

Elettrodotto 150 kV Doppia Terna "S.E. Troia - Roseto/Alberona"

RELAZIONE GEOLOGICA

Giordano Lavecchia



Storia delle revisioni				
Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato
Rev.00	27/10/2010	Prima emissione	Geol. G. Lavecchia	



Storia delle revisioni				
Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato
Rev.00	27/10/2010			

Elaborato		Verificato		Approvato
Geol. G.Lavecchia		N.Rivabene		M.Rebolini
Prof.esterno		SRI/SVT-ASI		SRI/SVT

m010CI-LG001-r02

Sommario

1. Premessa.....	3
2. Inquadramento geografico.....	3
3. Riferimenti di progetto.....	4
4. Inquadramento geomorfologico.....	4
5. Inquadramento geologico.....	5
5.1 Stratigrafia.....	6
Unità tettonica della Daunia.....	7
Depositi marini della Fossa Bradanica.....	7
Depositi continentali.....	8
5.2 Tettonica.....	9
6. Geomorfologia e stabilità dei versanti.....	9
7. Caratteri idrografici.....	10
8. Caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti.....	11
9. Sismicità della zona.....	12
10. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	14
11. Caratteristiche morfologiche e geolitologiche del tracciato.....	14
12. Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico della Puglia.....	18
13. Carta di sintesi della pericolosità geologica e geomorfologica.....	19
14. Indicazioni per le successive fasi progettuali.....	21
15. Criteri progettuali delle strutture di fondazione.....	22
16. Movimento terre.....	22
17. Stabilità degli scavi.....	23
18. Capacità portante dei terreni.....	23
19. Conclusioni.....	23
20. Riferimenti bibliografici essenziali.....	24

	Relazione Geologica Preliminare	Codifica SRIARI10052	
		Rev. N° 00	Pag. 3 di 24

1. Premessa

E' stata espletata un'indagine geologico-tecnica preliminare sulla zona interessata dal progetto relativo al nuovo elettrodo 150 kV doppia terna "Roseto Valfortore - S.E. Troia", in Provincia di Foggia.

Tale indagine è stata finalizzata ad accertare le caratteristiche litologiche, strutturali, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni affioranti lungo la linea elettrica ed è stata svolta sulla base delle seguenti disposizioni:

- L. 02/02/74 n. 64 e successive (norme tecniche per la costruzione in zone sismiche);
- D.M. 21/01/81 e successive (norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, ecc.);
- Ordinanza PCM n° 3274 del 20/03/2003;
- Norme Tecniche per le Costruzioni: D.M. del 14/01/2008.

In particolare, è stato eseguito il rilevamento geologico e geomorfologico, integrato dallo studio delle aerofoto dell'Istituto geografico Militare, di un'ampia zona circostante il tracciato per meglio comprendere i rapporti geometrici tra i terreni affioranti e l'evoluzione geomorfologica dei versanti. Per quanto attiene alla scelta puntuale del sito su cui situare i tralicci ed al rapporto struttura/terreno, in fase di progettazione esecutiva saranno effettuate le indagini di dettaglio per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del terreno di fondazione.

I dati acquisiti con il rilevamento di superficie sono stati rappresentati in due elaborati grafici: la carta geolitologica e la carta geomorfologica. La prima fornisce indicazioni sulle caratteristiche litologiche e geometriche dei terreni affioranti e consente di acquisire, sebbene in prima approssimazione, informazioni sulle caratteristiche tecniche, permeabilità e grado di erodibilità dei terreni. Questo elaborato contiene, inoltre, anche informazioni che riguardano l'idrogeologia dell'area.

La carta geomorfologica contiene le forme ed i depositi connessi all'azione morfoevolutiva della gravità e delle acque superficiali. In particolare sono cartografati i fenomeni franosi e gli elementi geomorfologici fondamentali che strutturano il paesaggio.

I risultati dell'indagine geologico-tecnica sono stati riepilogati in un elaborato grafico, la carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologica che rappresenta, appunto, la sintesi dell'insieme delle valutazioni di carattere geolitologico, geomorfologico ed idrogeologico ricavate dall'analisi dei relativi tematismi.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni, in questa fase progettuale, si è fatto riferimento alle risultanze di indagini geotecniche e geognostiche eseguite in aree prossime a quella di studio, e a materiale bibliografico scientifico.

Fanno parte integrante della presente relazione i seguenti elaborati:

1. Carta geolitologica in scala 1:10.000;
2. Carta geomorfologica in scala 1:10.000;
3. Carta del Piano Stralcio AdB Puglia (Pericolosità idraulica e Pericolosità geomorfologica) in scala 1:10.000;
4. Carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologica in scala 1:10.000.

2. Inquadramento geografico

L'elettrodotto in progetto si sviluppa interamente nella Regione Puglia, nei territori comunali di Troia, Castelluccio Valmaggiore, Biccari, Alberona e Roseto Valfortore. Esso ha un andamento est-ovest, interessa il bacino idrografico del Fiume Fortore nella zona circostante Roseto, il bacino del Torrente Vulgano a valle dell'abitato di Biccari ed il bacino del Torrente Celone presso l'abitato di Troia.

Nel tratto occidentale, a nord-est di Roseto Valfortore, si sviluppa a quote più elevate comprese tra 700 e 938 m s.l.m., in corrispondenza della “sella morfologica” di Crocilla; nel tratto intermedio tra Piano la Selva e l’abitato di Biccari interessa i rilievi collinari posti a quote comprese tra i 600 ed i 700 m; nel tratto orientale, dalla quota di 600 m degrada fino al fondovalle del Torrente Celone posto a quota di circa 360 m, per poi risalire sulla superficie sommitale di Monte Taverna, posta a 460 m s.l.m.

3. Riferimenti di progetto

L’elettrodotto sarà costituito da una palificazione a doppia terna armata con una terna di fasi ciascuna composta da un conduttore di energia e con una corda di guardia, fino al raggiungimento dei sostegni capolinea.

Le caratteristiche elettriche dell’elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	550 A
Potenza nominale	143 MVA

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall’orografia del terreno e dall’altezza utile dei sostegni impiegati, mediamente pari a circa 350 m in condizioni normali.

Il conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm².

I sostegni avranno un’altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. I piedi del sostegno, che sono l’elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento in caso di terreni acclivi.

Le serie 150 kV doppia terna sono composte da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni a cui possono resistere, disponibili in diverse altezze utili (nel caso in esame comprese fra 35,6 m a 48,05 m).

4. Inquadramento geomorfologico

L’area di studio si sviluppa in direzione est-ovest e ricopre una zona a ridosso di una fascia pedemontana, posta lungo le pendici dell’Appennino Dauno verso ovest, e la zona collinare del Tavoliere foggiano verso est. Nel primo caso le morfologie dominanti sono quelle di rilievi con versanti mediamente acclivi che vanno, nella zona occidentale situata presso la centrale di Roseto, da quote di circa 800 m fino a 938 m s.l.m. in corrispondenza della “sella morfologica” di Crocilla. Questa “sella morfologica” si riscontra lungo la dorsale montuosa ad andamento NW-SE che vede come vetta più elevata il rilievo di Monte Stillo posto a 1010 m, che rappresenta uno dei monti più alti della Puglia. Anche il versante posto a valle della sella Crocilla si presenta acclive. Vi affiorano i termini più antichi dei depositi marini (miocenici) con la formazione flyschoidale prevalentemente lapidea riconducibile al Flysch di Faeto, in esposizione lungo i principali fossi o sui versanti con maggiore pendenza. In direzione verso est, alla base di versante acclive che emerge nettamente nel contesto paesaggistico della zona, si rinvengono rilievi collinari a quote comprese tra i 600 ed i 700 m. Questo versante rappresenta un gradino morfologico con dislivello di circa 300 m ed assume un andamento appenninico, in quanto si

sviluppa in direzione NO–SE e mette a contatto i terreni appenninici con quelli dei depositi pliocenici della fossa bradanica.

A sud–est di Biccari, laddove il tracciato devia verso sud, sono presenti le aree collinari che caratterizzano il margine occidentale del Tavoliere. Questa unità morfologica delimita una vasta pianura che si estende da un confine all'altro della provincia foggiana ed è delimitata verso sud dalle alture della Murgia barese. La porzione più orientale di questa fascia collinare è rappresentata da ampie superfici suborizzontali delimitate da versanti che degradano dolcemente verso il fondovalle. Vi affiorano terreni più recenti, rappresentati da sabbie e conglomerati che generalmente si rinvengono sulle zone sommitali dei rilievi tabulari, ed argille plio-pleistoceniche ben evidenti lungo i versanti ed i principali fossi presenti nell'area di studio.

