

**Raccordi 150 kV "S.E. Troia – Celle San Vito/Faeto"**

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**



**Storia delle revisioni**

Rev. n°	Data	Descrizione
00	20/07/2013	Prima emissione

Redatto	Verificato	Approvato
Arch. F. Zaccara Geol. P. Lorenzo	G. Luzzi ING/SI-SA	N. Rivabene ING/SI-SA

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RIFERIMENTI DI PROGETTO.....</b>	<b>3</b>
<b>4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....</b>	<b>4</b>
<b>5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>5</b>
5.1 STRATIGRAFIA.....	6
Depositi marini di Fossa Bradanica .....	7
Depositi continentali.....	7
5.2 TETTONICA .....	8
5.3 GEOMORFOLOGIA E STABILITÀ DEI VERSANTI.....	8
<b>6. CARATTERI IDROGRAFICI.....</b>	<b>10</b>
<b>7. CARATTERI IDROGEOLOGICI CON INDICAZIONI DI VULNERABILITÀ .....</b>	<b>11</b>
<b>8. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....</b>	<b>12</b>
8.1 INDAGINI PREGRESSE .....	12
8.2 SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI.....	12
8.3 PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO .....	13
8.3.1 Caratteristiche geotecniche .....	15
8.4 SISMICA SUPERFICIALE .....	15
8.4.1 Simica a rifrazione.....	15
8.4.2 Unità sismo-stratigrafiche e parametri elasto - meccanici .....	16
8.4.3 Categoria di suolo di fondazione .....	17
<b>9. SISMICITÀ DELL'AREA .....</b>	<b>18</b>
<b>10. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE DEL TRACCIATO .....</b>	<b>22</b>
<b>11. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA PUGLIA.....</b>	<b>23</b>
<b>12. INDICAZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA. ....</b>	<b>24</b>
<b>13. MODELLO GEOLITOLOGICO - GEOTECNICO .....</b>	<b>25</b>
<b>14. CRITERI PROGETTUALI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE .....</b>	<b>29</b>
<b>15. MOVIMENTO TERRE.....</b>	<b>29</b>
<b>16. CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI.....</b>	<b>30</b>
<b>17. CONDIZIONI DI SICUREZZA DELLE AREE DI UBICAZIONE DEI SOSTEGNI .....</b>	<b>32</b>
17.1 SOSTEGNI RICADENTI IN AREE A PERICOLOSITÀ ELEVATA (PG2).....	32
17.2 SOSTEGNI RICADENTI IN AREE A PERICOLOSITÀ MEDIA E MODERATA (PG1).....	36
<b>18. CONCLUSIONI.....</b>	<b>36</b>
<b>19. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI.....</b>	<b>37</b>

## 1. Premessa

La presente relazione costituisce lo studio geologico preliminare a supporto dell'intervento in progetto relativo al nuovo elettrodo 150 kV doppia terna "S.E. Troia– Celle San Vito/Faeto", in Provincia di Foggia.

Al fine di definire le caratteristiche geologiche dell'area interessata dall'attraversamento dell'opera sono state svolti studi e indagini 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

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

E' stato espletato un rilievo geologico e geomorfologico dell'area in scala 1:5.000 con il quale sono state redatte le seguenti tavole in scala 1:10.000:

Tavole	Elaborato	Scala
DEFR10017BASA00260_01	Carta geolitologica con ubicazione delle indagini	1: 10.000
DEFR10017BASA00260_02	Carta geomorfologica	1: 5.000
DEFR10017BASA00260_03	Carta del Piano Stralcio AdB Puglia	1: 10.000
DEFR10017BASA00260_04	Carta idrogeologica con indicazione della vulnerabilità degli acquiferi	1: 10.000

## 2. Inquadramento geografico

L'elettrodotto in progetto si inserisce su di una fascia avente una larghezza di circa 15 km, interamente compresa nel territorio della Regione Puglia, tra il comune di Troia, verso est, e quello di Celle di San Vito, verso ovest, entrambi appartenenti alla provincia di Foggia.

Nel tratto orientale ed occidentale l'area interessata dall'opera è essenzialmente pianeggiante, con una variazione di quote, nel primo caso dai 450 ai 500 m s.l.m e nel secondo caso da 850 a 900 m. nel tratto intermedio il tracciato affronta un salto morfologico di circa 200 metri di quota.

## 3. Riferimenti di progetto

L'elettrodotto sarà costituito da una palificazione a semplice e 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 in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 350 m.

Il conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm<sup>2</sup>.

I sostegni saranno del tipo a semplice terna e doppia terna, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno. Essi 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 semplice e doppia terna sono composte da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni a cui possono resistere, disponibili in diverse altezze utili (di norma da 9 m a 33 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 vette che vanno da quote di circa 6-700m, verso est, a 1012m (Monte San Vito), uno dei monti più alti della Puglia, collegate fra loro da dorsali ad andamento circa rettilineo che degradano verso est, separate da valli ampie e che dividono versanti con pendenze variabili dai pochi gradi ai 30°. Vi affiorano i termini più antichi dei depositi marini (miocenici), con formazioni fliscioidi prevalentemente lapidee e/o o prevalentemente pelitiche (Formazione della Daunia e Formazione delle Argille Varicolori), in esposizione lungo i principali fossi o sui versanti con maggiore pendenza. Le aree collinari 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 fascia collinare interessata dal tracciato è caratterizzata, pertanto, da morfologie che degradano da ovest verso est, passando da quote di 598m (Monte Santa Trinità) ad una quota medie di circa 450m verso est. La porzione più orientale di questa fascia collinare è rappresentata da ampie superfici suborizzontali delimitate da versanti con basse pendenze (con inclinazione inferiore ai 5°). Vi affiorano terreni più recenti con sabbie e argille plio-pleistoceniche, ben evidenti lungo i principali fossi presenti nell'area di studio.

La fascia morfologica di collegamento fra le due differenti configurazioni precedentemente descritte coincide con un gradino morfologico ad andamento appenninico, nord ovest – sud est, individuato in corrispondenza del passaggio dei depositi pliocenici di fossa e i terreni appenninici. Questo gradino, posto fra il Monte Buccolo ad est e il Piano Petricci ad ovest, è rappresentato da un versante con pendenza maggiore dei 40° e un salto di quota di circa 130 m.

## 5. Inquadramento geologico

L'area indagata ricade geologicamente a ridosso del margine esterno dell'Appennino Dauno e del margine orientale della Fossa Bradanica.

Il margine esterno dell'Appennino vede l'affioramento di depositi fliscioidi miocenici, rappresentati soprattutto da una formazione prevalentemente lapidea (Formazione di della Daunia) alternata ad una prevalentemente argillosa (Argille Varicolori).

Nell'area della Fossa Bradanica sono presenti terreni molto più recenti, dal Pliocene al Pleistocene. I primi sono posti al contatto con i depositi fliscioidi appenninici in posizione trasgressiva e caratterizzati da una successione prevalentemente conglomeratica e sabbiosa. I secondi, affioranti più verso est, sono ben identificati da una successione regressiva rappresentati dal basso verso l'alto da argille e sabbie e conglomerati.



*Figura 1: distinzione dei domini geologi (da Bruno G. et alii 2006)*

L'Appennino Dauno rappresenta la porzione più orientale dell'Appennino meridionale. E' 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. L'Appennino Dauno è caratterizzato da rocce sedimentarie, nelle quali prevalgono sia unità prevalentemente lapidee (Formazione della Daunia o Flysch di Faeto) sia unità prevalentemente argillitiche, molto destrutturate (Argille Varicolori). Nelle aree di affioramento di questi ultimi terreni è maggiormente diffusa la presenza di frane e/o movimenti gravitativi superficiali.

La Fossa Bradanica nell'area foggiana coincide con il Tavoliere. E' paleogeograficamente individuata come 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. È 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.

## 5.1 Stratigrafia

Nell'area di studio si rilevano tre diversi tipi di terreni:

1. depositi marini appenninici
2. depositi marini di Fossa Bradanica
3. depositi continentali.

I primi sono rappresentati dalle formazioni fliscioidi appenninici, i secondi dalla successione stratigrafica plio – pleistocenica appartenente al Bacino di Fossa Bradanica. Il terzo gruppo è costituito da terreni quaternari prevalentemente alluvionali di spessore ridotto ma di importante area di affioramento.

Depositi marini appenninici

I principali depositi appenninici affioranti nell'area di studio, considerandoli dai più antichi ai più recenti, sono i seguenti:

- Formazione delle Argille Varicolori (Cretacico superiore – Oligocene)

La formazione delle Argille Varicolori affiora estesamente lungo tutto l'Appennino meridionale. È presente soprattutto in modo quasi costante lungo il suo margine esterno. Nell'area di studio si rileva nella porzione più meridionale dell'area indagata. Non è direttamente interessato dal tracciato. In affioramento si presenta come una formazione argillosa caotica, molto tettonizzato per il notevole trasporto tettonico subito durante l'orogenesi appenninica. In alcuni casi si rilevano con pezzame litoide inglobato, proveniente da fenomeni gravitativi recenti e superficiali.

I termini basali sono costituiti da argille, marne silicifere e calcilutiti con rare intercalazioni di diaspri grigi e rossastri.

Verso l'alto si ha un'alternanza di argille e argille marnose di colore rosso e verde, spesso scagliose, associate a calcareniti micacee, calcilutiti torbiditiche e talora diaspri. Le calcareniti sono di colore grigio scuro e presentano impronte da carico e da corrente alla base degli strati.

Nella parte sommitale sono frequenti le intercalazioni di arenarie micacee e arenarie tufitiche che presentano un caratteristico colore marrone scuro.

La letteratura scientifica indica per questa formazione, per quanto l'elevato grado di tettonizzazione non consenta misurazioni precise, uno spessore dell'ordine dei 500 metri.

- Formazione del Flysch della Daunia (Miocene)

La Formazione della Daunia, conosciuta anche come Flysch di Faeto, appartiene alla successione sedimentaria dell'Unità Irpina.

E' un flysch torbiditico prevalentemente calcareo - marnoso 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 con colori che vanno dal verde chiaro al grigio, al biancastro. Sono presenti anche litotipi brecciosi e calciruditi intraformazionali.

Questa formazione affiora estesamente nella porzione più occidentale dell'area di studio, caratterizzando gran parte dei rilievi del margine appenninico interessato direttamente o indirettamente dal tracciato dell'elettrodotto. Esposizioni significative si rilevano lungo le scarpate che bordano la strada comunale di collegamento fra Troia e Celle di San Vito, sui versanti orientali di Monte Buccolo o lungo il crinale che collega quest'ultimo rilievo a Monte San Vito.

#### *Depositi marini di 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. Le argille subappennine 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, in località Serra dei Bisi, da un conglomerato poligenico e polidimensionale con frequenti livelli sabbiosi cementati.

#### *Depositi continentali*

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

I sedimenti alluvionali sono presenti sia come depositi recenti ed attuali, lungo i principali fiumi, 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 le piane alluvionali presenti lungo il Torrente Celone, a nord, e gli affluenti del Torrente Sannoro a sud.

Alcuni depositi alluvionali terrazzati si rilevano in affioramenti soprattutto nella parte meridionale dell'area studiata. 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 su tre lati da scarpate molto degradate di altezza variabile intorno ad alcuni metri.

I depositi di frana sono presenti soprattutto sui versanti appenninici, nelle aree di affioramento sia della Formazione della Daunia che delle Argille Varicolori. 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 sabbioso – 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 detriti superficiali eluvio – colluviali 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 polidimensionali. Lo spessore del detrito varia, in funzione della pendenza dei versanti, dai pochi decimetri ad alcuni metri.

