolecolari, a scapito della "coesione" e della "resistenza al taglio", e con creazione di un regime idraulico di filtrazione parallela al pendio. E', inoltre, da sottolineare che essendo presente, ed a luoghi predominante, la componente argillosa, anche in questo caso eventuali effetti di *sovrappressioni neutre* si dissipano in modo abbastanza lento, facendo sì che ogni variazione di stato tensionale al contorno non si traduca istantaneamente in *tensioni efficaci*. L'esistenza di un substrato impermeabile e di terreni di copertura alterati mediamente permeabili fa sì che si possa formare una circolazione di acqua in ambiti superficiali solo in concomitanza di particolari condizioni meteoriche. Infatti, in considerazione del periodo estivo in cui sono stati eseguiti i sondaggi geognostici, durante la loro terebrazione non è stata intercettata alcuna falda, anzi i terreni sono risultati completamente asciutti già dai livelli più superficiali.

Dunque, è possibile affermare che in questi terreni è da escludere l'esistenza di un acquifero, mentre è possibile che si possa creare un regime di permeazione nei livelli superficiali in concomitanza di eventi meteorici abbondanti. Inoltre, è il caso di sottolineare che in generale un parco fotovoltaico è costituito da poche opere che interagiscono con i terreni di sedime ed essenzialmente da: paletti di ancoraggio su cui vengono montati i pannelli fotovoltaici, la viabilità, il cavidotto e la fondazione della sottostazione elettrica. Nel caso in esame il progetto è stato concepito in modo tale da interferire al minimo con la morfologia dei luoghi, evitando scavi e rinterri (l'unico scavo di circa 1.20/1.30 m di altezza per una larghezza di 30/40 cm riguarda il cavidotto) e, allo stesso modo, con il contesto idrogeologico in cui il progetto si inserisce. In tal senso, i pannelli saranno allocati su pali di ancoraggio che avranno profondità di infissione trascurabili (compresa entro 2.00/2.50 m) e 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 crearsi in ambito superficiale in occasione di eventi meteorici eccezionali; il cavidotto avrà una profondità minima, tanto da interessare essenzialmente il terreno vegetale humificato o i primi decimetri della Formazione di Corleto Perticara. In più, oltre alle strade, anche le piazzole di servizio saranno realizzate in misto granulare, ovvero con materiale drenante, al fine di minimizzare l'interferenza con l'attuale corrivazione delle acque meteoriche superficiali, nonché con il loro, seppur minimo, drenaggio nei livelli più superficiali dei terreni in affioramento.

Alla luce di tali considerazioni risulta chiaro che il contesto idrogeologico rimane praticamente invariato, indipendentemente dalla presenza di ipotetici acquiferi.

Inoltre in tutta l'area indagata non sono state rilevate sorgenti o emergenze di acquiferi superficiali, né pozzi, tanto da poter scongiurare ogni tipo di interferenza tra il progetto del parco fotovoltaico e queste/questi ultimi, così come anche riportato dalle cartografie consultate. Per la rappresentazione cartografica della idrogeologia si rimanda all'**Allegato A.12.a.10: Carta Idrogeologica**

7. VALUTAZIONE DEL RISCHIO FRANE E ALLUVIONAMENTO

La stesura di questa relazione geologica è stata suffragata dalla consultazione del Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale - sede Basilicata (revisione 2021), che 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 nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino. **La consultazione della cartografia tematica redatta dall'AdB, ovvero della Carta del Rischio per il sito d'interesse progettuale non ha messo in evidenza alcuna pericolosità e/o rischio determinati da fenomeni franosi.**