La fascia collinare interessata dal tracciato è caratterizzata da morfologie che degradano da ovest verso est e, nel caso del tracciato in questione, in direzione meridionale fino a raggiungere, nella zona a sud di Monte San Martino, prima i depositi alluvionali terrazzati e sub pianeggianti del Torrente Celano situati alla quota media di circa 400 m ed in seguito l'ampio fondovalle dello stesso corso d'acqua. I depositi alluvionali più antichi sono separati da quelli più recenti costituenti il fondovalle da una scarpata sub verticale. In destra orografica del corso d'acqua si ritrovano i rilievi collinari del Tavoliere che, in questa zona, sono delimitati da versanti poco acclivi e sono caratterizzati da una sommità tabulare, come quella di Monte Taverna su cui è situata la stazione elettrica di Troia.

5. Inquadramento geologico

L'area interessata dalla realizzazione dell'elettrodotto ricade geologicamente a ridosso del margine esterno dell'Appennino Dauno e del margine orientale della Fossa Bradanica. I terreni affioranti sono costituiti da depositi terrigeni in facies di flysch che si sono formati dal Cretacico al Miocene, da sedimenti riferibili al ciclo sedimentario del Pliocene inferiore e medio e da terreni sciolti di età pleistocenica.

In base ai rapporti stratigrafici e strutturali le unità della catena vengono distinte in due Unità stratigrafico – strutturali fra loro tettonicamente sovrapposte, da ovest verso est: l'Unità del Fortore, e l'Unità della Daunia, quest'ultima rappresentata prevalentemente dal Flysch di Faeto, una formazione calcarenitico-argillosa che poggia stratigraficamente su un'unità argillosa riconducibile al Flysch rosso. Ad est della catena affiorano depositi clastici più recenti di età compresa dal Pliocene al Pleistocene, riconducibili alla successione della Fossa Bradanica. Queste due zone danno luogo a paesaggi geologici differenti e assai variabili, ciascuno caratterizzato da particolari ambiti fisico - biologici e delimitato da confini geomorfologici ben definiti.

L'Appennino Dauno è situato nella zona di confine tra i territori campano e pugliese e rappresenta una parte del margine orientale della catena appenninica. Tale ambito è caratterizzato geologicamente da una serie di accavallamenti a vergenza adriatica, all'interno dei quali sono presenti più unità tettoniche accavallatesi verso Est dall'Oligocene al Pliocene, ed è costituito da rocce sedimentarie nelle quali prevalgono litofacies sia prevalentemente lapidee che prevalentemente argillose. E' caratterizzato da una serie di dorsali collinari subparallele allungate in direzione NO-SE, separate da valli profondamente incise da corsi d'acqua a carattere torrentizio. Nelle aree di affioramento dei terreni prevalentemente argillosi è maggiormente diffusa la presenza di frane e/o movimenti gravitativi superficiali.

Il Tavoliere delle Puglie è costituito da depositi terrigeni sciolti di età plio-pleistocenica e rappresenta la seconda più vasta pianura dell'Italia peninsulare. Paleogeograficamente costituiva una depressione allungata da NO a SE, compresa fra le Murge e gli Appennini, colmata da depositi clastici prevalentemente argillosi al di sopra di una potente serie carbonatica di età mesozoica costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie. L'ampio ed esteso bacino di sedimentazione si è formato nel

Pliocene durante le ultime fasi dell'orogenesi appenninica, in seguito alla subsidenza del margine interno dell'Avampaese Apulo. E' stato colmato durante tutto il Pliocene, nella porzione depocentrale, da sedimenti prevalentemente argillosi per uno spessore superiore ai 2000 metri. La sedimentazione ha avuto termine alla fine del Pleistocene con l'emersione dell'intera area di fossa. Lungo i bordi del bacino si sono depositati, sul lato appenninico, depositi costieri conglomeratico-arenacei mentre sul lato orientale depositi costieri carbonatici. Nel primo caso i terreni sono rappresentati dalle argille grigio azzurre della Formazione delle Argille subappennine, mentre negli altri due casi si tratta di sabbie e conglomerati sul bordo occidentale e prevalentemente calcareniti su quello orientale.

Il Tavoliere nella zona a nord del Torrente Cervaro è caratterizzato da un paesaggio di tipo collinare con rilievi che non superano l'altitudine di 350 m. In direzione della città di Foggia, si hanno una serie di rilievi tabulari variamente estesi ed interrotti da scarpate ben definite alla cui base si riscontrano ampie ed estese vallate caratterizzate da versanti terrazzati.

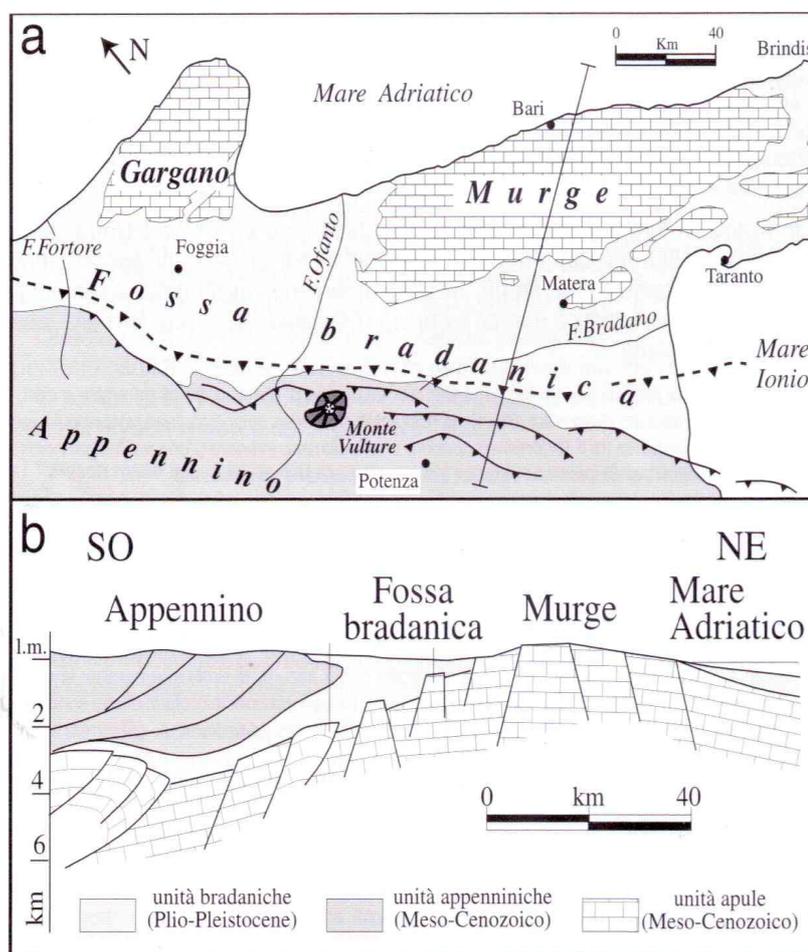


fig.12 -a) Carta geologica schematica della Fossa Bradanica e delle aree limitrofe.

b) Sezione schematica orientata in senso trasversale allo sviluppo della Fossa bradanica risultante dal complesso dei dati di superficie e di profondità. Le due linee verticali mettono in evidenza il diverso spessore delle successioni di catena e di avampaese, oltre al diverso tipo di terreni attraversati.

Figura 1: Carta geologica schematica della Fossa Bradanica, (Tropeano, et alii)

5.1 Stratigrafia.

I terreni interessati dall'elettrodotto possono essere raggruppati in diverse formazioni geologiche, riconducibili essenzialmente all'Unità della Daunia, ai depositi del Tavoliere delle Puglie ed ai depositi continentali. I primi sono rappresentati dalle formazioni flyschoidi appenninici, i secondi dalla successione stratigrafica plio – pleistocenica appartenente al Bacino della Fossa Bradanica e quelli continentali quaternari rappresentati prevalentemente da depositi alluvionali, da deposito di versante ed accumuli di frana.