La redazione della carta geolitológica è stata effettuata sia sulla base di bibliografia esistente che di un rilievo di superficie. Sono stati consultati i fogli della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 redatta negli anni '60 e 70. Di questa pubblicazione sono stati consultati, in particolare, i fogli "174 – Ariano Irpino" e "163 – Lucera". Le informazioni ricavate da questa cartografia sono state integrate da risultati di studi riportati in più recenti pubblicazioni, oltre che da rilievi di superficie condotti in campagna.

Nella carta geolitológica (elaborati 1.1 e 1.2) sono stati cartografati gli affioramenti principali distinti litologicamente e sulla base della letteratura scientifica.

## **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.

## **5.3 Geomorfologia e stabilità dei versanti**

I rilievi morfologici, condotti tramite aerofotointerpretazione e rilevamenti di campagna, hanno consentito di evidenziare aree caratterizzate da un'intensa attività franosa. Sulla carta morfologica, prodotta a seguito dei rilievi effettuati su tutta l'area di indagine, sono state riportate tutte le aree in frana distinte per stato di attività. La gran parte dei movimenti rilevati possono essere classificati come frane quiescenti, che attualmente non sono attive ma che sono ancora potenzialmente riattivabili. Altri dissesti sono stati classificati come inattivi o naturalmente stabilizzati, nel senso che l'agente morfogenetico che ha provocato il dissesto ha esaurito la propria attività. Queste frane 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.

Particolare attenzione è stata rivolta al rilevamento delle frane attive nel periodo di rilevamento (maggio - giugno 2010), classificate come tali perché interessate da processi ancora in atto. Mentre le frane attive di prima generazione sono morfologicamente ben evidenti e quindi facilmente rilevabili, quelle antiche riattivate sono classificabili come tali solo sulla base di un rilevamento dello stato di fessurazione delle strutture ed infrastrutture.

Le zone maggiormente interessate da dissesti gravitativi sono quelle della porzione centrale e orientale dell'area investigata.

La stabilità e la dinamica evolutiva dei versanti dipendono da fattori legati al clima, alle condizioni idrogeologiche, alla sismicità e variano notevolmente in funzione della natura litologica e della storia tettonica delle varie unità affioranti nell'area.

Sulla base delle zone di affioramento delle diverse litologie è possibile distinguere, pertanto, aree caratterizzate da una diversa evoluzione morfologica dei versanti, da ben definite tipologie franose e da una differente estensione e intensità dei dissesti.

Nelle aree in cui affiorano i depositi clastici plio-pleistocenici dell'Avanfossa Bradanica, rappresentati da sedimenti argillosi, sabbiosi e conglomeratici, si rileva un'attività franosa importante in corrispondenza di versanti con maggiori pendenza. Questi dissesti sono particolarmente diffusi in corrispondenza dei versanti posti a nord ed a sud di "Piano Petricci", rappresentato da un'ampia dorsale ad andamento est ovest che si sviluppa da Monte San Trinità, verso est, a Monte Buccolo ad ovest. In tali aree, in particolare, le frane rilevate possono essere classificate come scorrimenti rotazionali, rototraslazionali e traslazionali, spesso evolventisi con modalità retrogressiva. Gli scorrimenti rotazionali e traslazionali sono caratterizzati da movimenti di grandi masse lungo superfici di scorrimento circolari o lungo piani di debolezza preesistenti. I corpi di frana più antichi o hanno subito riattivazioni oppure sono stati morfologicamente degradati da successivi processi erosivi.

Dove i versanti argillosi presentano basse pendenze sono presenti fenomeni di creep che coinvolgono i livelli più superficiali e più degradati dell'affioramento.

Le scarpate delle superfici sub-orizzontali con substrato argilloso o sabbioso sono caratterizzate da fenomeni di crollo determinati soprattutto da erosione al piede delle scarpate. Si tratta di fenomeni abbastanza diffusi nell'area di studio e vanno ad interessare gran parte delle scarpate argillose e/o sabbiose presenti.

Nelle aree dove affiorano terreni fliscioidi a diverso contenuto pelitico (Flysch della Daunia) la tipologia di frana prevalente è strettamente connessa alla natura litologica ed al grado di fratturazione. In particolare là dove le predette formazioni sono essenzialmente lapidee, i pendii sono caratterizzati da movimenti di massa che imprimono improvvise accelerazioni alla dinamica morfogenetica dei versanti e che si producono essenzialmente mediante crolli, ribaltamenti e scorrimenti traslazionali. I crolli sono le frane più diffuse e si verificano essenzialmente in corrispondenza di scarpate verticali. Tali tipologie di frana hanno come principale causa i frequenti ed intensi terremoti e i periodici eventi critici di pioggia. Gli scorrimenti traslazionali avvengono lungo superfici di scorrimento coincidenti con sottili livelli argillosi presenti fra gli strati lapidei, mentre i ribaltamenti ed i crolli sono fortemente condizionati dal tipo e grado di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Dove prevale la frazione pelitica, la propensione al dissesto è notevole ed è determinata dalle caratteristiche geomeccaniche delle argille. I dissesti tipici di questi terreni sono rappresentati da frane per scorrimento traslazionale e per colamento. Nell'area di studio questi dissesti sono stati rilevati sui versanti settentrionali e meridionali della dorsale che collega il Monte Buccolo a Monte San Vito, in corrispondenza dei versanti maggiormente inclinati e in presenza di un substrato rappresentato dai livelli più argillosi della Formazione della Daunia.

Nelle aree dove affiorano i terreni argilloso-marnosi e strutturalmente complessi (Formazione delle Argille Varicolori) la franosità è diffusa ed intensa ed è caratterizzata da frane generalmente attive, specie a seguito di eventi di pioggia critici. Tale rilevante propensione al dissesto è determinata dalla natura prevalentemente argillosa e da intensa e diffusa fessurazione e deformazione, dovute alla complessa storia geologica.

Le tipologie di frana più diffuse nei terreni argilloso-marnosi delle Argille Varicolori sono rappresentate dai colamenti. Particolarmente presenti sono le colate di terra che presentano meccanismi di movimento prevalentemente traslazionale (mudslides). In questo caso il materiale coinvolto nel movimento è costituito da terreni argillosi fortemente degradati e destrutturati. Lo spessore del materiale di frana è molto variabile ed il movimento avviene su una superficie di scorrimento ben definita. Sulla base della morfologia delle zone di accumulo, prevalentemente estesa in lunghezza e con scorrimento in linee di impluvio, la maggior parte delle colate traslazionali può essere classificata come colamenti incanalati. Meno frequenti sono le colate di fango. Queste si presentano di spessore limitato e con superfici di scorrimento non ben definite. Hanno minori dimensioni rispetto alle precedenti e pertanto sono più facilmente soggette a degradazione morfologica e quindi di difficile individuazione.

Esempi molto evidenti di colate sono rilevabili nella porzione più meridionale dell'area indagata, dove, in particolare, è presente una estesa colata incanalata attiva delimitata da versanti caratterizzati da più dissesti anch'essi classificati come colate attive.

Nella carta geomorfologica (elaborato DEFR10017BASA00260\_02) sono stati riportati gli elementi geomorfologici più significativi (scarpate frana da crollo, cigli di distacco di frana, corpo di frana, dorsali morfologiche, ecc.) che possano in qualche modo evidenziare fenomeni di instabilità potenziali o in atto nell'area di studio.

## **6. Caratteri idrografici**

L'area di studio ricade a cavallo di due distinti bacini idrografici: quello del Torrente Celone, che delimita l'area di studio verso nord, e quello del Torrente Cervaro, i cui affluenti (Torrente Sannoro) limitano l'area indagata verso sud. Entrambi i corsi d'acqua presentano un andamento generale sud ovest – nord est e sfociano entrambi, dopo aver attraversato il Tavoliere, nel Mare Adriatico nei pressi di Manfredonia.

Il reticolo idrografico evidenziato riflette la permeabilità dei terreni affioranti. E' presente un reticolo idrografico poco ramificato in gran parte dell'area studiata determinato dalla presenza di terreni con una media permeabilità primaria o secondaria. Un reticolo idrografico molto sviluppato si riscontra in corrispondenza degli affioramenti delle Argille Varicolori o dei termini più pelitici della Formazione Dauna.

Il Torrente Celone 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.

Il Torrente Cervaro è un corso d'acqua tipicamente a carattere torrentizio. Nasce anch'esso nell'Appennino Dauno, nella provincia avellinese. Taglia l'Appennino con un andamento quasi rettilineo con direzione sud ovest – nord est. Uno dei suoi principali affluenti, il torrente Sannoro, si sviluppa nella porzione meridionale dell'area di studio. Si presenta con un andamento a tratti meandriforme delimitato da versanti a bassa pendenza molto degradati.

I sostegni previsti non andranno a perturbare il reticolo idrografico esistente, essendo stati localizzati a una distanza mai inferiore a 10 metri dagli argini dei corsi d'acqua minori (reticolo idrografico minore) attraversati dall'elettrodotto.

I sostegni previsti non andranno a perturbare il reticolo idrografico esistente, essendo stati localizzati a una distanza mai inferiore a 10 metri dagli argini dei corsi d'acqua minori (reticolo idrografico minore) attraversati dall'elettrodotto.

## 7. Caratteri idrogeologici con indicazioni di vulnerabilità

Lo studio dell'idrogeologia dell'area interessata dal tracciato del nuovo elettrodotto ha evidenziato i principali caratteri idrogeologici dei terreni. La costruzione della relativa Carta Idrogeologica è stata elaborata attraverso una procedura che ha seguito, nelle linee generali, le metodiche indicate dal Quaderno n°5 del Servizio Geologico Nazionale "Carta Idrogeologica d'Italia – Guida al Rilevamento e alla rappresentazione". In particolare, dalle diverse tavole previste dalla Guida n°5, è stata elaborata la Tavola della Carta dei Complessi idrogeologici (DEFR10017BASA00260\_04) distinti in funzione della loro permeabilità e del loro grado di vulnerabilità.

Nello schema proposto i terreni sono stati suddivisi in complessi idrogeologici. Un Complesso Idrogeologico può essere definito come l'insieme di termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente in comune e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variabilità piuttosto ristretto (Civita, 1973).

La differenziazione tra un complesso e l'altro è data dal grado di permeabilità relativa, indipendentemente dal tipo. Sono stati previsti tre gradi di permeabilità relativa definiti tenendo conto sia di parametri statistici come l'analisi granulometrica, l'indice di fratturazione ecc., sia del confronto con gli altri complessi adiacenti. Nella classificazione proposta il grado di permeabilità è stato suddiviso in Alto, Medio e Basso e assegnato suddividendo i diversi complessi per tipologia di permeabilità prevalente tra Complessi dotati di permeabilità primaria (per porosità) prevalente e Complessi dotati di permeabilità secondaria (per fessurazione) prevalente.

A questi complessi sono stati ricondotti i diversi corpi geologici cartografati nella carta geologica.

n.	Complessi idrogeologici	Permeabilità						Descrizione
		Primaria			Secondaria			
		Alta	Media	Bassa	Alta	Media	Bassa	
1	Detritico - alluvionale	X						Terreni di frana, alluvioni recenti ed antiche
2	Conglomeratico sabbioso	X						Sabbie e conglomerati pliocenici e pleistocenici
3	Calcareo – arenaceo - argilloso					X		Formazione della Daunia
4	Argilloso - marnoso						X	Argille Varicolori
5	Argilloso pleistocenico			X				Argille Subappennine

In sostanza falde idriche importanti, con piezometrica ad alcuni metri dal piano campagna, sono presenti solo in presenza delle alluvioni dei principali corsi d'acqua del Torrente Celone e del Torrente Sannoro. Falde possono essere presenti all'interno dei depositi sabbiosi pliocenici, affioranti lungo la fascia pedemontana. Non si registrano sorgenti importanti.