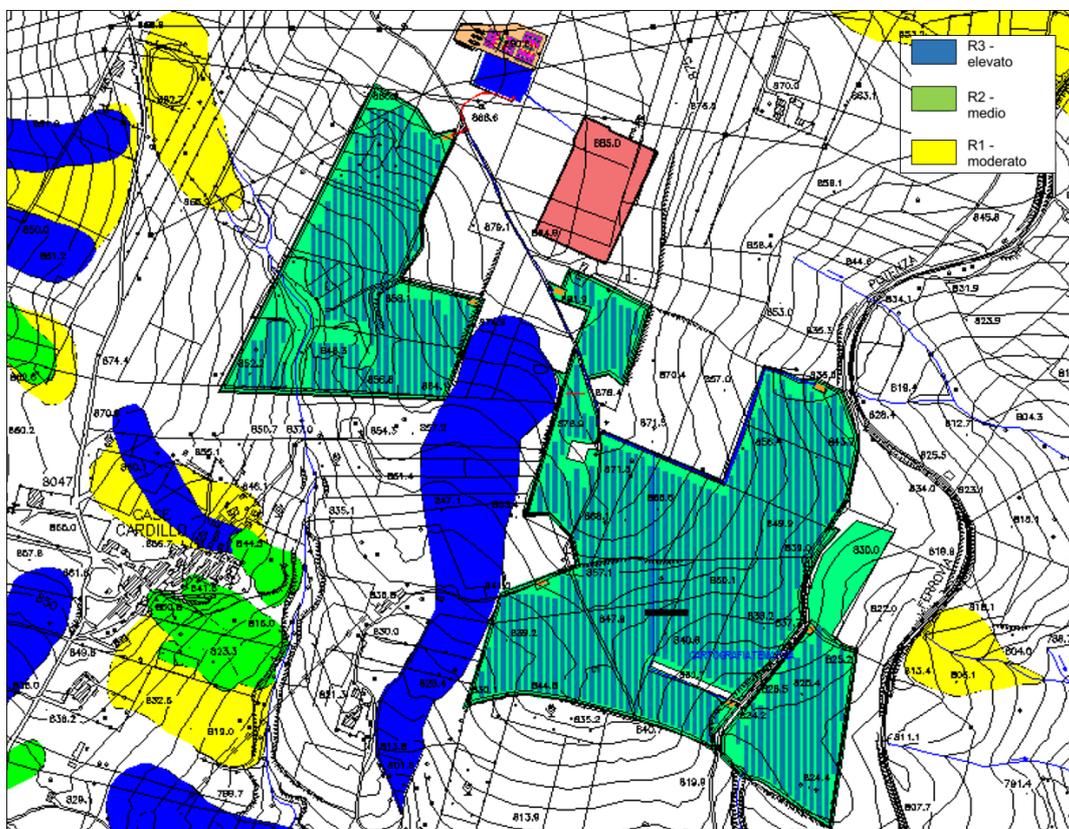


Fig. 04: Stralcio "Carta del Rischio" con l'individuazione dell'area parco fotovoltaico

In definitiva, la consultazione dell'ultimo aggiornamento disponibile del Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale – sede Basilicata, consente di escludere che tale area venga classificata come esposta a pericolosità e rischio da frana, né interessata da fenomeni di alluvionamento. **Pertanto, in riferimento alle norme d'attuazione del PAI, l'intervento previsto in progetto non è soggetto a particolari prescrizioni salvo quelle di rito. Di conseguenza, si esprime giudizio positivo sulla sua fattibilità e compatibilità idrogeologica.**

8. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA ED IDROLOGICA

La configurazione morfologica dell'area in studio è condizionata dalle caratteristiche litologiche, dall'assetto stratigrafico dei terreni affioranti e dall'azione modellatrice delle acque. L'area parco si sviluppa nel bacino idrografico del Torrente Tiera. Nell'insieme il paesaggio è caratterizzato da una morfologia essenzialmente pianeggiante, con piccole incisioni idrografiche formate dal bacino del Torrente Tiera, segnalate da limitata vegetazione di ripa. Oltre a ciò la copertura vegetale è formata essenzialmente da seminativi intensivi, ad elevate rese produttive, e oliveti sparsi.

In particolare le aree del progetto si sviluppano su morfologia subpianeggiante, costituita principalmente da alternanze di argille, argille marnose, marne argillose finemente scagliettate a cui si intercalano clasti centimetrici di marne calcaree o di calcari marnosi con venature di calcite. La morfologia risulta, quindi, condizionata dalla natura litologica dei terreni affioranti, passando da forme spianate a forme collinari poco inclinate in corrispondenza degli affioramenti argillosi.