I terreni affioranti sono stati cartografati nell'allegata carta geolitologica (Elaborato SRIARI10049-5.1) che è stata elaborata sia sulla base di materiale di bibliografia esistente e sia mediante il rilevamento diretto sul terreno, integrato dalla foto interpretazione, ed è stata estesa ad un'ampia zona circostante le aree direttamente interessate dal tracciato. Per la sua redazione, è stato consultato il foglio "163 – Lucera" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 redatta negli anni '60 e '70, la carta Idrogeomorfologica dell'A.d.B. Puglia, le nuove carte geologiche in scala 1:50.000 relative alle aree circostanti e diverse pubblicazioni scientifiche, tra le quali la "Carta geologica del settore orientale dei Monti del Sannio (Matano e Pinto, 2000) che comprende anche la parte dell'area in esame situata presso l'abitato di Roseto Valfortore. Rappresenta l'elaborato base del tematismo geologico rispetto a qualsiasi tipo di disciplina a cui le scienze della terra concorrono. Contiene le informazioni necessarie per definire la litologia, i rapporti geometrici, le caratteristiche tecniche, i movimenti tettonici, ecc. dei terreni affioranti.

I terreni affioranti nell'area rilevata, dal basso verso l'alto geometrico ed in base alle caratteristiche geolitologiche, possono essere così raggruppati:

Depositi marini appenninici

Unità tettonica della Daunia.

E' rappresentato prevalentemente dal Flysch di Faeto (Langhiano -Serravalliano) che affiora estesamente nella porzione più occidentale dell'area di studio, caratterizzando gran parte dei rilievi del margine appenninico. Si tratta di un'unità torbiditica prevalentemente calcareo - marnosa con livelli o strati argillosi. Sono stati riconosciuti tre differenti membri: in basso ed in alto prevale una componente pelitica, mentre la parte centrale è calcarea. Litologicamente si possono distinguere calcari, calcari marnosi, calcareniti a liste e noduli di selce e argille, argille scagliettate ed argilliti con colori che vanno dal verde chiaro al grigio, al biancastro. Sono presenti anche litotipi brecciosi e calciruditi intraformazionali. In particolare, sono state individuate e cartografate due litofacies: una prevalentemente lapidea – argilloso – marnosa ed una litofacies in prevalenza argilloso – marnosa.

Depositi marini della Fossa Bradanica

I depositi bradanici affioranti sul margine occidentale della Fossa Bradanica sono caratterizzati da un intero ciclo sedimentario con una successione trasgressiva seguita verso l'alto da un'altra regressiva.

La fase trasgressiva inizia nel Pliocene con il deposito di un conglomerato direttamente sui terreni di margine appenninico. Si tratta di conglomerati poligenici e polidimensionali più o meno cementati con livelli sabbiosi di spessore variabile. I conglomerati passano verso l'alto, in continuità stratigrafica, a sabbie disposte in strati più o meno cementati con livelli conglomeratici e livelli argillosi. Questa successione stratigrafica conglomeratico – sabbiosa è rilevabile lungo la fascia pedemontana a diretto contatto con i terreni appenninici. Sempre in continuità stratigrafica, al di sopra delle sabbie, affiorano le Argille grigio azzurre, conosciute anche come Argille Subappennine e riferibili al Pleistocene. Queste argille rappresentano, nell'ambito della successione bradanica, il termine che ha maggiormente contribuito al colmamento della Fossa Bradanica. La maggior parte di questa unità è formata da argille e argille marnose azzurre con sottili intercalazioni siltose e sabbiose fini. Nella parte alta, in

corrispondenza del passaggio con sovrastanti successioni sabbiose, si osservano argille siltose con più numerose e più spesse intercalazioni sabbiose cementate, che determinano il passaggio graduale per alternanze alla formazione sovrastante.

Il tracciato dell'elettrodotto interessa essenzialmente le argille subappennine che affiorano abbondantemente nella parte orientale dell'area indagata, caratterizzando soprattutto le morfologie collinari e/o sub pianeggianti. Al di sopra delle Argille Subappennine si rileva la presenza di una successione di regressione, rappresentata nell'area di studio, nei pressi della stazione di Troia da un conglomerato poligenico e polidimensionale con frequenti livelli sabbiosi.

Depositi continentali

I depositi continentali rilevati nell'area di studio sono rappresentati prevalentemente da sedimenti alluvionali, da depositi di frana e da deposito di versante e coltri eluvio – colluviale.

I sedimenti alluvionali sono presenti sia come depositi recenti ed attuali. Costituiscono il fondovalle del Torrente Celone ed, inoltre, si rinvengono, lungo gli altri corsi d'acqua principali della zona.

Nel primo caso si tratta di sedimenti prevalentemente ghiaioso - ciottolosi in abbondante matrice sabbioso – argillosa. Gli elementi conglomeratici sono di natura calcarea ed arenacea e di dimensioni variabili dai pochi centimetri al decimetro. Alcuni depositi alluvionali terrazzati si rilevano in affioramenti in sinistra orografica del Torrente Celone Sono caratterizzati da ciottoli ben arrotondati immersi in una matrice sabbiosa. Gli elementi ciottolosi, di dimensioni variabili intorno al centimetro, sono di natura prevalentemente calcarea e arenacea. Morfologicamente si presentano come superfici sub pianeggianti bordate da scarpate di altezza variabile intorno ad alcuni metri.

I depositi di frana sono presenti soprattutto sui versanti appenninici, nelle aree di affioramento dell'Unità della Daunia ed in particolare laddove prevale la componente argilloso –marnosa. Sono caratterizzati da terreni privi di coesione, destrutturati e con struttura caotica. La loro litologia è funzione della natura del substrato coinvolto nel dissesto; in gran parte prevalgono terreni argillosi con isolati elementi lapidei di varie dimensioni. Il loro spessore è funzione sia della pendenza del versante, sia della tipologia del dissesto che dei terreni coinvolti.

I depositi di versante si riscontrano su tutti i versanti presenti nell'area indagata. Si sono formati a seguito di processi di erosione e/o alterazione del substrato; pertanto la loro natura litologica dipende da quella del substrato. Si presentano in gran parte come detriti sabbioso - argillosi in matrice argillosa con frequenti elementi lapidei eterometrici. Lo spessore del detrito varia, in funzione della pendenza dei versanti, dai pochi decimetri ad alcuni metri.

Nella tabella che segue è riportata la litologia delle aree di sedime dei sostegni previsti.

Litologia	N. Sostegni
Deposito di frana	20, 25, 35, 37, 38
Deposito di versante	4, 18, 26, 33, 40, 41, 43, 44
Deposito alluvionale recente	5, 6
Deposito alluvionale terrazzato	7, 8, 9, 10,
Sabbie e conglomerati (Unità della Fossa Bradanica)	3
Argille marnose (Unità della Fossa Bradanica)	1, 2, 11, 12, 13, 14, 15, 16
Litofacies argilloso – marnosa (Unità della Daunia)	21, 22, 23, 24, 27, 32, 34, 36,

Litofacies lapideo – marnoso – argillosa (Unità della Daunia)	17, 19, 28, 29, 30, 31,39, 42, 45
---	-----------------------------------

5.2 Tettonica

Nell'area di studio si distinguono due zone a caratteri tettonici differenti. La zona orientale, coincidente con il bacino della Fossa Bradanica, presenta un assetto tettonico tranquillo con i sedimenti plio-pleistocenici a formare una monoclinale inclinata verso NNO-SSE di pochi gradi. La zona occidentale, coincidente con il margine esterno dell'Appennino, al contrario, è caratterizzata da una tettonica disturbata, interessata da un sistema di faglie inverse e da uno di faglie normali, entrambi orientate NNO-SSE.

Sulla tettonica della Fossa Bradanica molti dati sono stati ricavati negli anni cinquanta, quando alcuni autori hanno messo in evidenza la presenza di faglie longitudinali di direzione appenninica. Successivamente, sulla base di indagini gravimetriche, sismiche e di dati di geologia di sottosuolo, è stata rilevata la presenza, oltre che di faglie normali di direzione appenninica, anche di faglie trasversali che in combinazioni con le prime hanno dato luogo a Horst e Graben. Più recentemente sono state rilevate faglie di superficie, soprattutto alla sommità dei rilievi, in corrispondenza dell'affioramento dei depositi regressivi pleistocenici, dove i loro rigetti risultano di pochi metri.

6. Geomorfologia e stabilità dei versanti

I rilievi morfologici, condotti tramite aerofotointerpretazione e rilevamenti di campagna, hanno consentito di redigere la carta geomorfologica (Elaborato SRIARI10049-5.2) in cui sono stati individuati tutti gli elementi puntuali o lineari e tutti gli ambiti presenti sul territorio che, oltre ad avere una peculiarità propria e marcata di tipo geomorfologico, costituiscono le forme che caratterizzano e concorrono in modo determinante alla strutturazione ed alla individuazione delle componenti del paesaggio.