La vulnerabilità delle falde acquifere è stato definito sulla base delle caratteristiche medie di permeabilità e delle condizioni prevalenti di affioramento ed è rappresentato da un indice di vulnerabilità specifica dei diversi Complessi. Nel dettaglio le classi di vulnerabilità assegnate ai diversi complessi sono riportate nella tabella della Vulnerabilità dei Complessi idrogeologici:

N.	Complessi	Vulnerabilità		
		Alta	Media	Bassa
1	Detritico - alluvionale	X		
2	Conglomeratico sabbioso	X		
3	Calcareo – arenaceo - argilloso		X	
4	Argilloso - marnoso			X
5	Argilloso pleistocenico			X

La vulnerabilità della falda acquifera superficiale è pertanto da considerarsi, salvo per le aree contraddistinte da un sottosuolo argilloso, mediamente elevata.

La linea elettrica intercetta le aree a maggiore vulnerabilità nella porzione mediana del tracciato, solo con tre sostegni (8, 9 e 15).

## 8. Indagini geognostiche

Al fine di

- ricostruire il modello geolitologico del sottosuolo bei due differenti domini geolitologici, con individuazione dello spessore della copertura detritica e quindi la profondità del substrato
- ricostruire le geometrie dei vari livelli litologici presenti
- ricostruire l'andamento dell'eventuale falda acquifera
- ottenere la caratterizzazione sismica del sito come previsto dalle Norme Tecniche del 14/01/2008
- ottenere la caratterizzazione geotecnica dei terreni necessaria sia per le verifiche di stabilità

sono state eseguite sia indagini dirette che indirette. Le prime sono consistite in 2 sondaggi meccanici con prelievo di 4 campioni analizzati in laboratorio geotecnico; le seconde in 4 sismiche a rifrazione in onde P e in 4 MASW.

### 8.1 Indagini pregresse

Lungo il tracciato dell'elettrodotto in progetto sono presenti numerosi campi eolici, per i quali in fase di progettazione esecutiva sono state eseguite più indagini geognostiche. Alcune di queste indagini sono state consultate, anche se non è stato possibile allegarle alla presente relazione. Si riporta, comunque, il risultato di una campagna di indagine condotta all'interno dell'area della Stazione Elettrica di Troia. In questo caso sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche statiche ubicate in diversi punti della S.E su terreni appartenenti alla successione delle Argille subappennine. Queste indagini hanno consentito di individuare le principali caratteristiche geotecniche dei terreni indagati.

### 8.2 Sondaggi meccanici eseguiti

Sono stati programmati e realizzati 2 sondaggi meccanici a rotazione, ubicati in corrispondenza dei principali affioramenti presenti lungo il tracciato. Il sondaggio S1 è stato terebrato sui terreni fliscioidi della successione del Flysch di Faeto mentre il sondaggio S2 in corrispondenza dell'affioramento della successione sabbioso – argillosa plio – pleistocenica. L'ubicazione dei due sondaggi è stata individuata anche considerando lo sviluppo del tracciato e le aree a maggiore pericolosità geologica.

I sondaggi sono stati eseguiti nel mese di settembre 2012. Le stratigrafie ricavate e la documentazione fotografica sono riportate nell'Allegato 2

La profondità investigata è di 15 metri. In ogni sondaggio sono stati prelevati a varie profondità alcuni campioni indisturbati necessari per caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni attraversati dalle perforazioni.

Il sondaggio **S1**, ubicato al limite fra un'area Pg1 e Pg2, in adiacenza della strada comunale che porta verso Celle San Vito, sul versante orientale del Monete San Vito, a quota 920 m, lungo l'asse di una dorsale morfologica. La stratigrafia ha evidenziato la presenza di un deposito detritico superficiale di circa 0.80 metri, al di sotto del quale è stato rinvenuto, fino alla profondità di 6 m dal p.c., una successione prevalentemente lapidea costituita da strati arenacei giallastri alternati a sottili straterelli argillosi grigio azzurri. Segue un livello di spessore di 1.20 m di argilla grigio azzurra con strati centimetrici di arenaria. Questi ultimi caratterizzano il livello sottostante, di spessore intorno a 0.70 m e costituito da una successione di strati arenacei decimetrici. Segue fino a fondo foro una successione di argilla scagliosa di colore variabile dal grigio scuro al verde opaco.

In questo sondaggio sono stati prelevati 2 campioni indisturbati alle profondità di 3.00 metri e 9.00 metri, rispettivamente nel livello argilloso arenaceo e in quello argilloso scaglioso

Questa descrizione stratigrafica è rappresentativa della successione stratigrafica del Flysch di Faeto.

Il sondaggio **S2** è ubicato in un'area Pg2, lungo la strada comunale che collega Troia a Celle San Vito, alla quota di circa 720 m s.l.m. Ha raggiunto una profondità di 15 metri dal piano campagna. Nella stratigrafia è stato individuato un detrito sabbioso per meno di 1 metro e mezzo, seguito, fino alla profondità di 10.00 m, da una successione di livelli prevalentemente limoso – argillosi, alternati a livelli millimetrici di sabbia rossiccia e di argilla grigio azzurra. Da 9.0 m per 30 cm è presente un livello con elementi lapidei di dimensioni centimetriche e decimetriche posti in una matrice limo argillosa. Il resto del sondaggio fino a fondo foro ha consentito di individuare una successione essenzialmente argillosa con argille grigiastre.

Sono stati prelevati 2 campioni, entrambi all'interno del livello limoso, alle profondità di 3.0 m e di 9.0 m.

### **8.3 Prove di laboratorio geotecnico**

Le litologie individuate attraverso la lettura delle stratigrafie dei sondaggi meccanici possono raggrupparsi nelle seguenti successioni:

- (AS) Argille scagliose (livello prevalentemente argilloso del Flysch di Faeto)
- (LA) Limo argilloso (livello limoso e argilloso della successione di regressione marina pliocenica)

Su tutti i campioni prelevati sono state determinate, tramite analisi di laboratorio, le principali proprietà indici, le caratteristiche granulometriche e di resistenza al taglio.

I campioni prelevati nei sondaggi realizzati nell'area in esame sono:

- C1 – S1, prelevato alla profondità di 3.00 m dal piano campagna, all'interno di un livello argilloso del Flysch di Faeto (AS)
- C2 – S1, prelevato alla profondità di 9.00 m dal piano campagna, all'interno delle argille scagliose del Flysch di Faeto (AS)

- C1 – S2, prelevato alla profondità di 3.00 m dal piano campagna, all'interno della successione limoso argillosa pliocenica (LA)
- C2 – S2, prelevato alla profondità di 10.00 m dal piano campagna, all'interno della successione limoso argillosa pliocenica (LA).

Le analisi di laboratorio su tutti i campioni sono state eseguite dal laboratorio Geotest S.a.s. di Melfi (Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti). Tutti i campioni analizzati sono rientrati nella classe dei campioni (AGI) Q5. Su tutti sono state eseguite le analisi granulometriche e le prove per la definizione delle caratteristiche fisiche.

I risultati delle prove geotecniche di laboratorio sono riportati nell'Allegato 3.

Il campione **C1-S1** è classificabile in base alle analisi granulometriche come un'argilla limosa debolmente sabbiosa. La frazione argillosa del campione appartiene, in base alla carta di plasticità di Casagrande, alla classe delle argille inorganiche di media compressibilità. La prova di taglio diretto consolidata e drenata eseguita sul campione indisturbato, ha verificato le scadenti caratteristiche di resistenza. Il valore di coesione è risultato pari a 18,0 KPa mentre l'angolo d'attrito pari a 14,0°. Il valore di angolo d'attrito residuo è risultato pari a 11.1°.

Il campione **C2-S1** è un'argilla con limo con una bassa percentuale di sabbia. La frazione argillosa si pone, nella carta di plasticità di Casagrande, nel campo delle argille inorganiche a media compressibilità. Con il taglio diretto consolidato drenato è stato individuato un valore di coesione pari a 34 kPa e un angolo d'attrito di 14.5°.

Il campione **C1-S2** è un'argilla limosa debolmente sabbiosa. La frazione argillosa è classificata, in base alla carta di plasticità di Casagrande, come argille inorganiche a media compressibilità. Il valore di coesione e di angolo di attrito ottenuti attraverso una prova di taglio diretto CD sono pari rispettivamente a 8 kPa e 15.0°.

Il campione **C2-S2** è classificato come un'argilla limosa debolmente sabbiosa. La frazione argillosa del campione appartiene alla classe delle argille inorganiche di media compressibilità. La prova di taglio diretto consolidata e drenata eseguita sul campione indisturbato ha verificato le scadenti caratteristiche di resistenza: il valore di coesione è risultato pari a 19,0 KPa mentre l'angolo d'attrito pari a 18,5.

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio hanno evidenziato un'uniformità dei principali parametri geotecnici per ogni classe litologica.

Nelle tabelle sottostanti si riportano i principali risultati delle analisi di laboratorio eseguite sui 4 campioni.

campioni	descrizione litologica	Classe litologica di appartenenza	Wn (%)	$\square_v$ (Kn/m <sup>3</sup> )	$\square_{sat}$ (Kn/m <sup>3</sup> )	$\square_s$	Sr
<b>C1 S1</b>	Argilla limosa debolmente sabbiosa	AS - Argilla Flysch di Faeto	21.8	18.8	19.6	2.73	81
<b>C2 S1</b>	Argilla con limo	AS - Argilla Flysch di Faeto	14.8	19.2	20.3	2.71	68
<b>C1 S2</b>	Argilla limosa debolmente sabbiosa	LA - Argilla pliocenica	24.2	19.3	19.7	2.73	92
<b>C2 S2</b>	Argilla limosa debolmente sabbiosa	LA - Argilla pliocenica	21.9	20.0	20.2	2.73	95

campioni	classe litologica	granulometria				limiti				tg cd		
		Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	LL	LP	IP	Ic	c' KPa	$\square'$	$\square_r$
<b>C1 S1</b>	AS	1.3	6.4	11.2	81.1	48,5	21,1	27,4	0.97	18.0	14.0	11.1
<b>C2 S1</b>	AS	0	4.1	30.9	65.0	40,1	18,6	21,5	1.18	34.0	14.5	

<b>C1 S2</b>	LA	1.6	5.4	29.0	64.0	47.0	23.8	23.2	0.98	8.0	15.0	
<b>C2 S2</b>	LA	1.5	3.6	37.5	57.4	44.1	21.6	22.5	0.99	19.0	18.5	

### 8.3.1 Caratteristiche geotecniche

Nelle tabelle seguente vengono riportate le caratteristiche geotecniche, distinte per classi litologiche, ottenute dalle prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati nei sondaggi eseguiti. In assenza, per ogni classe litologica, di un numero sufficiente di campioni per calcolare tramite analisi statistica i valori caratteristici, e considerato che le prove di laboratorio hanno fornito dati grossomodo uniformi, i parametri geotecnici rappresentativi delle due classi litologiche sono stati individuati considerando quelli medi.