In un intorno significativo e negli stessi siti di progetto non sono state riconosciute forme gravitative legate a movimenti di versante in atto o in preparazione tali da compromettere la fattibilità degli interventi da realizzare; infatti, l'andamento morfologico risulta piuttosto regolare.

L'intero areale coinvolto, ha un gradiente di pendio modesto, inferiore ai 15° e presenta un andamento morfologico regolare senza segni di forme e fenomeni di movimenti gravitativi in atto o in preparazione. Inoltre, non sono stati rilevati quei fattori predisponenti al dissesto tali da compromettere la fattibilità del progetto, valutazione confermata anche dalla consultazione del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Sede Basilicata. È da evidenziare che il principale fattore di modellamento morfologico è dovuto alla coltivazione agraria dei versanti.

Dall'analisi stereoscopica delle foto aeree di qualche anno fa e dal rilevamento geomorfologico in sito, è stato possibile verificare che i pendii in studio presentano un andamento morfologico regolare senza segni di forme e fenomeni di movimenti gravitativi in atto o in preparazione. Inoltre, non sono stati rilevati quei fattori predisponenti al dissesto, infatti: le pendenze sono poco accentuate, con un angolo medio non superiore a 10° e le caratteristiche litotecniche sono più che soddisfacenti.

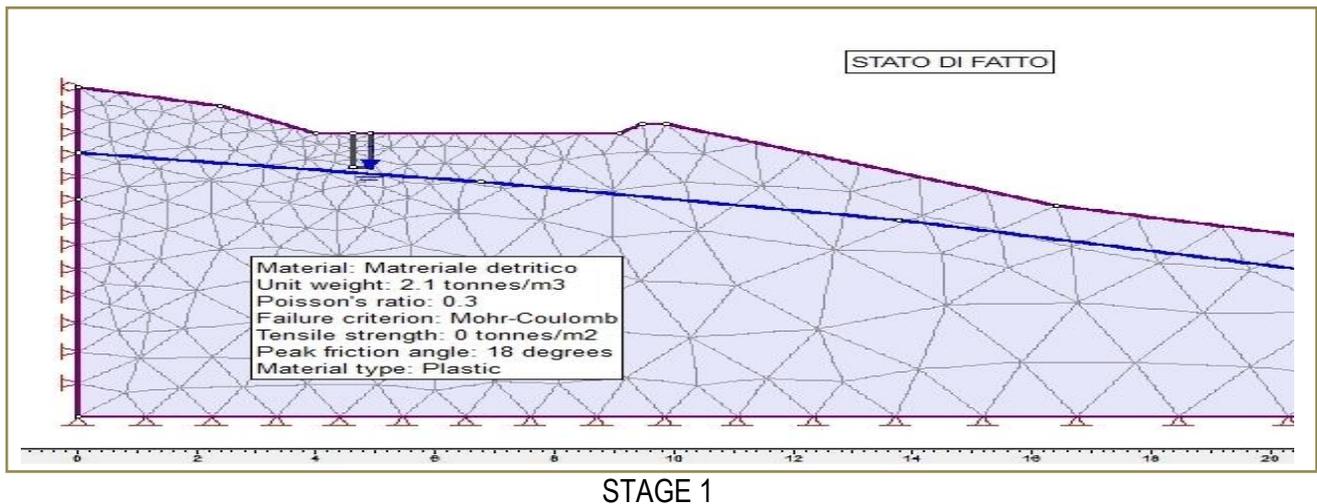
L'andamento essenzialmente subpianeggiante della porzione di territorio interessato dal progetto in parola, oltre a garantirne la sua stabilità "per posizione", permetterà la realizzazione delle opere

minimizzando la movimentazione di terreno, ovvero gli scavi saranno contenuti 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 ed alla regolarizzazione e livellazione richiesta dal progetto utilizzando materiale arido. La stessa realizzazione del campo fotovoltaico 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 di ancoraggio dei pannelli fotovoltaici.