Tra le forme strutturali, sono stati cartografati sia i crinale–spartiacque principali, quelli che separano i bacini idrografici dei tre principali corsi d'acqua presenti in zona, e sia alcuni crinali secondari che separano i sottobacini. Sono state individuate le selle morfologiche e le vette dei principali rilievi. Sono state delimitate le superfici sommitali, caratterizzate da una morfologia poco acclive, che si rinvengono in corrispondenza delle aree di cresta dei rilievi.

Sono state individuate le forme di versante dovute alla gravità. In particolare, i fenomeni franosi sono stati distinti, in base allo stato di attività, in frane attive (con indizi di evoluzione), frane quiescenti (prive di indizi di evoluzione) ed in fenomeni inattivi o naturalmente stabilizzati, nel senso che l'agente morfogenetico che ha provocato il dissesto ha esaurito la propria attività.

La Frana attiva (con indizi di evoluzione) si è mobilitata nelle attuali condizioni morfologiche e climatiche ed è sede di movimenti in atto o di movimenti avvenuti negli ultimi cicli stagionali in corrispondenza della nicchia di distacco e/o nel cumulo di frana. Presenta una zona di distacco ed una di accumulo; il corpo di frana è caratterizzato da una morfologia ondulata. In occasione di piogge intense e persistenti si può verificare la ripresa e/o l'accelerazione del movimento. Generalmente si tratta di frane miste: nella parte alta sono rotazionali; a luoghi, nel corpo di frana, si innescano altri scoscendimenti secondari che si sovrappongono e, in corrispondenza delle incisioni, danno luogo a delle vere e proprie colate. La frana quiescente (prive di indizi di evoluzione) si è verificata in condizioni morfologiche e climatiche e sono caratterizzate da un apparente stato di stabilità complessiva, con deformazioni limitate e localizzate. Gli interventi antropici sbagliati possono innescare movimenti o deformazioni anche significativi. Generalmente, in esse è ben riconoscibile la zona di distacco che è caratterizzata da pendenze elevate, e la zona del cumulo poco acclive. Quasi sempre i cumuli sono interessati da movimenti franosi recenti e

superficiali, il versante lungo il quale è avvenuto il distacco si è evoluto per frane recenti di modeste dimensioni. L'attuale apparente stabilità può essere minacciata da variazioni morfologiche e climatiche e/o dagli scuotimenti sismici; si possono verificare quindi complete e/o parziali rimobilizzazioni.

Le frane inattive si presentano con una morfologia molto degradata: la zona di alimentazione è di difficile identificazione, la zona di accumulo può anche mancare perché ormai morfologicamente cancellata dall'attività erosiva o dall'attività antropica; in riferimento al tipo di movimento prevalente come frane per scorrimento rotazionale o traslativo, come frane per colamento o come frane da crollo. In ognuno dei movimenti franosi, laddove è stato possibile, sono state cartografate la nicchia di distacco principale e le secondarie, il materiale franato o spostato, la direzione principale del movimento e la zona di accumulo. Sono state cartografate, inoltre, gli orli delle scarpate di degradazione e le aree dissestate da fenomeni di creep; si tratta un movimento lento o estremamente lento che da luogo a tipiche ondulazioni della superficie topografica ed interessa i materiali detritico-colluviali e/o la porzione alterata del substrato. I movimenti nella massa soggetta a creep non avvengono contemporaneamente e con la stessa velocità. Si tratta di fenomeni di creeping e soliflusso che talvolta interessano anche la copertura detritica dei versanti rocciosi molto acclivi.

Sono state cartografate le forme fluviali e le forme dovute al dilavamento. Tra queste sono state individuate i corsi d'acqua in approfondimento, gli orli di scarpata di erosione fluviale. I corsi d'acqua in approfondimento comprendono le aste torrentizie che, attraversando terreni prevalentemente argillosi situati su versanti acclivi, in occasione di piogge intense e persistenti con la loro azione erosiva provocano l'approfondimento dell'alveo e l'arretramento degli argini, ed accelerano così i fenomeni di dissesto presenti sui versanti che li delimitano.

Movimenti franosi particolarmente diffusi sono situati nel bacino idrografico Rattapone, in quanto in questa zona tra i terreni affioranti prevale la componente argillosa, e si tratta essenzialmente di frane per colamento, talvolta particolarmente estese; un'altra area, in cui sono stati rilevati numerosi fenomeni sia attivi, che quiescenti ed anche inattivi, si trova nella zona meridionale dell'abitato di Biccari, tra il bacino idrografico del Vallone Calcare e quello del Torrente Calvino, dove il cumulo di una colata ha deviato il corso d'acqua di base che, a sua volta, ha innescato un fenomeno di scalzamento al piede del versante opposto, dando origine ad una scarpata di erosione.

Nella zona orientale del tracciato, laddove si sviluppa sulle aree collinari che caratterizzano il margine occidentale del Tavoliere non si riscontrano fenomeni franosi che possano minacciare la stabilità dei sostegni.

7. Caratteri idrografici

L'area di studio ricade a cavallo di tre distinti bacini idrografici: quello del Fiume Fortore, che comprende la porzione del tracciato situato nella zona occidentale, tra la stazione di Roseto e la "sella morfologica" Crocilla, il bacino del Torrente Vulgano, che include la parte del tracciato che si sviluppa nella zona meridionale dell'abitato di Biccari, ed il bacino del Torrente Celone, nel tratto meridionale, fino alla stazione di Troia S.E. Il crinale spartiacque tra quest'ultimi bacini idrografici comprende Serra Lipillo e lambisce il tracciato in corrispondenza del sostegno n. 17.

Il Fiume Fortore riceve le acque del Canale Nuci Cagnazzo e del canale Scardaloni, che hanno origine a valle della stazione di Roseto, e sfocia nel Mar Adriatico, presso il Lago Lesina, nella zona settentrionale del Gargano. Gli altri due corsi d'acqua prima citati presentano un andamento generale sud ovest – nord est e sfociano entrambi, dopo aver attraversato il Tavoliere, nel Mare Adriatico nei pressi di Manfredonia, nella zona meridionale del Gargano.

Nella zona circostante il tracciato dell'elettrodotto, il reticolo idrografico evidenziato dipende dalla permeabilità dei terreni affioranti e dalle caratteristiche litologiche dei terreni attraversati. In

corrispondenza degli spartiacque e laddove la componente lapidea è prevalente le incisioni sono appena accennate, diventano più incassate e, in occasione di piogge intense e persistenti, laddove i termini argillosi sono più abbondanti, provocano l'approfondimento dell'alveo e l'erosione delle sponde. In particolare, nella zona meridionale dell'abitato di Biccari, laddove i terreni argillosi sono prevalenti, scalgano al piede i versanti e riattivino o accelerano i fenomeni franosi presenti sui versanti che li delimitano. Quasi tutte le incisioni che attraversano il tracciato sono incassate nel substrato o hanno depositi trascurabili ad eccezione del fondovalle del Torrente Celone, formato dai depositi recenti ed attuali dello stesso corso d'acqua. Questo torrente, in relazione al tracciato in questione, rappresenta il corso d'acqua principale, nasce dall'Appennino Dauno dove assume un andamento quasi rettilineo, attraversando valli ampie con versanti poco inclinati. Al passaggio all'area collinare del Tavoliere il suo andamento è prevalentemente meandriforme con meandri di varie dimensioni che interrompono il paesaggio monotono della pianura foggiana.

I sostegni n. 5 e n. 6 sono previsti nel fondovalle del Torrente Celone a distanza di sicurezza dall'alveo di piena. Questo fondovalle nel Piano stralcio dell'Autorità di Bacino della Puglia non è classificato a pericolosità idraulica.

8. Caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti.

I terreni affioranti nella zona circostante il tracciato dell'elettrodotto, in base al grado di permeabilità relativa ed all'assetto stratigrafico - strutturale, sono ascrivibili ai seguenti complessi idrogeologici:

Complesso detritico: appartengono a questa unità i depositi di versante ed il detrito di frana. Tali terreni sono caratterizzati da permeabilità per porosità, esistono, cioè piccoli meati intercomunicanti tra di loro e con l'esterno determinati dalla natura stessa dei materiali. La permeabilità per porosità è generalmente elevata in presenza di termini grossolani prevalenti; tende ad abbassarsi in relazione all'aumentare della componente fine. Generalmente sono sede di falde acquifere superficiali e di modesta entità. La vulnerabilità è media.