Al fini della verifica analitica delle condizioni di stabilità dei versanti si è ritenuto di considerare i seguenti valori medi:

Principali parametri geotecnici rappresentativi	Taglio diretto CD				
	$\gamma_v$	$\gamma_{sat}$	$c'$	$\phi'$	$\phi_r$
Litologia	KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	KPa	°	°
Argille del Flysch di Faeto	19	19.95	26	14.25	11.1
Argille e limo (Pliocene)	19.6	19.95	13.5	16.7	

## 8.4 Sismica superficiale

La campagna geognostica a carattere geofisico finalizzata alla caratterizzazione sismica dei terreni presenti nell'ara di studio, è consistita in 4 Base Sismica a Rifrazione di Superficie e in 4 Masw. Queste indagini sono state ubicate lungo il tracciato dell'elettrodotto, nelle aree a maggiore pericolosità geologica. La descrizione di queste indagini e le loro interpretazioni sono allegate alla presente relazione. A seguire si riportano in sintesi i principali risultati ottenuti.

### 8.4.1 Sismica a rifrazione

Le sismiche a rifrazioni eseguite hanno consentito di ricostruire le sezioni sismo - stratigrafiche in corrispondenza dei 4 stendimenti.

Nella **base sismica 1**, ubicata fra i sostegni dell'elettrodotto 24 e 25, sono stati individuati tre distinti sismo strati:

- al piano campagna fino a profondità compresa tra 3,00 - 3,80 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 377 m/s. Questo livello, molto lento, corrisponde alla copertura detritica superficiale;
- il secondo sismostrato è caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 1719 m/s con base a profondità variabile tra 10,70 - 14,00 m. Si tratta di terreni di discreta rigidità sismica riferibili a sedimenti argillosi con livelli lapidei.
- Il terzo sismostrato è caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 2538 m/s corrispondente a terreni di buona rigidità sismica riferibile ad argilliti con frequenti livelli lapidei

Nella **base sismica 2**, ubicata fra i sostegni dell'elettrodotto 20 e 21, sono stati individuati tre distinti sismostrati, con caratteristiche sismiche a quelle della base sismica 1:

- dal piano campagna fino a profondità compresa tra 2,50 - 3,40 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 439 m/s e corrispondente a depositi detritici;
- un secondo sismostrato, caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 1762 m/s con base a profondità variabile tra 5,90 - 11,50 m, corrisponde a sedimenti argillosi con livelli lapidei;
- un terzo sismostrato è caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 2134 m/s, caratteristico di terreni di buona rigidità sismica costituiti da argilliti con frequenti livelli lapidei

Nella **base sismica 3**, eseguita in corrispondenza del sostegno n. 17, sono stati individuati, come in quelle precedenti, tre sismostrati:

- dal piano campagna fino a profondità compresa tra 3,90 - 5,10 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 495 m/s, corrispondente ad un livello detritico più o meno addensato;
- il secondo sismostrato è caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 1428 m/s con base a profondità variabile tra 8,60 - 13,70 m. Si tratta di sedimenti argillosi con livelli lapidei;
- nel terzo sismostrato sono state registrate velocità medie delle onde P pari a 2055 m/s; i terreni caratteristici di questo livello sono dotati di buona rigidità sismica e riferibile ad argilliti con livelli lapidei

Nella **base sismica 4**, eseguita in prossimità del sostegno n. 16, sono stati individuati i seguenti sismostrati

- dal piano campagna fino a profondità compresa tra 1,70 - 2,10 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 426 m/s e litologicamente costituito da sedimenti detritici;
- segue un secondo sismostrato caratterizzato da velocità media delle onde P pari a 1804 m/s con base a profondità variabile tra 13,30 - 14,60 m e corrispondente ad un terreno di discreta rigidità sismica riferibili a sedimenti argillosi con livelli lapidei;
- il terzo sismostrato, individuato solo dall'indagine MASW, è caratterizzato da velocità media delle onde S pari a 442 m/s, rappresentativo di un livello di buona rigidità sismica riferibile ad argilliti con livelli lapidei.

#### 8.4.2 Unità sismo-stratigrafiche e parametri elasto - meccanici

Le indagini sismiche hanno permesso di definire, per ogni stendimento, tre distinte unità sismo-stratigrafiche con differenti caratteristiche elastiche.

Si riportano a seguire le tabelle riassuntive con i principali parametri elasto – meccanici:

Base sismica 1

Sismo-strato	V <sub>P</sub> (m/s)	V <sub>S</sub> (m/s)	U	Go (MPa)	E <sub>o</sub> (MPa)	E <sub>s</sub> (MPa)	□□ (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>A</b>	377	139	0,42	35	100	2,1	≈ 1,83
<b>B</b>	1719	243	0,49	113	338	13,8	≈ 1,92
<b>C</b>	2538	390	0,49	313	933	67,3	≈ 2,06

Base sismica 2

Sismo-strato	V <sub>P</sub> (m/s)	V <sub>S</sub> (m/s)	U	Go (MPa)	E <sub>o</sub> (MPa)	E <sub>s</sub> (MPa)	□□ (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>A</b>	439	84	0,48	11	34	0,5	≈ 1,67
<b>B</b>	1762	216	0,49	89	265	9,5	≈ 1,91

<b>C</b>	2134	413	0,48	355	1052	81,2	≈ 2,08
----------	------	-----	------	-----	------	------	--------

Base sismica 3

Sismo-strato	V <sub>P</sub> (m/s)	V <sub>S</sub> (m/s)	U	Go (MPa)	E <sub>O</sub> (MPa)	E <sub>S</sub> (MPa)	□□ (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>A</b>	495	167	0,43	51	148	3,8	≈ 1,86
<b>B</b>	1428	260	0,48	129	384	16,9	≈ 1,92
<b>C</b>	2055	480	0,47	488	1438	132,2	≈ 2,12

Base sismica 4

Sismo-strato	V <sub>P</sub> (m/s)	V <sub>S</sub> (m/s)	U	Go (MPa)	E <sub>O</sub> (MPa)	E <sub>S</sub> (MPa)	□□ (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>A</b>	426	136	0,44	34	99	2,1	≈ 1,87
<b>B</b>	1804	295	0,48	175	517	26,8	≈ 2,00
<b>C</b>	-	442	-	406	-	-	≈ 2,08

Dove:

- **V<sub>p</sub>** = Velocità delle onde di compressione
- **V<sub>s</sub>** = Velocità delle onde di taglio
- **u** = Coefficiente di Poisson
- **Go** = modulo di deformazione di taglio
- **E<sub>O</sub>** = modulo elastico dinamico
- **E<sub>S</sub>** = modulo elastico statico
- □□ = densità geofisica

#### 8.4.3 Categoria di suolo di fondazione

Ai fini della definizione per via semplificata dell'azione sismica di progetto (D.M. 14 gennaio 2008, cap. 3.2.2.), è stata stimata la categoria di sottosuolo di fondazione utilizzando i dati delle onde superficiali elaborati con tecnica MASW.

Per ogni stendimento sismico è stato possibile, pertanto, individuare i valori di Vs30 applicando la seguente formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{H_i}{V_i}} \quad (\text{m/s})$$

Si riportano nella tabella sottostante i valori di Vs30 individuati e le relative categorie di suolo distinte secondo il D.M. 14/01/2008:

Base sismica	Vs30 (m/s)	Categoria di sottosuolo (D.M. 14/01/2008)
Base sismica n. 1	277	C
Base sismica n. 2	266	C
Base sismica n. 3	364	C
Base sismica n. 4	328	C

In riferimento alla tabella 3.2.II del DM 14/01/2008 in tutte le aree indagate le categorie di sottosuolo individuate corrispondono a C:

*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT,30 < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu,30 < 250$  kPa nei terreni a grana fina). (ovvero  $15 < NSPT,30 < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu,30 < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

## 9. Sismicità dell'area

L'area di studio, posto 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, 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 pubblicato n 2006 da 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.

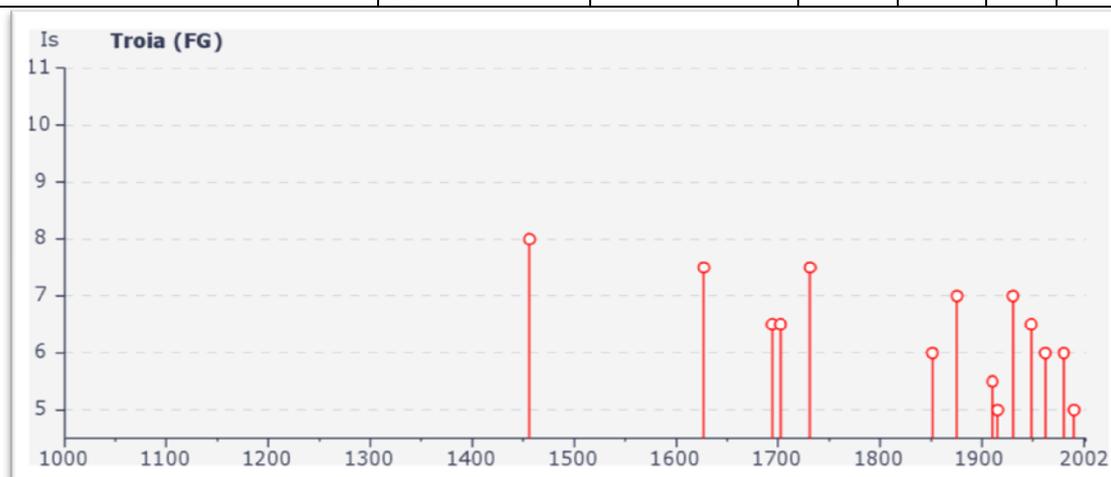
Nello stesso lavoro si riporta la notizia che nell'area della Daunia potrebbe essere localizzato un terremoto dell'11 ottobre 1125, che avrebbe prodotto danni attribuibili al VIII grado. Cataloghi sismici precedenti a quelli attualmente in uso, inoltre, riportano un terremoto distruttivo, localizzato 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*)

Per ricostruire la storia dell'attività sismica dell'area indagata è stata svolta una ricerca della sismicità storica sulla base del catalogo parametrico dei terremoti italiani effettuando una interrogazione per un'area con centro situato in corrispondenza dell'area esaminata e con un raggio di 100 Km. I risultati di questa ricerca hanno evidenziato che i principali sismi risentiti sono quelli prodottisi lungo l'arco dell'Appennino meridionale e nella vicina Basilicata.

Sono stati inoltre consultati i cataloghi della sismicità storica (INGV - DBMI04) per i comuni di Troia e Celle di San Vito. L'analisi ha confermato l'ipotesi secondo cui l'area interessata dal nuovo elettrodotto è soggetta a un'intensa attività sismica sia diretta che indiretta.