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.

Come già sopra premesso, per la realizzazione del cavidotto, ad esclusione degli attraversamenti di fossi o corsi d'acqua, 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 1.20/1.30 m, mentre la larghezza sarà di circa 30/40 cm. Pertanto, lo scavo interesserà il primo livello dei terreni di copertura humificati 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 sono previsti di dimensioni trascurabili tanto da non 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 che risultano, comunque, pianeggianti. 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. A favore di sicurezza si è considerato che il cavo sia posato in terreni detritici a scadenti caratteristiche geotecniche così come di seguito schematizzato:



L'andamento morfologico è da ritenersi molto cautelativo 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.

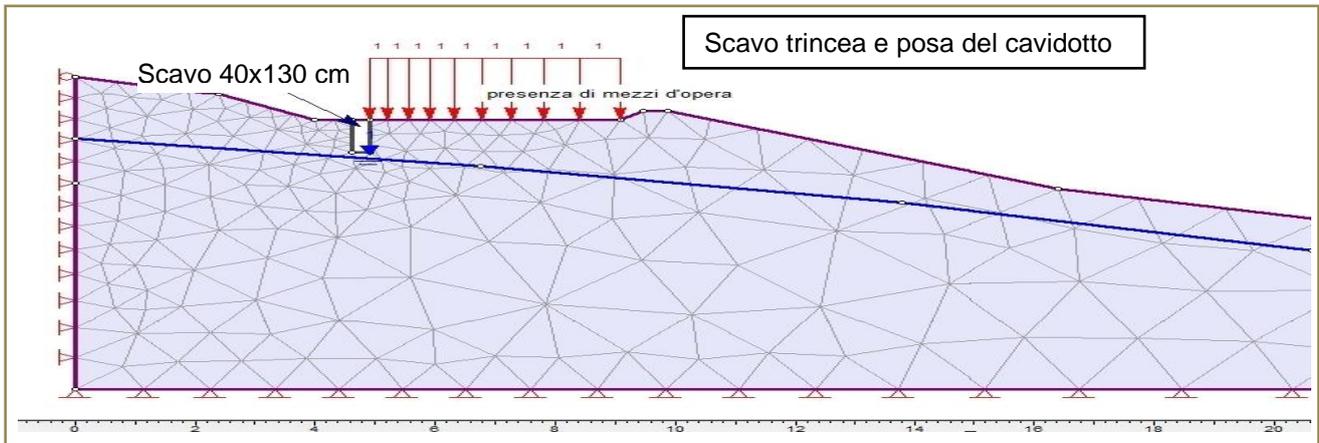
A vantaggio di calcolo è stata prevista anche la falda nello strato detritico o di alterazione.

Tramite un **modello di calcolo F.E.M.** (*Metodo agli elementi finiti*) sono stati previsti n° 3 stages (fasi) ed in particolare:

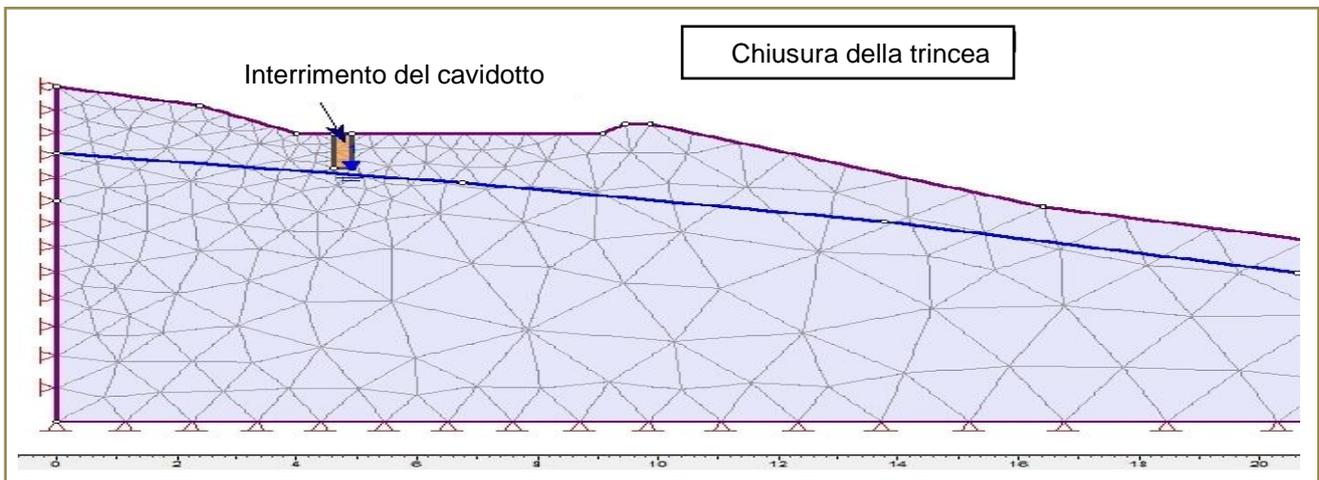
- Stage 1 : Stato di fatto (di riferimento iniziale)
- Stage 2 : fase di scavo e posa del cavidotto
- Stage 3 : rinterro dello scavo.