Complesso alluvionale e conglomeratico - sabbioso: è presente sia come depositi recenti ed attuali che come depositi antichi terrazzati. Nel primo caso si tratta di sedimenti prevalentemente ghiaioso - ciottolosi in abbondante matrice sabbioso - argillosa. Gli elementi conglomeratici sono di natura calcarea ed arenacea e di dimensioni variabili dai pochi centimetri al decimetro. Sono depositi che caratterizzano soprattutto la piana alluvionale del Torrente Celone. Sono altamente permeabili per porosità e generalmente, soprattutto i depositi di fondovalle, sono sede di una falda acquifera superficiale ad alta vulnerabilità.

- Complesso prevalentemente argilloso o argilloso – marnoso: comprende principalmente gli affioramenti delle argille marnose dell'Unità della Fossa Bradanica o terreni più antichi prevalentemente argillosi. La permeabilità è bassa o nulla e possono contenere una scarsissima circolazione idrica sono nella porzione superficiale alterata che viene tamponata alla base dalle argille integre. La vulnerabilità è bassa.

- Complesso lapideo – marnoso – argilloso: si tratta di una sequenza a carattere flyscioide, costituita da evidenti eterogeneità litologiche, comprendendo prevalentemente rocce di tipo lapideo con intercalazioni di tipo coesivo. La permeabilità è generalmente bassa; un certo grado di permeabilità per fessurazione risulta localizzata nei livelli lapidei e può dar luogo a sorgenti generalmente di portata limitata. La vulnerabilità varia da bassa a media in relazione alla componente lapidea.

Nella carta geolitologica sono state cartografate anche le principali sorgenti presenti nell'area rilevata che si riscontrano prevalentemente laddove affiora il complesso lapideo – marnoso – argilloso.

La linea elettrica intercetta le aree a maggiore vulnerabilità in corrispondenza del fondovalle del Torrente Celone, con i sostegni 5 e 6, e dei depositi terrazzati dello stesso corso d'acqua, con il sostegno 7.

9. Sismicità della zona.

L'area di studio, posta a ridosso del fronte della catena appenninica ed in prossimità di importanti lineazioni tettoniche, a carattere trascorrente e attive, che limitano il promontorio del Gargano, risente di una importante sismicità.

L'ultimo evento significativo, in ordine temporale, oltre a quello del mese di settembre del c.a., è stato il terremoto con epicentro in Molise del 31.10.2002. La magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 5.4 della scala Richter. Come evidenziato dal lavoro di Bruno G, et alii (*Bruno G. et alii 2006*) gli eventi sismici più forti, verificatisi in epoca storica nelle vicinanze dell'area in studio sono:

- –la sequenza appenninica del dicembre 1456, di cui si ricordano danni gravi a Casacalenda;
- –la sequenza garganica del luglio/agosto 1627, che ha provocato, fra l'altro, danni di grado VIII- IX a Termoli e di grado VIII a Campomarino;
- –il terremoto del 30 marzo 1731, che raggiunse gli effetti del X grado con la distruzione di gran parte delle costruzioni del territorio comunale di Troia nonché parti della cattedrale;
- –l'evento del luglio 1805, nel Matese, i cui effetti peraltro non hanno superato il grado VI.

Nello stesso lavoro si riporta la notizia che nell'area della Daunia potrebbe essere localizzato un terremoto dell'11 ottobre 1125, che avrebbe prodotto danni attribuibili al VIII grado. Cataloghi sismici precedenti a quelli attualmente in uso, inoltre, riportano un terremoto distruttivo, localizzato a Larino che sarebbe avvenuto nel 1120. Studi recenti hanno dimostrato che, con buona probabilità, si tratterebbe di una duplicazione di un evento avvenuto nello stesso anno 1120 in un'area limitrofa (*Bruno G. et alii 2006*).

L'ordinanza n°3.274/03 della Presidenza del Consiglio dei Ministri aveva inserito il territorio comunale di Roseto Valfortore, Biccari e Troia nella Zona Sismica 2, con valore di a_g pari a 0,32g.

Il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante "Norme Tecniche per le Costruzioni", raccoglie in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità. Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Per la definizione dell'azione sismica di un sito vengono utilizzate al meglio le possibilità offerte dalla definizione della pericolosità sismica italiana, recentemente prodotta e messa in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

L'azione sismica è ora valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale, riferendosi non ad una zona sismica territorialmente coincidente con più entità amministrative, ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, come avveniva in precedenza, bensì sito per sito e costruzione per costruzione.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" VR e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" RVP.

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

Il valore di a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV.

Si riporta, alla pagina seguente, la Mappa dell'accelerazione massima al suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (ovvero tempo di ritorno di 475 anni) riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800\text{m/s}$ Cat. A), della zona in esame.

Tale mappa evidenzia che la pericolosità sismica di base è quasi la stessa lungo l'intero tracciato.

Ai fini della presente normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento RVP, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

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

I valori di a_g , F_0 e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche sono riportati in tabelle allegate al D.M. 14/01/2008, tali valori sono ordinati per coordinate geografiche crescenti.

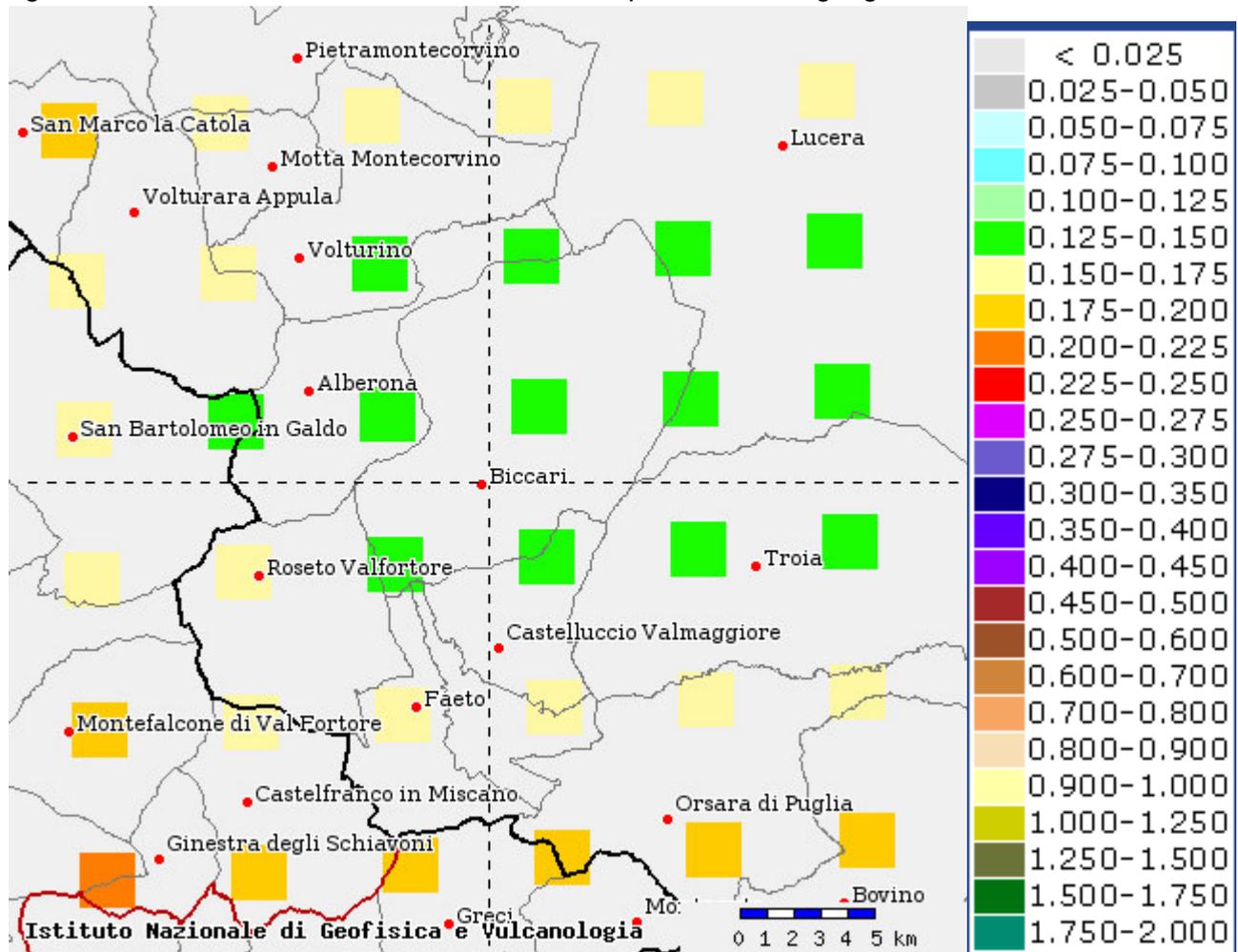


Fig. 2 Mappa dell'accelerazione massima al suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (ovvero tempo di ritorno di 475 anni) riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800\text{m/s}$ Cat. A), della zona in esame.