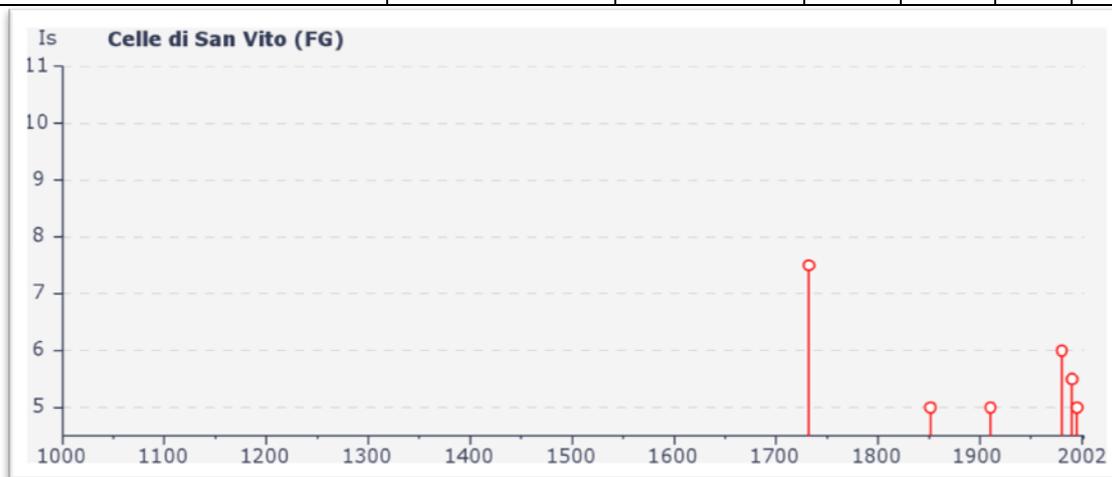
<b>Seismic history of Troia</b>						
<b>Total number of earthquakes: 26</b>						
<b>Effects</b>		<b>Earthquake occurred:</b>				
<b>Is</b>	<b>Anno Me Gi Or</b>	<b>Area epicentrale</b>	<b>Studio</b>	<b>nMDP</b>	<b>Io</b>	<b>Mw</b>
<b>8</b>	1456 12 05	MOLISE	DOM	199	10	6.96
<b>7-8</b>	1627 07 30 10 50	Gargano	CFTI	65	10	6.73
<b>6-7</b>	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	CFTI	253	10-11	6.87
<b>6-7</b>	1702 03 14 05	Beneventano-	CFTI	37	9-	6.32

		Irpinia			10	
7-8	1731 03 20 03	Foggiano	CFTI	50	9	6.34
6	1851 08 14 13 20	Basilicata	CFTI	102	9-10	6.33
7	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	DOM	97	7-8	6.07
NF	1882 06 06 05 40	Monti del Matese	CFTI	52	7	5.28
F	1892 04 20	GARGANO	DOM	15	6-7	5.15
F	1892 06 06	TREMITI	DOM	72	6-7	5.07
NF	1899 08 16 00 05	IRPINIA	DOM	32	6	4.83
NF	1905 03 14 19 16	BENEVENTANO	DOM	94	6-7	4.96
3	1905 11 26	IRPINIA	DOM	136	7	5.32
5-6	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	CFTI	376	8-9	5.87
5	1915 01 13 06 52	AVEZZANO	DOM	1040	11	6.99
4	1919 10 21 00 24	GARGANO	DOM	28	5-6	5.02
7	1930 07 23 00 08	Irpinia	CFTI	509	10	6.72
6-7	1948 08 18 21 12 20	Puglia settent.	CFTI	59	7-8	5.58
2	1951 01 16 01 11	GARGANO	DOM	73	7	5.27
NF	1955 02 09 10 06	MONTE S. ANGELO	DOM	31	7	5.17
6	1962 08 21 18 19 30	Irpinia	CFTI	214	9	6.19
6	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	CFTI	1317	10	6.89
4	1984 05 07 17 49 42	Appennino abruzzese	CFTI	912	8	5.93
5	1990 05 05 07 21 17	POTENTINO	BMING	1374	7	5.84
3	1991 05 26 12 25 59	POTENTINO	BMING	597	7	5.22
3	1996 04 03 13 04 35	IRPINIA	BMING	557	6	4.92



<b>Seismic history of Celle di San Vito</b>						
Total number of earthquakes: 11						
Effects		Earthquake occurred:				
Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Studio	nMDP	Io	Mw
7-8	1732 11 29 07 40	Irpinia	CFTI	168	10-11	6.61
5	1851 08 14 13 20	Basilicata	CFTI	102	9-10	6.33
NF	1893 08 10 20 52	Gargano	CFTI	69	8	5.44

5	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	CFTI	376	8-9	5.87
6	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	CFTI	1317	10	6.89
3-4	1988 04 26 00 53 45	ADRIATICO CENTRALE	BMIN G	78	5	5.43
5-6	1990 05 05 07 21 17	POTENTINO	BMIN G	1374	7	5.84
4	1991 05 26 12 25 59	POTENTINO	BMIN G	597	7	5.22
5	1995 09 30 10 14 34	GARGANO	BMIN G	145	6	5.22
NF	1997 03 19 23 10 50	MATESE	BMIN G	284	6	4.59
NF	1998 03 26 16 26 17	APPENNINO UMBRO-MARCH.	BMIN G	408	6	5.33



L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha disposto i seguenti criteri per la valutazione preliminare della risposta sismica del sottosuolo:

1. Una nuova classificazione dei comuni italiani secondo quattro zone di pericolosità sismica (
2. Tabella ), espressa in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo ( $a_g$ ) su terreni duri e differenti tempi di ritorno, funzione della vita nominale della struttura e della sua destinazione d'uso.

**Tabella a** - Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido

ZONA	ACCELERAZIONE ( $A_g$ ) CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI	$A_g$ MAX
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 g$	$0,35 g$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	$0,25 g$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	$0,15 g$
4	$\leq 0,05 g$	$0,05 g$

3. La classificazione del sottosuolo in categorie di suolo di fondazione (Tabella ), sulla base della stima di vari parametri del terreno ( $V_s$ , NSPT,  $c_u$ , e profondità del bedrock). Ad ogni categoria sono stati attribuiti i valori dei parametri dello spettro di risposta per la stima delle azioni sismiche di progetto.

**Tabella b - Classificazione del sottosuolo in categorie di suolo di fondazione**

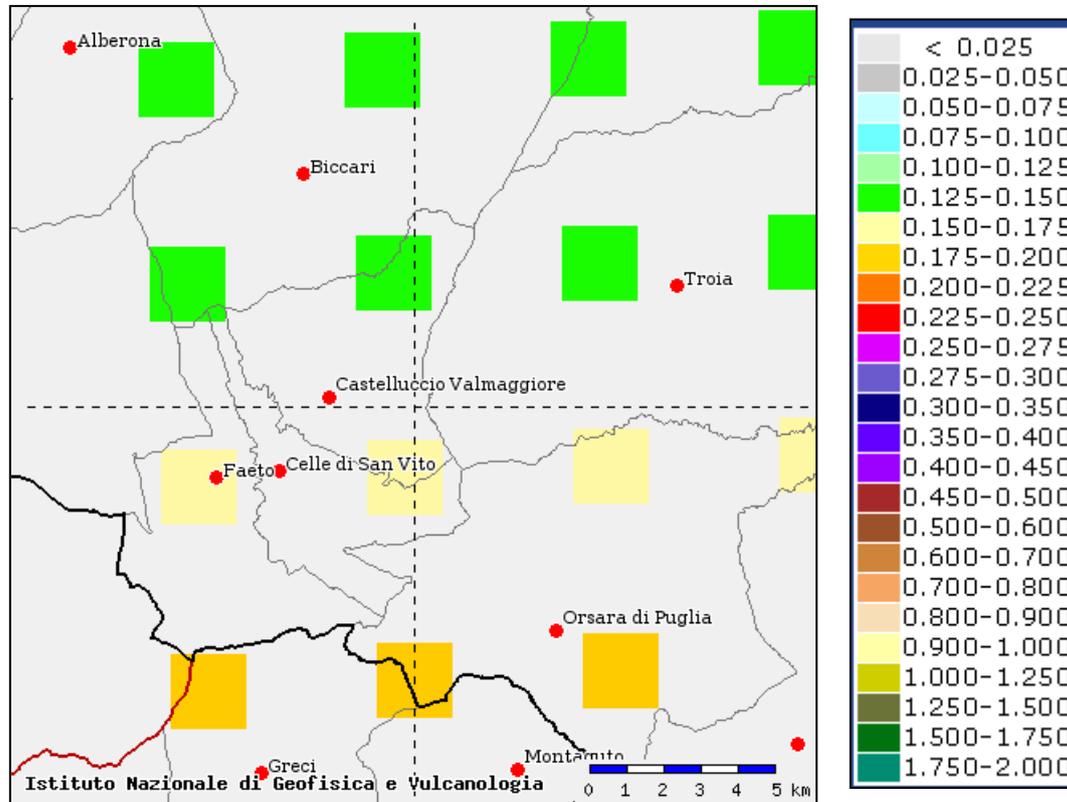
CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		V <sub>S30</sub> (m/s)	N <sub>spt</sub>	C <sub>u</sub> (kPa)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	> 800		
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800m/s			
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua	< 100		< 20 > 10
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti			

Secondo l'OPCM n° 3274 del 20/03/2003, i Comuni di Celle di San Vito e Troia sono inclusi nella zona 2. Nel seguente schema viene riportato uno stralcio dell'Allegato A "Classificazione sismica dei comuni italiani", all' Ordinanza PCM n° 3274 del 20/03/2003, riferito ai Comuni di Celle di San Vito e Troia.

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona in base alla Classificazione 2003
16071019	Celle di San Vito	II	II	2
16071058	Troia	II	II	2

Le più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008), hanno superato il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche e propongono una nuova zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di  $a_g$  pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di  $a_g$  e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale e verticale su suoli rigidi e pianeggianti, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima  $F_0$  e periodo di inizio del tratto

dello spettro a velocità costante T°C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. attraverso le coordinate geografiche del sito



**Figura 6 – Parametri forniti dal sito INGV**

Anche le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008), così come l'OPCM n° 3274 del 20/03/2003, considerano come valore di accelerazione sismica di riferimento, l'accelerazione massima su un suolo di categoria A. Il valore di accelerazione massima del terreno varia, in realtà, in funzione delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dell'area oggetto di studio. Nelle successive fasi progettuali, pertanto la campagna di indagini geognostiche sarà finalizzata 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 suolo così come richiesto dalla NTC del 14/01/2008.

## **10. Caratteristiche morfologiche e geolitologiche del tracciato**

L'opera in progetto prevede la realizzazione di 27 sostegni. La conoscenza della litologia dei terreni, sui quali andranno ad impostarsi le basi di appoggio dei sostegni, rappresenta un dato fondamentale. 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 affioranti.

Dal sostegno 1 al sostegno 15 il tracciato dell'elettrodotto di progetto ha un andamento circa nord est – sud ovest, si appoggia a versanti con basse pendenze con affioramenti di terreni argillosi, nel primo

tratto, e sabbiosi. Dal sostegno 15 al 24 il tracciato del nuovo elettrodotto ha sempre una direzione nord est – sud ovest correndo a tratti lungo una dorsale su terreni appartenenti alla successione lapideo – pelitico della Formazione della Daunia. Dal sostegno 24 al 27 il tracciato ruota in direzione nord ovest poggiandosi su un versante caratterizzato sempre da terreni della formazione fliscioide.

Considerando le morfologie prevalenti nell'area di studio è stato possibile compilare la seguente tabella di sintesi:

<b>MORFOLOGIA</b>	<b>SOSTEGNI</b>
Aree in frana attiva	ASSENTI
Aree in frana quiescente	ASSENTI
Aree in frana inattiva	ASSENTI
Dorsali morfologiche o cime di rilievi	6 – 8– 12 – 17 – 18 – 19 - 21
Versanti con pendenza >di circa 12°	16 –20 -22
Versanti con pendenza < di circa 12°	3 – 5 – 7 – 9 – 10 – 11 - 13 – 14 -15 –23 - 25 - 26- 27
Superfici sub orizzontali	1a - 1b – 2 – 4 - 24

Sulla base delle litologie affioranti interessate dal tracciato è stato possibile schematizzare la seguente tabella:

<b>LITOLOGIE del substrato</b>	<b>SOSTEGNI</b>
Sabbie e Argille grigio – azzurre plioceniche	1a – 1b – 2 – 3 - 4– 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 -11 – 12 – 13 - 14– 15
Successione lapideo – pelitica del Flysch di Faeto	16 – 17 – 18 – 19 – 20 – 21 – 22 – 23 – 24 – 25 – 26 – 27
Terreni di frana	Assenti

Da queste due tabelle di sintesi emerge che gran parte dei sostegni poggeranno su terreni prevalentemente argillosi o lapidei, su versanti con basse pendenze e privi di instabilità morfologiche.