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

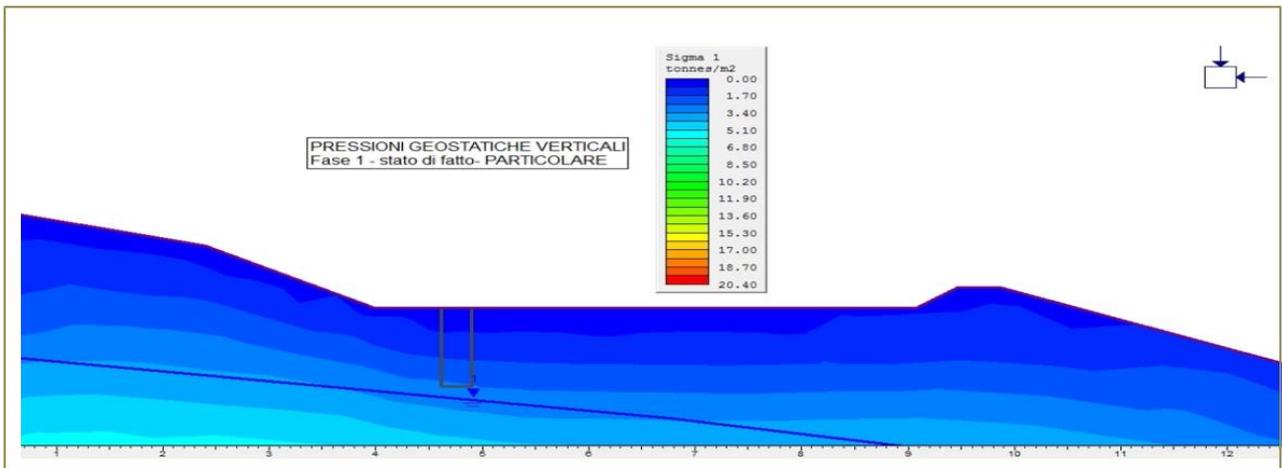
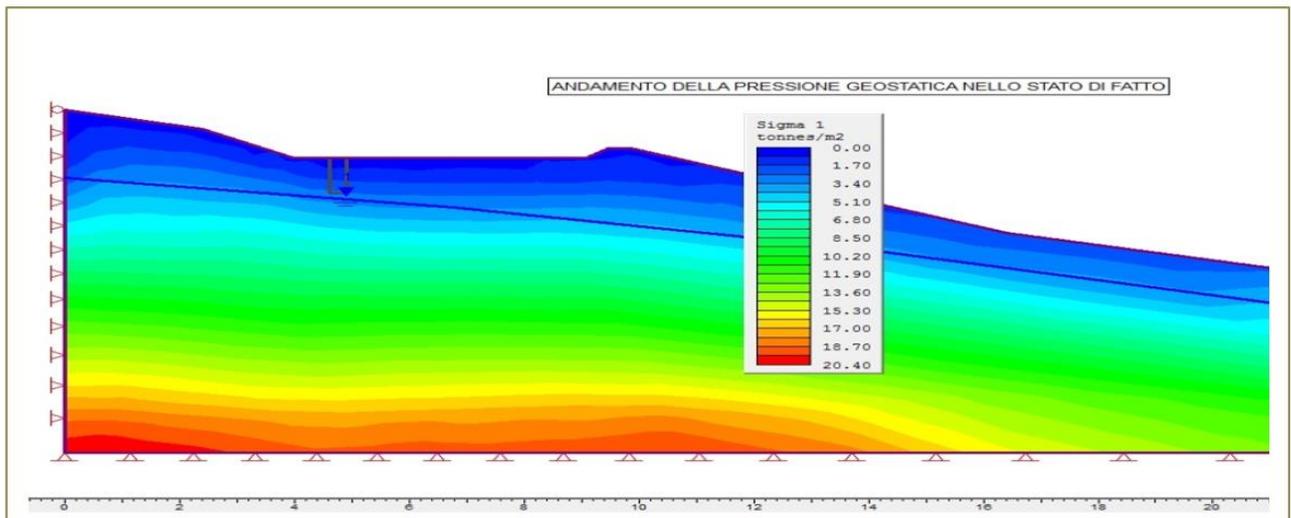
Maximum total displacement for Stato di fatto: 0.110545 m
Maximum total displacement for Scavo e posa condotta: 0.125059 m
Maximum total displacement for Chiusura scavo: 0.126825 m