In base a quanto stabilito dalle NTC, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico SS, il coefficiente topografico ST e il coefficiente CC che modifica il valore del periodo T_c .

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti "Ss" e "Cs" valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D, ed E, i coefficienti "Ss" e "Cs" possono essere calcolati in funzione dei valori F_0 , T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A mediante le espressioni fornite nella tabella 3.2.V delle NTC.

L'O.P.C.M. n. 3274 e le nuove Norme Tecniche del gennaio 2008 prevedono anche l'introduzione di fattori di incremento dell'intensità sismica per tenere conto degli effetti indotti dalla morfologia. Tale

fattore, definito “Coefficiente di amplificazione topografica” ST varia in funzione della pendenza media del versante ed all’assetto morfologico del rilievo.

Nelle successive fasi progettuali di dettaglio, pertanto verranno effettuate indagini geognostiche finalizzate anche alla definizione delle caratteristiche sismiche dei terreni interessati dai sostegni. Sarà necessario, in particolare, attraverso la misura dei valori delle velocità delle onde S, individuare le categorie di sottosuolo così come richiesto dalla NTC del 14/01/2008.

10. Caratteristiche geotecniche dei terreni

In questa fase di progettazione, in assenza di una caratterizzazione di dettaglio dei materiali di fondazione, la quale verrà realizzata mediante una campagna di indagini geognostiche e geotecniche di laboratorio nelle successive fasi di progettazione, viene fornita, a scopo puramente indicativo una caratterizzazione geotecnica preliminare dei terreni che saranno interessati dalle opere. I dati stratigrafici e le caratteristiche dei terreni sono desunti dagli studi geologici comunali reperiti, oltre che dai dati di letteratura esistenti. Le litologie di seguito descritte fanno riferimento alla carta geolitologica allegata alla presente relazione. Nella tabella successiva si riportano i principali riferimenti geotecnici dei terreni che saranno interessati dalle fondazione dei sostegni:

Litologie	Pesi di volume	Coesione	Angolo d'attrito
	□ t/m3	c Kg/cm2	□ °
Deposito di frana	2	0	14-16 (valori residui)
Deposito di versante	1.90	0.10	18 -20
Sabbie dei depositi alluvionali recenti e terrazzati e dell'Unità della Fossa Bradanica).	1.94	0.025	28
Argille marnose dell'Unità della Fossa Bradanica).	2.04	0.42	22.2
Argille scagliettate dell'Unità della Daunia	2.10	0.15 – 0.25	24 - 28
Argille dell'Unità della Daunia	2.20	0.31	21.69

11. Caratteristiche morfologiche e geolitologiche del tracciato

L’opera in progetto prevede la realizzazione di 45 sostegni. Il rilevamento geologico e geomorfologico effettuato ha consentito di verificare le litologie affioranti che saranno interessate da ogni singolo sostegno. Nella successiva fase di progettazione esecutiva, sarà tuttavia eseguito, ove necessario, una caratterizzazione stratigrafica e geotecnica di dettaglio dei terreni di fondazione. Si descrivono di seguito le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e di pericolosità delle aree direttamente interessate dal tracciato dell’elettrodotto.

Dal sostegno 1 al sostegno 16, il tracciato dell’elettrodotto di progetto ha un andamento sud est – nord ovest e si appoggia a versanti con basse pendenze laddove affiorano i terreni riconducibili alle argille

dell'Unità della Fossa Bradanica: sostegni 1, 2, 3, 4 (quest'ultimo è previsto in una concavità morfologica con accumulo detritico –colluviale) e dal n. 10 al 16; il sostegno 3 sarà fondato sui depositi sabbioso – conglomeratici della stessa unità ed i sostegni 5 e 6 sui depositi alluvionali recenti del Torrente Celone, mentre il 7 ed il n. 10 sui depositi terrazzati dello medesimo corso d'acqua. I versanti interessati sono stabili ed i sostegni potranno essere realizzati con i normali accorgimenti tecnici che di solito vengono fatti per la buona esecuzione delle costruzioni. Per il sostegno n. 4, così come è consuetudine ed è prescritto dalla legislazione vigente, saranno condotte indagini geognostiche per accertare lo spessore e le caratteristiche geotecniche del materiale di copertura e quelle del substrato. Per i sostegni 5 e 6, situati nel fondovalle del Torrente Celone, sarà verificata la presenza della falda, accertate le locali caratteristiche idrogeologiche e sarà valutata l'interazione delle fondazioni con la eventuale falda. Qualora sia superficiale ed interferisca con le fondazioni, quest'ultime verranno poste ad una profondità tale che le oscillazioni stagionali del livello piezometrico non vadano ad inficiare le fondazioni stesse. Il sostegno 16 svolge la funzione di vertice, in quanto da questa zona in avanti il tracciato assume un andamento est – ovest. Dal sostegno n. 17 al sostegno 19, il tracciato si sviluppa a mezza costa su un versante mediamente acclive formato da terreni calcareo – marnosi – argillosi; il n. 18 è previsto in una zona con accumulo detritico – colluviale per cui, nelle successive fasi di progettazione, saranno condotte le consuete indagini geognostiche per accertare lo spessore e le caratteristiche geotecniche del materiale di copertura e quelle del substrato che consentiranno di fondare il sostegno con sicurezza. Il sostegno n. 20 è situato sul cumulo di una colata che ha deviato il corso d'acqua di base che, a sua volta, ha innescato un fenomeno di scalzamento al piede del versante opposto, dando origine ad una scarpata di erosione.



La foto mostra il cumulo di frana, il terreno superficiale è di colore nero, e la scarpata di erosione causata dal corso d'acqua di base deviato dal materiale spostato.



Particolare del cumulo di frana e della scarpata.

In fase di progettazione esecutiva, sarà eseguito il monitoraggio dell'area di sedime per la verifica delle effettive condizioni di stabilità e saranno condotte le indagini geognostiche per definire la tipologia ottimale delle fondazioni ed gli eventuali interventi di messa in sicurezza. Il sostegno 21 è stato allontanato dalla scarpata e posto comunque a distanza dal dissesto presente in zona e cartografato nell'allegata carta geomorfologica. Il sostegno 22 è previsto in corrispondenza di un alto morfologico che è delimitato, nella zona occidentale da una scarpata sub verticale (il sostegno sarà realizzato a distanza di sicurezza dall'orlo di scarpata). I sostegni dal 23 al 26 sono inseriti in un contesto geomorfologico con particolari criticità in quanto in zona sono presenti numerosi fenomeni franosi attivi, quiescenti ed inattivi; i terreni presenti sono prevalentemente argillosi e le incisioni sono in approfondimento. Il sostegno 23 è previsto su una dorsalina attualmente stabile ma che risulta aggredita su entrambi i versanti da frane attive. Il 24 è situato all'interno di una dorsale e quindi a distanza dai movimenti franosi attivi. Il sostegno 25 è previsto in corrispondenza di un versante poco acclive che è interessato da un movimento franoso, tipo creep, che ha anche danneggiato la stradina comunale.



Presumibilmente la superficie di scorrimento non è profonda; tuttavia, in fase di progettazione esecutiva, sarà eseguito il monitoraggio dell'area di sedime per la verifica delle effettive condizioni di stabilità e

saranno condotte le abituali indagini geognostiche per definire la tipologia ottimale delle fondazioni ed gli eventuali interventi di messa in sicurezza. Il sostegno 26 è ubicato al margine di una concavità morfologica situata su un versante acclive con accumulo detritico, propenso a scivolare verso il corso d'acqua di base. In fase di progettazione esecutiva, con le consuete indagini geognostiche saranno accertate le locali caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche del terreno di fondazione e definita la tipologia di fondazione ottimale.

I sostegni dal 28 al 41, ad eccezione del n. 38, sono compresi in una vasta area classificata a Pericolosità Elevata nel Piano stralcio dell' A.d.B. Puglia. Per tutti gli interventi l'A.d.B. richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata. In fase di redazione del progetto esecutivo, tale studio sarà espletato con le modalità prescritte dalla stessa Autorità di Bacino.