## 11. Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico della Puglia

Dalla sovrapposizione del tracciato dell'elettrodotto con il Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico della Puglia 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 (R2, R3 e R4), che non sono aree di vincolo ma semplicemente delle aree di attenzione morfologica.

<b>AREE DELIMITATE DALL'AUTORITA' DELLA PUGLIA</b>	<b>DI BACINO</b>	<b>Art. Norme PAI Puglia</b>	<b>SOSTEGNI</b>
AREE A VINCOLO geomorfologica	a pericolosità		
AREE PG3 geomorfologica molto elevata	Pericolosità	Art. 13	ASSENTI

AREE geomorfologica elevata	PG2	Pericolosità	Art. 14	16 – 17 – 18 – 19 – 20 – 21 – 22 – 25 – 26 - 27
AREE geomorfologica media e moderata	PG1	Pericolosità	Art. 15	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 23 – 24
<b>AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO</b>				
R4				ASSENTI
R3				ASSENTI
R2				ASSENTI

Dalla tabelle risulta evidente che per i sostegni ricadenti nelle aree PG2 e PG1 si farà riferimento alle Norme PAI del Piano di Bacino (Stralcio assetto idrogeologico - PAI) - Norme tecniche di attuazione con riferimento agli artt. 16, 17, 18, 19, 20 e 21.

Risulta, inoltre che alcuni sostegni sono prossimi ad aste fluviali per i quali sarà considerato quanto indicato negli artt. 6 e 10 delle Norme tecniche di attuazione del PAI Puglia.

## 12. Indicazioni di pericolosità geomorfologica.

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, ottenuta attraverso un metodo qualitativo (euristico diretto), 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.

Lo studio morfologico ha evidenziato, in particolare, le principale aree interessate da dissesti morfologici più o meno evidenti presenti lungo il tracciato dell'elettrodotto.

Sono state rilevate, in particolare, frane con un diverso grado di attività:

- Frane attive: frane che attualmente si muovono o che la loro attività è degli ultimi anni
- Frane quiescenti: dissesti morfologicamente ben distinti e che attualmente non sono attivi ma che in presenza di interventi sul versante possono riattivarsi.
- Frane inattive e naturalmente stabilizzate: si tratta di frane le cui forme non sono sempre distinguibili ma che conservano tracce della loro passata attività. Attualmente non rappresentano un significativo pericolo geomorfologico.

Sono state, inoltre, evidenziate le aree a monte delle scarpate in arretramento per fenomeni di crollo o per erosione al piede e le aree comprese fra i cigli di distacco di frana ed i relativi corpi di frana.

Sono state distinte, infine, aree su versanti anche a bassa inclinazione con substrato argilloso dove sono presenti fenomeni di creep.

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 le aree con i livelli di pericolosità e le indicazioni ai fini della loro utilizzabilità:

Pericolosità		Utilizzabilità	
		N. Sostegni	
<b>P1</b>	Pericolosità alta	Assenti	<b>Aree da evitare.</b> L'attività dei movimenti franosi non consente la stabilità dei sostegni
<b>P2</b>	Pericolosità media	Assenti	Aree che possono essere utilizzate tenendo presente che in fase esecutiva sono necessari approfondimenti di studi ed indagini geologiche finalizzati alla verifica della stabilità dei versanti ante e post opera
<b>P3</b>	Pericolosità bassa	11, 14, 23	Aree che possono essere utilizzate tenendo presente che in fase esecutiva sono necessari i normali approfondimenti di studi ed indagini geologiche finalizzati alla definizione del modello geologico e geotecnico del sito ed alla definizione della stabilità del pendio
<b>P4</b>	Pericolosità minima	5, 9, 10, 12, 13, 20, 26	Aree che possono essere utilizzate tenendo presente che in fase esecutiva sono necessari approfondimenti di studi ed indagini geologiche finalizzati anche all'individuazione dello spessore della copertura detritica
	Pericolosità assente	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25	

Al di là del giudizio di valore in merito alla pericolosità, che segnala comunque l'esigenza di opportune analisi in sede di progettazione esecutiva, le maggiori problematiche si hanno in corrispondenza dei sostegni 11, 14 e 23 ricadenti in ambiti a pericolosità bassa. In questi casi, in fase di progettazione esecutiva, saranno eseguite accurate indagini geognostiche per la ricostruzione del modello geolitologico – geotecnico per ogni sostegno, secondo le Norme Tecniche DM 14/01/2008, finalizzata ad individuare le possibili scelte del tipo di fondazione e le opportune soluzioni per conservare l'equilibrio morfologico dei versanti.

### 13. Modello geolitologico - geotecnico

Le informazioni derivanti dai rilievi geologici e geomorfologici e da tutte le indagini eseguite, sia dirette sia indirette, hanno permesso di ricostruire le geometrie dei principali corpi litologici individuati.

Lungo il tracciato dell'elettrodotto in progetto dominano terreni appartenenti alle formazioni geologiche del Flysch di Faeto e della successione pliocenica della Fossa Bradanica.

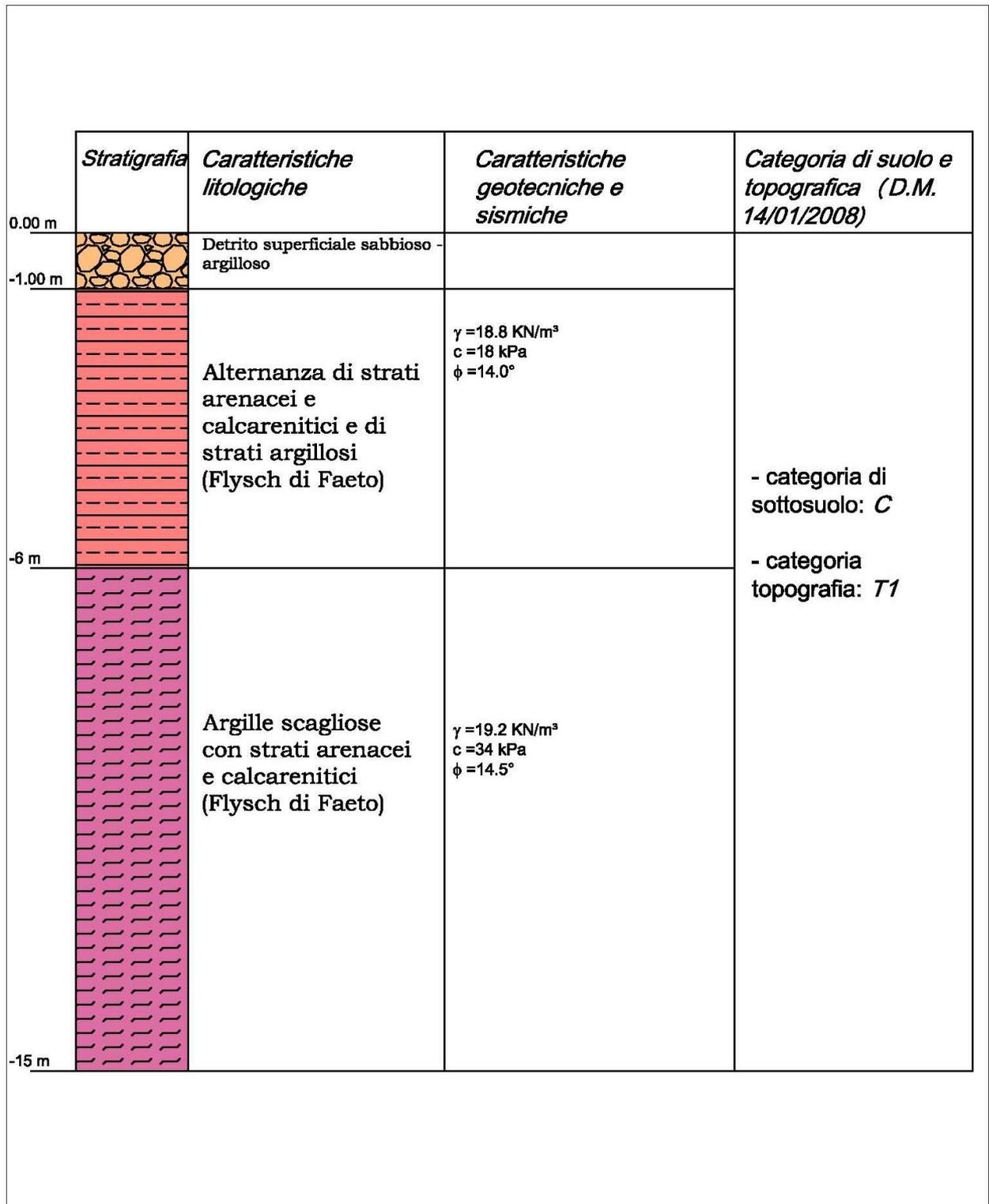
Nell'area di affioramento del Flysch di Faeto il sondaggio meccanico eseguito (S1) e le indagini indirette hanno consentito di ricostruire le stratigrafie della successione fliscioide e di evidenziare le principali caratteristiche geotecniche. Tali terreni sono costituiti da una successione di strati argillitici, calcarenitici e arenitici, con prevalenza, in alcuni casi, dei termini pelitici e in altri di quelli lapidei. Gli affioramenti

prevalentemente pelitici si riscontrano in presenza dei versanti meno acclivi, gli affioramenti prevalentemente lapidei caratterizzano la dorsale morfologica lungo la quale si sviluppa gran parte del tracciato dell'elettrodotto in progetto. Le caratteristiche geotecniche dei livelli prevalentemente pelitici, come evidenziato nel capitolo di geotecnica, sono scadenti.