Yielded Elements

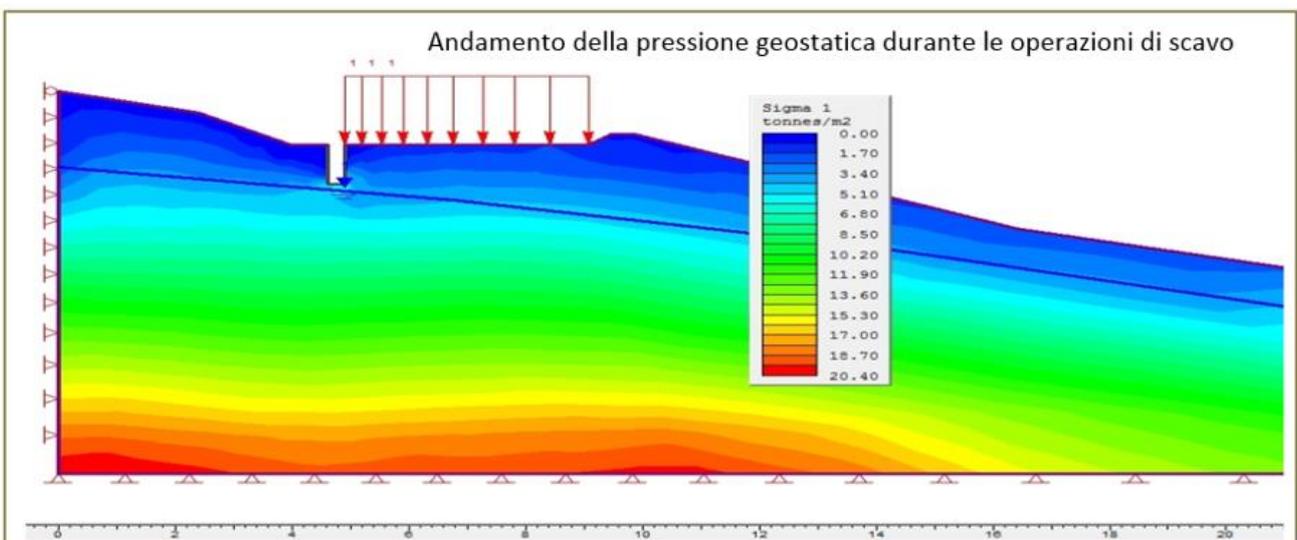
Yielded Mesh Elements

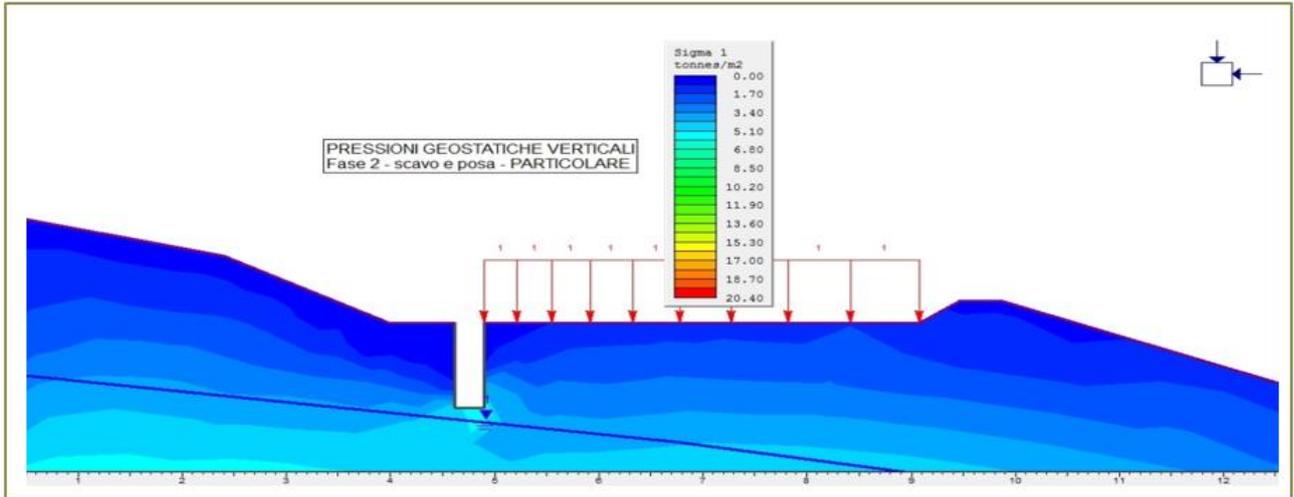
Number of yielded mesh elements on Stato di fatto: 486
Number of yielded mesh elements on Scavo e posa condotta: 482
Number of yielded mesh elements on Chiusura scavo: 500