Dal sostegno n. 28 al sostegno 32, il tracciato si sviluppa a mezza costa su un versante mediamente acclive. Il n. 33 è previsto in una zona topograficamente depressa, dove è presente un accumulo detritico-colluviale. Anche per questo sostegno, così come è consuetudine ed è prescritto dalla legislazione vigente, saranno condotte indagini geognostiche per accertare lo spessore e le caratteristiche geotecniche del materiale di copertura e quelle del substrato.

Il sostegno 34 è previsto in corrispondenza di un alto morfologico a distanza di sicurezza dai fenomeni franosi presenti sui versanti che lo delimitano. Il sostegno 35 è previsto in una concavità morfologica interessata da un movimento franoso che verso valle evolve a colata. In fase di progettazione esecutiva, sarà eseguito il monitoraggio dell'area di sedime per la verifica delle effettive condizioni di stabilità e saranno condotte indagini geognostiche per definire la tipologia ottimale delle fondazioni gli eventuali interventi di messa in sicurezza. Il sostegno 36 va posizionato nella zona di cresta della dorsale.



La foto mostra, in primo piano, a valle della strada, l'area di sedime del sostegno 35; nella zona centrale della foto, prima della zona boscata, è presente il cumulo della vasta colata, dove sono previsti i sostegni n. 37 e n. 38. Nel Piano stralcio dell'A.d.B della Puglia, l'area di sedime del sostegno 38 è stata classificata PG1. Tuttavia, per entrambi i sostegni, in fase di progettazione esecutiva, sarà eseguito il monitoraggio dell'area di sedime per la verifica delle effettive condizioni di stabilità e saranno condotte indagini geognostiche per definire la tipologia ottimale delle fondazioni gli eventuali interventi di messa in sicurezza.

Dal sostegno n 39 al 45 si attraversa la dorsale montuosa di Monte Stillo, i terreni interessati sono formati in prevalenza dalla componente lapidea dell'Unita della Daunia ed i versanti sono molti acclivi. In particolare quello orientale, dove è previsto il sostegno n. 39, ad esclusione della "sella morfologica" Crocilla dove è previsto il sostegno 42; alla base del versante orientale, è presente un potente accumulo detritico che in misura minore si riscontra anche nelle concavità morfologiche ed alla base delle scarpate presenti sul versante. Nelle successive fasi progettuali saranno eseguiti i normali approfondimenti di studi

geologici ed indagini geognostiche finalizzati alla definizione del modello geologico e geotecnico dell'area di sedime dei tralicci previsti.

12. Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico della Puglia

Dalla sovrapposizione del tracciato dell'elettrodotto con il Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico della Puglia (Elaborato allegato allo SIA Doc. SRIARI10049-5.3) risulta che alcuni sostegni ricadono in aree vincolate del PAI. Nella tabella sottostante sono stati indicati i sostegni ricadenti nelle aree vincolate. L'Autorità di Bacino della Puglia ha delimitato, inoltre, anche aree a rischio idrogeologico (R1, R2, R3 e R4), che non sono aree di vincolo ma semplicemente delle aree di attenzione morfologica.

AREE DELIMITATE DALL'AUTORITA' DI BACINO DELLA PUGLIA

AREE A VINCOLO (a pericolosità geomorfologica)	Art. Norme PAI A.d.B. Puglia	SOSTEGNI
AREE PG3 Pericolosità geomorfologica molto elevata	Art. 13	
AREE PG2 Pericolosità geomorfologica elevata	Art. 14	28 ÷ 41,
AREE PG1 Pericolosità geomorfologica media e moderata	Art. 15	1 ÷ 27
AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO		
R4		ASSENTI
R3		ASSENTI
R2		ASSENTI
R1		ASSENTI

I sostegni 42, 43, 44 e 45 sono compresi nel bacino idrografico del Fiume Fortore.

Si riportano di seguito ampi stralci delle norme di attuazione del Piano stralcio dell'A.d.B. della Regione Puglia: L'art. 13 norma le aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (PG3) che non sono interessate dal tracciato dell'elettrodotto.

Art. 14. Il PAI prevede che nelle aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2), oltre agli interventi di cui all'articolo precedente e con le modalità ivi previste sono esclusivamente consentiti:

a) *gli ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile senza che si costituiscano nuove unità immobiliari nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, purché corredati da un adeguato studio geologico e geotecnico da cui risulti la compatibilità con le condizioni di pericolosità che gravano sull'area.*

b) *Ulteriori tipologie di intervento sono consentite a condizione che venga dimostrata da uno studio geologico e geotecnico la compatibilità dell'intervento con le condizioni di pericolosità dell'area ovvero che siano preventivamente realizzate le opere di consolidamento e di messa in sicurezza, con superamento delle condizioni di instabilità, relative al sito interessato. Detto studio e i progetti preliminari delle opere di consolidamento e di messa in sicurezza dell'area sono soggetti a parere vincolante da*

parte dell'Autorità di Bacino secondo quanto previsto agli artt. 12, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. Qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza siano elemento strutturale sostanziale della nuova edificazione, è ammessa la contestualità. In tal caso, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità.

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a) e b) del presente articolo.

Nel caso del tracciato in questione, vale il comma b e in fase di progettazione sarà redatto uno studio di compatibilità geologica e geotecnica, che come di consueto sarà supportato da indagini geognostiche e geotecniche, al fine di individuare le eventuali le opere di consolidamento e di messa in sicurezza, con superamento delle condizioni di instabilità, relative al sito interessato.

Art. 15 Nelle "Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1)" il Piano stralcio dell'A.d.B. della Regione Puglia prevede:

1. Nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata.

3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione. In tale zona è classificata a rischio R2 la strada provinciale, mentre le strade interne non sono classificate a rischio.

Per quanto attiene la pericolosità idraulica, si precisa che alcuni sostegni, il n. 13, 17, 18, 21, negli elaborati allegati sembrano lambire le aree a pericolosità idraulica elevata; questo effetto è dovuto solamente alla scala degli elaborati e tali sostegni sono situati all'esterno di queste aree. In ogni caso, si evidenzia che, in linea generale e considerata la particolare tipologia di intervento che prevede la realizzazione di sostegni dalle limitate dimensioni fisiche, è prevedibile che tale opera, in caso di piena, non ostacoli il naturale deflusso delle acque e, pertanto, non aumenti il rischio idraulico dell'area.

13. Carta di sintesi della pericolosità geologica e geomorfologica.

I risultati dell'indagine geologico-tecnica preliminare relativa alle zone interessate dalla realizzazione dal nuovo elettrodo 150 kV doppia terna "Roseto Valfortore - S.E. Troia" sono stati riepilogati in questo elaborato grafico (Elaborato SRIARI10052-4) che rappresenta la sintesi dell'insieme delle valutazioni di carattere geolitologico, geomorfologico ed idrogeologico ricavate dall'analisi dei relativi tematismi. La zona in esame è stata suddivisa in diverse aree ciascuna caratterizzata da specifici problemi relativi all'uso del suolo. In particolare vengono individuate due categorie principali: Aree di vincolo idraulico e geomorfologico ed Aree di pericolosità e criticità geologica e geomorfologica.

I primi riguardano le classi di pericolosità individuate dall'Autorità di Bacino della Puglia che si riportano così come perimetrare nel Piano Stralcio. Le modalità d'uso sono definite dalle norme di attuazione dello

stesso piano. Gli Areali di pericolosità e criticità geologica e geomorfologica riguardano invece le altre aree, quelle classificate a pericolosità media e moderata nello stesso Piano dell'A.d.B. Puglia, e vengono individuate e classificate dallo scrivente con i criteri indicati in tabella.

E' da precisare, tuttavia, che i giudizi espressi tengono conto di considerazioni di carattere di omogeneità generali rispetto alle relative argomentazioni geologiche. Pertanto, per i singoli sostegni, le caratteristiche geologiche, stratigrafiche e geotecniche dei terreni interessati andranno verificate puntualmente nelle successive fasi di progettazione, così come prevedono le leggi nazionali e regionali vigenti. Per definizione, la pericolosità da frana è la probabilità che, in una data area, un dissesto morfologico si verifichi. La valutazione della pericolosità è generalmente complessa e richiede la quantificazione, sia a livello spaziale che temporale, della probabilità di occorrenza dell'evento. Nel caso specifico, è stata considerata la pericolosità geomorfologica riferita alle aree che saranno interessate dall'appoggio dei sostegni. Questa pericolosità è stata valutata attraverso una sintesi degli elementi di carattere geologico e geomorfologico dedotta dalle carte tematiche di base (Carta geolitologica e Carta geomorfologica). I risultati di questa elaborazione esprimono un grado di pericolosità relativa.