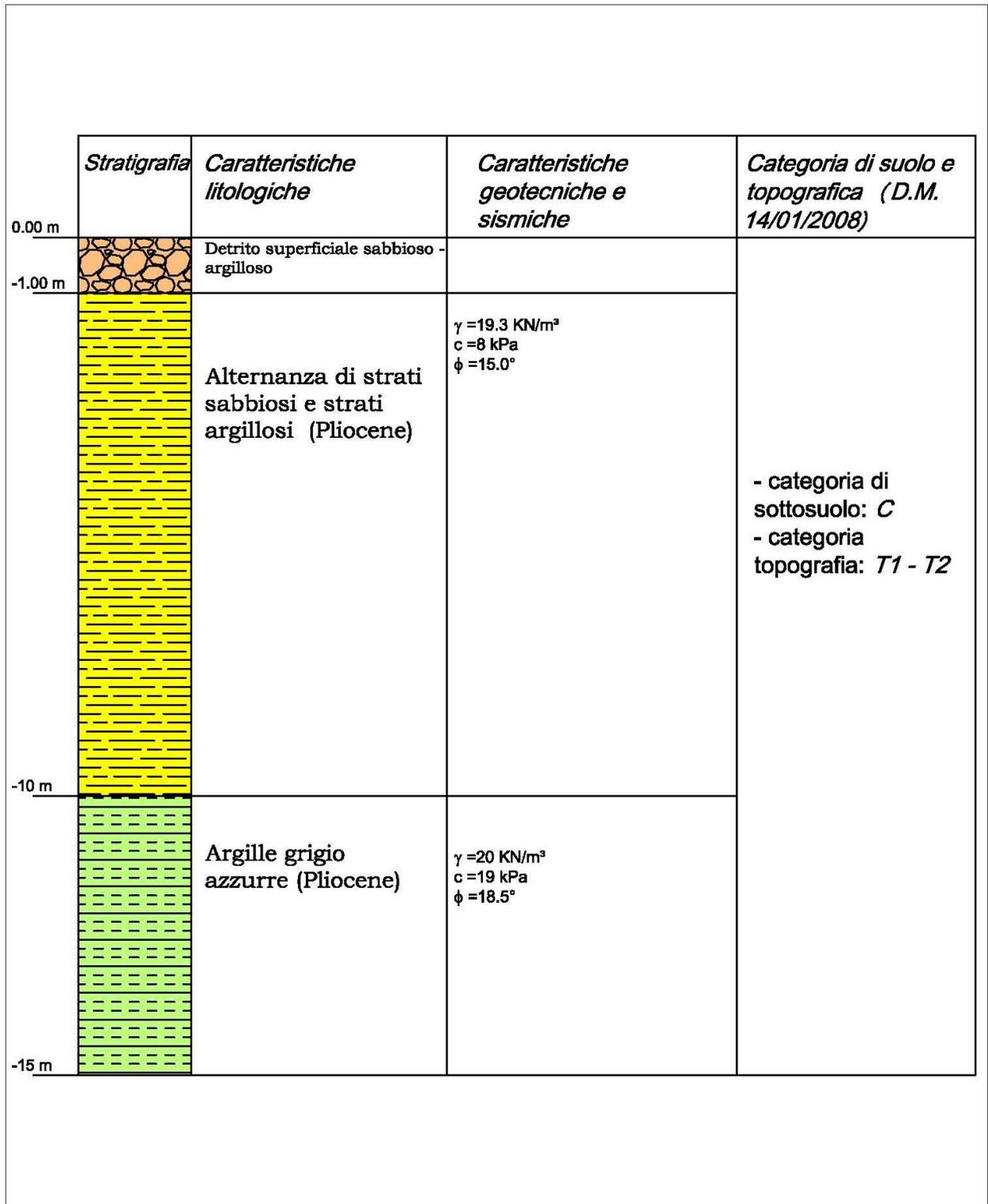
I depositi pliocenici della Fossa Bradanica, così come evidenziato dal sondaggio S2 e dalle indagini pregresse, sono costituiti da una successione limo - argillosa con strati sabbiosi e livelli ciottolosi, passanti verso il basso ad argille grigio azzurre. Le caratteristiche geotecniche di questo livello, come evidenziato nel capitolo di geotecnica, sono scadenti.

Superficialmente i versanti sono ricoperti da una coltre detritica colluviale ed eluviale di natura limoso – sabbiosa con livelli ghiaioso – ciottolosi in matrice limosa. Il suo spessore è variabile da qualche decimetro, ad alcuni metri.

Per ogni dominio geologico è possibile, pertanto, definire i seguenti modelli geolitologici – geotecnici rappresentativi:



Schema di modello geolitologico e geotecnico delle aree di affioramento del Flysch di Faeto



Schema di modello geolitologico e geotecnico delle aree di affioramento dei depositi pliocenici

## 14. 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 non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 m<sup>3</sup>; 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 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>. 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.

## 15. 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.

## 16. Capacità portante dei terreni

Si fornisce una stima preliminare della portanza dei terreni. Tale stima viene effettuata per le sole fondazioni dirette dei sostegni degli elettrodotti in progetto.

I parametri di resistenza al taglio dei terreni vanno intesi come valori medi dei terreni interessati dalle opere, analisi più approfondite verranno realizzate a seguito dei risultati delle indagini geognostiche in fase di progetto esecutivo.

<b>CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE</b>	
Coefficiente di Sicurezza	3,00
Forma impronta fondazione	QUADRATA
Lato B fondazione	300 cm
Affondamento piano di posa Df	400cm
Angolo Ø attrito terreno	22,2°
Coesione terreno	0,400 daN/cm <sup>2</sup>
Peso di volume □□terreno	2000 daN/m <sup>3</sup>
<b>RISULTATI DEL CALCOLO</b>	
<b>Formula di TERZAGHI:</b>	
Qult = c Nc Sc + g Df Nq + 0,5 g B Ng Sg	
Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)	<b>6,61daN/cm<sup>2</sup></b>
Nc (Coeff. portata)	20,56
Sc (Coeff. forma)	1,30
Nq (Coeff. portata)	9,39
Ng (Coeff. portata)	6,79
Sg (Coeff. forma)	0,80
Stima Coeff. di Winkler (Bowles):	
Kwink = C ( Nc Sc + q Nq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]	
<b>Kwink</b>	<b>7,93daN/cm<sup>3</sup></b>
<b>RISULTATI DEL CALCOLO</b>	
<b>Formula di MEYERHOF</b>	
Qult = c Nc Sc Dc + g Df Nq Sq Dq + 0,5 g B Ng Sg Dg	
Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)	<b>8,33daN/cm<sup>2</sup></b>
Nc (Coeff. portata)	17,11
Sc (Coeff. forma)	1,44
Dc (Coeff. prof.)	1,40
Nq (Coeff. portata)	7,98
Sq (Coeff. forma)	1,22
Dq (Coeff. prof.)	1,20

Ng (Coeff. portata)	4,21
Sg (Coeff. forma)1,22	
Dg (Coeff. prof.)1,20	
Stima Coeff. di Winkler (Bowles):	
Kwink = C ( Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]	
Kwink	10,00 daN/cm <sup>3</sup>
<b>RISULTATI DEL CALCOLO</b>	
<b>Formula di HANSEN</b>	
Qult = c Nc Sc Dc + g Df Nq Sq Dq + 0,5 g B Ng Sg Dg	
Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)	<b>8,72 daN/cm<sup>2</sup></b>
Nc (Coeff. portata)	17,11
Sc (Coeff. forma)	1,47
Dc (Coeff. prof.)	1,37
Nq (Coeff. portata)	7,98
Sq (Coeff. forma)	1,41
Dq (Coeff. prof.)	1,29
Ng (Coeff. portata)	4,27
Sg (Coeff. forma)1,22	0,60
Dg (Coeff. prof.)1,20	1,00
Stima Coeff. di Winkler (Bowles):	
Kwink = C ( Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]	
Kwink	10,46 daN/cm <sup>3</sup>
<b>RISULTATI DEL CALCOLO</b>	
<b>Formula EUROCODICE 7</b>	
Qult = c Nc Sc + g Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg	
Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)	<b>6,60daN/cm<sup>2</sup></b>
Nc (Coeff. portata)	17,11
Sc (Coeff. forma)	1,43
Nq (Coeff. portata)	7,98
Sq (Coeff. forma)	1,38
Ng (Coeff. portata)	5,70
Sg (Coeff. forma)	0,70
Stima Coeff. di Winkler (Bowles):	
Kwink = C ( Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]	
Kwink	7,92daN/cm <sup>3</sup>

Come si evince dal calcolo effettuato la pressione ammissibile per i terreni considerati varia, in funzione della formula applicata per il suo calcolo, da un valore di 6.60 daN/cm<sup>2</sup> a 8,72 daN/cm<sup>2</sup> .

## **17. Condizioni di sicurezza delle aree di ubicazione dei sostegni**

Questo studio ha consentito di valutare le condizioni di sicurezza delle aree di ubicazione dei sostegni che ricadono in zone Pg2 e Pg1.

Il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio, integrato dal risultato delle indagini dirette e indirette, ha permesso di ricostruire i modelli geolitologici e geotecnici rappresentativi dei due distinti domini geologici presenti lungo il tracciato dell'elettrodotto in progetto. L'indagine sismica, inoltre, ha permesso di identificare le categorie di sottosuolo sismico prevalenti.

Con tale modellazione geolitologico – geotecnica e sismica si è proceduto nell'elaborazione delle verifiche analitiche delle condizioni di stabilità di 6 versanti a maggiore criticità geomorfologica.

Come riportato nel capitolo del vincolo PAI, i sostegni dell'elettrodotto in progetto che ricadono in aree PG2 dell'Autorità di Bacino della Puglia sono i seguenti: 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27.

Come evidenziato negli elaborati allegati alla presente relazione, questi sostegni ricadono in gran parte nell'area di affioramento del Flysch di Faeto, interessando la seconda metà del tracciato dell'elettrodotto.

I sostegni che ricadono in aree PG1 dell'Autorità di Bacino della Puglia interessano soprattutto la prima parte del tracciato, poggiando sui depositi pliocenici della Fossa Bradanica, e vanno dal sostegno n. 1 al n. 15, mentre i sostegni 23 e 24 ricadono sui depositi fliscioidi

A seguire si riporta una descrizione delle condizioni geolitologiche e geomorfologiche per le principali ubicazioni dei sostegni ricadenti in aree PG2.

### **17.1 Sostegni ricadenti in aree a pericolosità elevata (Pg2)**

#### **Sostegno n. 16**

Questo sostegno ricade sul versante orientale di Monte Buccolo, a monte e a valle del tornante della strada comunale che collega Troia con Celle San Vito. Il pendio mostra una pendenza intorno ai 12- 13 ° sul quale affiorano i depositi del Flysch di Faeto. Tali depositi sono evidenziati da alcune esposizioni presenti lungo il bordo stradale posto subito a valle dell'ubicazione del traliccio n. 16. Vi si possono rilevare (foto sottostante) strati decimetrici di arenarie e di calcilutiti alternati a straterelli millimetrici di argilla scagliosa, disposti a reggipoggio, con un'inclinazione di pochi gradi verso ovest.



Non sono stati individuati dissesti morfologici. Sono presenti alcuni scorrimenti superficiali lateralmente e molto a valle rispetto all'ubicazione del sostegno n.16. A sud del sostegno in progetto, lateralmente sul versante, è presente un'area Pg3 individuata dall'Autorità di Bacino della Puglia. Il traliccio dista da tale area vincolata circa 30 metri.

Subito a valle del sostegno è stata eseguita una sismica superficiale (BS4) che ha permesso di individuare una categoria di sottosuolo sismico (D.M. del 14/01/2008) pari a C e un'alternanza di livelli lapidei e argillosi appartenenti al Flysch di Faeto, al di sotto di una copertura di spessore intorno a circa 1.50 metri.

Su questo pendio è stata eseguita una verifica di stabilità (verifica n. 5) considerando prima le condizioni topografiche attuali e successivamente quelle modificate da progetto con l'aggiunta del carico del traliccio. I risultati di questa verifica confermano le sufficienti condizioni di stabilità del versante.

L'affioramento di una successione fliscioide prevalentemente lapidea, l'assenza di dissesti gravitativi attuali e/o pregressi e le verifiche analitiche di stabilità assicurano le sufficienti condizioni di sicurezza dell'area di ubicazione del sostegno n. 16.

### **Sostegno n. 17**

Questo sostegno è previsto sulla sommità del Monte Buccolo, a una quota di circa 850 m s.l.m. L'area è rappresentata morfologicamente da un ripiano suborizzontale delimitato verso nord – est e verso sud – ovest da versanti a pendenza variabile. Vi affiorano i livelli prevalentemente lapidei della successione fliscioide di Faeto. Il loro affioramento è rilevabile sulla sommità del rilievo morfologico, dove sono presenti strati lapidei decimetrici essenzialmente arenacei e calcarenitici inclinati di pochi gradi verso sud ovest.

Sui versanti che delimitano la sommità di Monte Buccolo non sono presenti elementi morfologici indicativi dissesti morfologici in atto e/o pregressi.