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

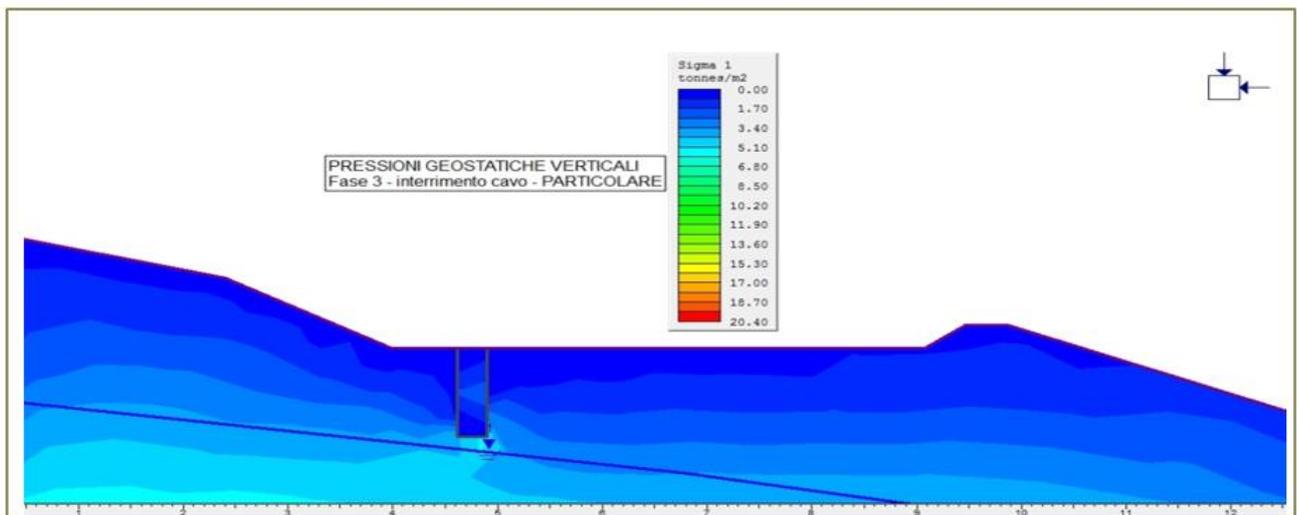
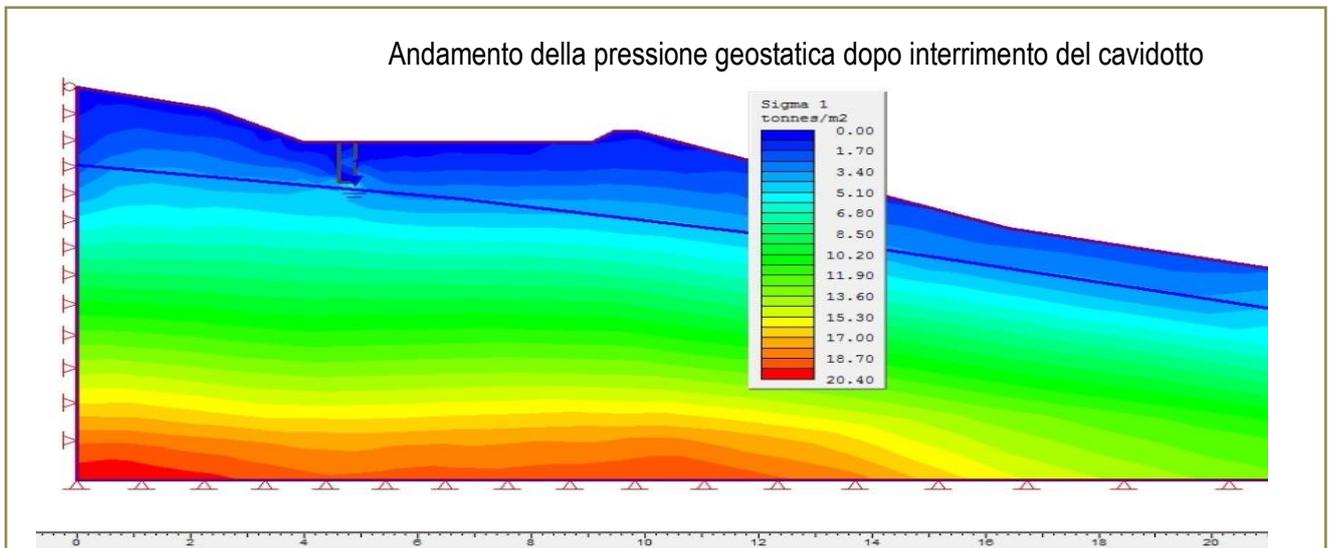


STAGE 1: σ_1





STAGE 2: σ_1



STAGE 3: σ_1

Come si può notare dalle figure dello Stage 1 allo 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 progetto di che trattasi 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 ininfluente 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, è possibile affermare che la realizzazione del progetto di che trattasi 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

Per incarico ricevuto dalla società ITS Potenza Srl, lo scrivente ha redatto la relazione preliminare per **"Progetto per la realizzazione di un parco fotovoltaico e delle relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Potenza (PZ), in Località Case Brescia"**, per una potenza nominale pari a 20,00 MWp.

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 delle fondazioni della cabina della stazione utente e per la definizione delle profondità a cui ancorare i pali di fissaggio dei pannelli fotovoltaici.

L'andamento essenzialmente subpianeggiante 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 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 ed alla regolarizzazione e livellazione richiesta dal progetto utilizzando materiale arido. La stessa realizzazione del campo fotovoltaico 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 di ancoraggio dei pannelli fotovoltaici.

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.

Alla luce delle considerazioni fin qui esposte lo scrivente ritiene che nulla osta alla realizzazione del progetto di che trattasi.

Il Geologo
Dott. Antonio DE CARLO

I collaboratori

Dott. Bartolo Romaniello
Dott.ssa Annagrazia Mancini