Questa principale distinzione morfologica ha consentito di evidenziare più livelli di pericolosità geomorfologica. Si hanno pertanto quattro differenti aree con diversi livelli di pericolosità. Nella tabella sottostante vengono indicate, come anche riportate nella Carta della Pericolosità geomorfologica, il numero del sostegno con i livelli di pericolosità e la loro descrizione:

Pericolosità		N. Sostegni	Descrizione
PG2	Pericolosità Elevata A.d.B. Puglia	28 ÷ 41	Le aree classificate a pericolosità elevata PG2 rappresentano una "porzione di territorio caratterizzata dalla presenza di due o più fattori geomorfologici predisponenti l'occorrenza di instabilità di versante e/o sede di frana stabilizzata" A.d.B. Puglia.
P1	Pericolosità Elevata	Assenti	Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza
P2	Pericolosità media	20, 23, 25, 26, 38	Aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti, aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi.
P3	Pericolosità bassa	4 ÷ 6, 11, 12, 17 ÷ 19, 21, 24, 27, 43, 44	Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati naturalmente o artificialmente; aree con elementi geomorfologici (versanti acclivi), litologici (presenza di coperture) e giacaturali con bassa propensione al dissesto; aree con falda superficiale.
P4	Pericolosità nulla	1 ÷ 3, 7 ÷ 10, 13 ÷ 16, 22, 42, 45	Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

Per quanto attiene la pericolosità idraulica, si precisa che alcuni sostegni, il n. 13, 17, 18, 21, negli elaborati allegati sembrano lambire le aree a pericolosità idraulica elevata; questo effetto è dovuto solamente alla scala degli elaborati e tali sostegni sono situati all'esterno di queste aree.

14. Indicazioni per le successive fasi progettuali.

Nella tabella che segue, in base alla pericolosità delle aree di sedime dei sostegni, vengono fornite alcune indicazioni relative alla fattibilità degli interventi ed agli accorgimenti tecnici da definire nelle successive fase di progettazione.

Pericolosità		N. Sostegni	Indicazioni progettuali.
PG2	Pericolosità Elevata A.d.B. Puglia	28 ÷ 41	Per tutti gli interventi, l'A.d.B. richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata.
P1	Pericolosità elevata	Assenti	Non sono da prevedersi sostegni; qualora non sia possibile, saranno previsti sistemi di monitoraggio e realizzati interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione.
P2	Pericolosità media	20, 23, 25, 26, 38	Sono necessari approfondimenti di studi geologici ed indagini geognostiche, compreso il monitoraggio della stabilità del versante, per la verifica delle effettive condizioni di stabilità e per la realizzazione di eventuali interventi di messa in sicurezza.
P3	Pericolosità bassa	4 ÷ 6, 11, 12, 17 ÷ 19, 21, 24, 27, 43, 44	Sono necessari i normali studi geologici ed indagini geognostiche finalizzati alla definizione del modello geologico e geotecnico del sito ed alla definizione della stabilità del pendio.
P4	Pericolosità nulla	1 ÷ 3, 7 ÷ 10, 13 ÷ 16, 22, 42, 45	Saranno svolti i consueti studi ed indagini per la buona esecuzione delle infrastrutture.

15. Criteri progettuali delle strutture di fondazione

I criteri progettuali di seguito riportati fanno riferimento a quanto descritto nella “Relazione Tecnico Descrittiva” del Progetto Preliminare.

Per sostegni ubicati su terreni dalle buone/discrete caratteristiche geotecniche, le fondazioni di ogni sostegno saranno di tipo diretto e caratterizzate dalla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati).

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità di circa 3 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 m³; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m.

In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

Per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili, saranno necessarie fondazioni speciali (pali trivellati e micropali), che verranno definite e dimensionate sulla base di apposite indagini geognostiche e geotecniche.

In questo caso le opzioni possibili comprendono la realizzazione di pali trivellati o micropali a seconda delle caratteristiche del terreno. Nel primo caso, gli scavi riguarderanno la realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 m³ circa per ogni fondazione, posa dell'armatura e getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio. Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge.

Nel secondo caso, verranno realizzati una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista. Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 4 m³. Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato.

16. Movimento terre

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun “microcantiere” e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente.

In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

	Relazione Geologica Preliminare	Codifica SRIARI10052	
		Rev. N° 00	Pag. 23 di 24

17. Stabilità degli scavi

In fase di esecuzione delle opere, per quanto riguarda i plinti di fondazione dei sostegni dell'elettrodotto, saranno realizzati scavi di sbancamento per raggiungere il piano fondazionale.

Per garantire la massima sicurezza in fase di scavo, ed per evitare l'innescarsi di superfici di scivolamento all'interno dei fronti di scavo si procederà gradatamente, fino ad arrivare all'angolo di scarpa di progetto, per consentire il rilascio delle forze tensionali dei materiali portati a giorno.

Tutte le operazioni di scavo, inoltre, saranno effettuate adottando le massime precauzioni contro le infiltrazioni di acque meteoriche o altre cause di possibile deterioramento delle caratteristiche di resistenza dei materiali. In particolare, nel caso di fermi cantiere tecnici particolarmente lunghi, si provvederà alla copertura dei fronti di scavo con teli, partendo da almeno 2 m dal ciglio della scarpata, per evitare eccessive infiltrazioni dell'acqua piovana. Inoltre sarà evitato lo stazionamento dei mezzi e il posizionamento di pesi sul ciglio delle scarpate al fine di non pregiudicare la stabilità degli stessi.

Trattandosi di scavi di altezza massima intorno ai 4 metri, sulla base delle indagini in situ e in laboratorio geotecnico che saranno eseguite nelle successive fasi di progettazione, finalizzate alla caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni interessate, nonché a quelle idrauliche, saranno eseguite verifiche di stabilità dello scavo ed, eventualmente, individuati gli accorgimenti tecnici da predisporre per garantire la sicurezza degli operatori e quelle dei terreni circostanti.

18. Capacità portante dei terreni

In via preliminare, rimandando alle indagini in situ e di laboratorio che consentiranno sulla base dei parametri geotecnici reali di calcolare la capacità portante del terreno di fondazione, si ritiene che i terreni interessati dai sostegni dell'elettrodotto sono capaci di sostenere il peso trasmesso dai sostegni stessi. In questa fase, viene fatta la semplice considerazione solo in base al peso del terreno asportato alla profondità di quattro metri, considerando il peso di volume γ del terreno è variabile da 1,8 a 2,0 g/cm³, la pressione ammissibile risulta almeno pari a 0.72 – 0.80 Kg/cm².

19. Conclusioni

Lo studio preliminare ha consentito di inquadrare l'area dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico, nonché di fornire alcune indicazioni sulla sismicità dell'area, e di evidenziare alcune criticità geomorfologiche che saranno oggetto di rilievi geologici di dettaglio e di indagini adeguatamente programmate nelle successive fasi di progettazione definitiva ed esecutiva. Tali conoscenze consentiranno il corretto dimensionamento delle opere in funzione delle condizioni litotecniche dei terreni affioranti.

Saranno particolarmente dettagliati i rilievi geomorfologici e le indagini geognostiche in corrispondenza delle aree di ubicazione dei sostegni interessati da dissesti in atto o potenziali (sostegni 20, 23, 25, 26, 38), nonché in quelle classificate PG2 nel Piano Stralcio dell'A.d.B. della Regione Puglia.

Sulla base delle conoscenze fin ora acquisite è possibile, comunque, affermare che le previsioni progettuali sono compatibili con le condizioni geologiche, geomorfologiche presenti nell'area di studio.

20. Riferimenti bibliografici essenziali

- Carta geologica d'Italia (Scala 1:100.000): Foglio 163 – Lucera;
- Bruno G., Cherubini C., Pagliarulo R., Surgo C., Trizzino R. - Giornale di Geologia Applicata 3 (2006) 167-172
- Carta Idrogeomorfologica dell'A.d.B. Puglia;
- Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Foglio 421 Ascoli Satriano; Foglio 433 Ariano Irpino;
- Carta geologica del settore orientale dei Monti del Sannio (Matano e Pinto, 2000);
- Guida geologica Regionale "Puglia e Monte Vulture" (1999);
- Piano Stralcio dell'A.d.B. della Regione Puglia.