In prossimità del sostegno, sul lato occidentale del rilievo morfologico, è stata eseguita una sismica superficiale (BS3) che ha permesso di individuare una categoria di sottosuolo sismico (D.M. del 14/01/2008) pari a C e un'alternanza di livelli lapidei e argillosi appartenenti al Flysch di Faeto, al di sotto di una copertura detritica e di substrato degradato di spessore intorno a circa 3.00 metri.

L'affioramento di una successione fliscioide essenzialmente lapidea e l'assenza di dissesti gravitativi attuali e/o pregressi assicurano le sufficienti condizioni di sicurezza dell'area di ubicazione del sostegno n. 17.

### **Sostegni n. 18 e 19**

Questi due sostegni saranno ubicati su due distinte dorsali morfologiche sub parallele fra loro, degradanti da nord verso sud e caratterizzate da pendenze inferiori ai 10°. Il rilevamento geologico ha individuato in quest'area una successione litologica caratterizzata da un'alternanza di strati lapidei centimetrici e decimetrici con arenarie, calcilutiti e marne e strati millimetrici e centimetrici di argilla scagliosa. Il rilevamento geomorfologico ha evidenziato la presenza sui versanti della dorsale morfologica di alcuni movimenti franosi. Si distinguono, in particolare, quattro differenti dissesti. Il primo e il secondo si sviluppano sul lato occidentale delle dorsali, a ridosso e in asse dei fossi, e si presentano molto degradati e senza indicazioni di attività; altri due sono presenti sul lato orientale, rispettivamente a monte e a lato rispetto al punto di ubicazione del traliccio 18. In questo caso si tratta di scorrimenti superficiali attivi e quiescenti.

Questi dissesti non coinvolgono direttamente o indirettamente l'area di ubicazione dei due tralicci.

A sud – est del sostegno 18 in progetto è presente un'area Pg3 individuata dall'Autorità di Bacino della Puglia. Il traliccio dista da tale area vincolata circa 150 m.

Sul pendio di ubicazione del sostegno n. 18 è stata eseguita una verifica di stabilità (verifica n. 4) considerando prima le condizioni topografiche attuali e successivamente quelle modificate da progetto con l'aggiunta del carico del traliccio. L'analisi di stabilità ha verificato le sufficienti condizioni di stabilità di questo versante.

L'affioramento di una successione fliscioide prevalentemente lapidea, l'assenza di dissesti gravitativi attuali e/o pregressi e le verifiche analitiche di stabilità assicurano le sufficienti condizioni di sicurezza delle aree di ubicazione dei sostegni n. 18 e 19.

### **Sostegni 20 e 21**

I sostegni 20 e 21 ricadono lungo la dorsale ad andamento est ovest circa che collega il Monte Buccolino con il Monte San Vito. Saranno ubicati, in particolare, alla sommità del versante sud orientale di tale dorsale. Morfologicamente l'area sulla quale saranno fondati i due sostegni si presenta con una superficie subpianeggiante delimitato verso valle da un versante a pendenza variabile e comunque inferiore ai 14°. Vi affiora sempre la successione pelitica e lapidea del Flysch di Faeto: Il rilevamento ha evidenziato, in corrispondenza o nelle immediate vicinanze dell'ubicazione dei tralicci, la presenza di strati decimetrici e centimetrici arenacei e calcilutici con livelli centimetrici di argilla scagliosa grigiastra.

Nel tratto di dorsale compresa fra i due sostegni è stata eseguita una sismica superficiale (BS2) che ha permesso di individuare una categoria di sottosuolo sismico (D.M. del 14/01/2008) pari a C e un'alternanza di livelli lapidei e argillosi appartenenti al Flysch di Faeto, al di sotto di una copertura detritica e di substrato degradato di spessore intorno a circa 2.00 metri.

Il rilevamento geomorfologico ha evidenziato la presenza di alcuni dissesti a valle dell'area di ubicazione dei due sostegni. A valle del traliccio n. 20, lungo il sottostante fosso, è presente una depressione morfologica in asse con il fosso coincidente con un dissesto antico e molto degradato. A valle del sostegno 21, lungo il sottostante fosso, è presente una frana rappresentata da una colata incanalata

attiva. In entrambi i casi, sia per il sostegno 20 che per il 21, i movimenti franosi rilevati non interessano né direttamente e né indirettamente le aree di ubicazione dei tralicci in progetto.

A valle del sostegno 21, inoltre, l'AdB di Puglia ha individuato un'area Pg3, dal quale il traliccio 21 dista circa 85 metri.

Sul versante sul quale sarà ubicato il sostegno n. 21 è stata eseguita una verifica di stabilità (verifica V3) sia in condizioni attuali, con il pendio naturale, che in condizioni modificate secondo le indicazioni di progetto con il carico aggiuntivo del traliccio. In entrambi i casi il valore del coefficiente di sicurezza è risultato maggiore di 1.17.

L'assenza di dissesti gravitativi attuali e/o pregressi, la presenza in affioramento di una successione con alternanza di livelli lapidei e argillosi e le verifiche analitiche di stabilità assicurano le sufficienti condizioni di sicurezza delle aree di ubicazione del sostegno n. 20 e 21.

### **Sostegno 22**

Il sostegno 22 ricade, come i due precedenti, lungo la dorsale ad andamento est ovest circa che collega il Monte Buccolino con il Monte San Vito. Sarà ubicato alla sommità della dorsale. Morfologicamente l'area sulla quale è previsto il sostegno si presenta con una superficie subpianeggiante delimitato verso valle da un versante a pendenza variabile e comunque inferiore ai 14°. Vi affiora sempre la successione pelitica e lapidea del Flysch di Faeto: Il rilevamento ha evidenziato, in corrispondenza o nelle immediate vicinanze dell'ubicazione del traliccio, la presenza di strati decimetrici e centimetrici arenacei e calcitilici con livelli centimetrici di argilla scagliosa grigiastra.

In prossimità del sostegno è stato eseguito un sondaggio meccanico (S1) approfondito fino a 15 m. Tale indagine ha confermato la natura del substrato prevalentemente lapidea costituita da strati arenacei alternati a sottili straterelli argillosi, e da una successione di argilla scagliosa.

Il rilevamento geomorfologico ha evidenziato l'assenza di dissesti in prossimità dell'ubicazione del traliccio. Sono presenti alcuni dissesti attivi, già precedentemente descritti, nel sottostante fosso che comunque non interessano direttamente o indirettamente l'area di ubicazione del sostegno.

A valle del sostegno 22, inoltre, l'AdB di Puglia ha individuato un'area Pg3, dal quale il traliccio 21 dista circa 70 metri.

Sul versante sul quale sarà ubicato il sostegno n. 22 è stata eseguita una verifica di stabilità (verifica V2) sia in condizioni attuali, con il pendio naturale, che in condizioni modificate secondo le indicazioni di progetto con il carico aggiuntivo del traliccio. In entrambi i casi il valore del coefficiente di sicurezza è risultato maggiore dell'unità.

L'assenza di dissesti gravitativi attuali e/o pregressi, la presenza in affioramento di una successione con alternanza di livelli lapidei e argillosi e le verifiche analitiche di stabilità, eseguite considerando le sole caratteristiche geotecniche del membro pelitico, assicurano le sufficienti condizioni di sicurezza delle aree di ubicazione del sostegno n. 22.

### **Sostegni 25, 26 e 27**

Questi sostegni saranno ubicati sul versante orientale del Monte San Vito, i primi due lateralmente alla strada comunale che scende verso l'abitato di celle San Vito e il terzo in prossimità della Stazione elettrica esistente.

Anche in questo caso i sostegni ricadono nell'area di affioramento del Flysch di Faeto, caratterizzati dalla successione di livelli argillosi e lapidei. Questi ultimi sono maggiormente visibili in esposizione lungo i bordi delle strade e in corrispondenze di scarpate naturali e artificiali.

Sono state individuate due aree in frana in corrispondenza dei due fossi che delimitano il versante sul quale sono previsti i sostegni 25 e 26. Si tratta di dissesti classificati come quiescenti, parzialmente

svuotate e degradate, che attualmente non mostrano condizioni di attività. Non coinvolgono direttamente e/o indirettamente l'area di ubicazione dei tre sostegni.

Fra i sostegni 25 e 26, lateralmente alla strada comunale, è stata eseguita una sismica superficiale (BS1) che ha permesso di individuare una categoria di sottosuolo sismico (D.M. del 14/01/2008) pari a C e un'alternanza di i livelli lapidei e argillosi appartenenti al Flysch di Faeto, al di sotto di una copertura detritica e di substrato degradato di spessore intorno a circa 3.00.

Sul versante sul quale sarà ubicato il sostegno n. 26 è stata eseguita una analisi di stabilità che ha consentito di verificare le sufficienti condizioni di equilibrio con il profilo naturale attualmente presente e con quello modificato da progetto.

L'assenza di dissesti gravitativi in corrispondenza delle aree di ubicazione dei tralicci, la presenza in affioramento di una successione con alternanza di livelli lapidei e argillosi e le verifiche analitiche di stabilità, eseguite considerando le sole caratteristiche geotecniche dei livelli argillosi, assicurano le sufficienti condizioni di sicurezza delle aree di ubicazione dei sostegni n. 25, 26 e 27.

## **17.2 Sostegni ricadenti in aree a pericolosità media e moderata (Pg1)**

Come già precedentemente descritto gran parte dei sostegni ricadenti in aree Pg1, dal sostegno n. 1 al n. 15, sono ubicati su terreni appartenenti alla successione pliocenica bradanica. Molti di essi, dal sostegno 1 al sostegno n. 7, ricadono su versante argillosi a bassa pendenza con un'inclinazione del pendio inferiore ai 5°; gli altri saranno fondati su versanti con pendenza maggiore ma comunque inferiore ai 12°. Tutti i sostegni sono posti al di fuori e distanti da aree in frana. Ai fini di valutare le condizioni di stabilità dei pendii ricadenti in aree Pg1 e interessati dai sostegni in progetto è stato individuato un versante rappresentativo a maggiore criticità geomorfologica sul quale ricadono i sostegni n. 14 e n. 15. Su tale pendio è stato eseguito il sondaggio meccanico S2 che ha confermato la natura del substrato costituito da un'alternanza di limo, sabbie e argille grigio azzurre della successione trasgressiva pliocenica. Le prove di laboratorio eseguite sui due campioni indisturbati prelevati nel sondaggio S2 hanno evidenziato scadenti caratteristiche geotecniche.

Le verifiche di stabilità eseguite su un profilo passante lungo la linea di massima pendenza del versante e in corrispondenza dei sostegni n. 14 e n. 15, hanno dimostrato le sufficienti condizioni di equilibrio del versante sia in condizioni naturali, con l'attuale profilo, che in condizioni modificate con l'aggiunta del carico dei due sostegni.

L'assenza di dissesti gravitativi in corrispondenza delle aree di ubicazione dei tralicci, la presenza versanti con pendenza inferiore ai 12° e le verifiche analitiche di stabilità, eseguite sul versante a maggiore criticità morfologica, assicurano le sufficienti condizioni di sicurezza delle aree di ubicazione dei sostegni ricadenti in area Pg1.

## **18. Conclusioni**

Lo studio preliminare ha consentito di inquadrare l'area dal punto di vista geologico, geomorfologico e sismico 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.

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.

### **19. Riferimenti bibliografici essenziali**

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (Scala 1:100.000): Foglio 163 – Lucera

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (Scala 1:100.000): Foglio 174 – Ariano Irpino

Bruno G., Cherubini C., Pagliarulo R., Surgo C., Trizzino R. - *Giornale di Geologia Applicata* 3 (2006) 167-172