

REGIONE
PUGLIA



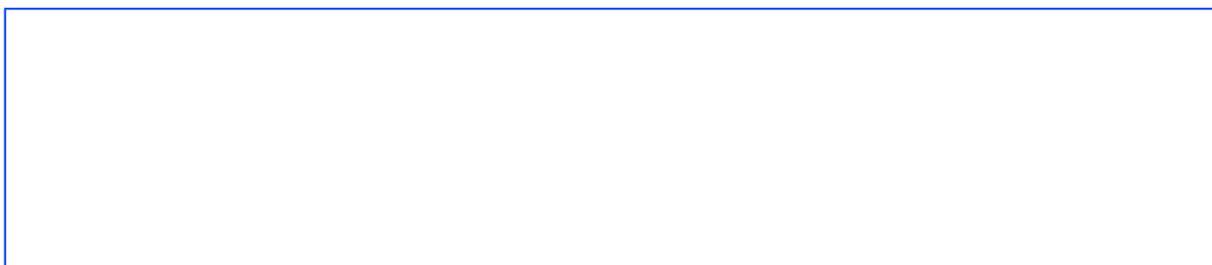
Comune
di Sant'Agata di Puglia



Comune
di Candela



Comune
di Deliceto



Committente:

RWE

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "SERRA PALINO"

CODICE PRATICA
PDDIDD8

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

Richiesta Autorizzazione Unica ai sensi del D. Lgs. 387 del 29/09/2003

N° Documento:

PESPA-P03

ID PROGETTO:	PESPA	DISCIPLINA:	C	TIPOLOGIA:	RT	FORMATO:	A4
--------------	--------------	-------------	----------	------------	-----------	----------	-----------

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

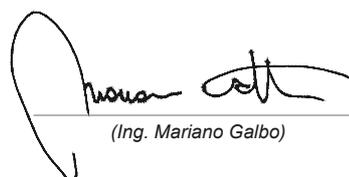
FOGLIO:	1 di 28	SCALA:	/	Nome file:	PESPA-P03-1
---------	----------------	--------	----------	------------	--------------------

Progettazione:



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy

Progettisti:


(Ing. Mariano Galbo)



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	Novembre 2019	PRIMA EMISSIONE			
1	Novembre 2021	MODIFICA POSIZIONI WTG			

Sommario

1	<i>Premessa</i>	2
2	<i>Normativa di riferimento</i>	3
3	<i>Inquadramento geologico generale</i>	4
4	<i>Inquadramento tettonico generale</i>	6
5	<i>Caratterizzazione geologica del sito di progetto</i>	13
6	<i>Modellazione geologica del sito</i>	16
6.1	<i>Indagini pregresse – sondaggi meccanici</i>	16
7	<i>Considerazioni conclusive</i>	24

Elaborati grafici di riferimento:

Carta geologica

Carta delle pendenze

Carta idrogeomorfologica

Carta di pericolosità geomorfologica PAI Puglia

Carta delle indagini

1 Premessa

In ottemperanza agli adempimenti geologici dal D. M. 17 gennaio 2018 ("Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"), il presente studio ha lo scopo di determinare le caratteristiche litologiche, stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche, geomorfologiche e di pericolosità geologica del territorio.

Le indagini *geognostiche* eseguite nell'area di interesse sono consistite nella realizzazione di indagini indirette a carattere geofisico: prospezione sismiche a rifrazione di superficie in onde P ed S necessari per la determinazione della $V_{s,eq}$ per la definizione della categoria di sottosuolo.

Le risultanze di dette indagini sono state integrate con i sondaggi meccanici eseguiti nell'area di studio nel 2009 e 2013, spinti alla profondità di 30 e 20 metri, dai quali sono stati prelevati campioni indisturbati e eseguite prove SPT in foro.

Secondo il Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico Puglia l'area di studio ricade in Pericolosità Geomorfológica media e moderata (P.G.1) e elevata (P.G.2).

Gli aerogeneratori *PSPA01*, *PSPA02*, *PSPA03*, *PSPA04*, *PSPA05*, *PSPA06*, *PSPA07* e *PSPA08* rientrano nella pericolosità media e moderata PG.1 mentre l'aerogeneratore *PSPA04* in pericolosità elevata P.G.2.

Per l'OPCM 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" e successive modifiche ed integrazioni il Comune di Sant'Agata in Puglia rientra nella zona I identificata come sismicità elevata.

2 Normativa di riferimento

La presente relazione è stata redatta in conformità con quanto previsto dalla normativa al riguardo, ed in particolare:

- D.M. 11 Marzo 1988 *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*.
- Circ. Min. LL.PP. n°30483 24 Settembre 1988 *“Istruzioni relative alle Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii ecc..”*.
- O.P.C.M. n° 3274 del 20/3/2003 e successive modifiche *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica”*, pubblicata sulla G.U. n° 105 del 05/05/03, e successive modifiche ed integrazioni;
- N.T.C. 2018 Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni *“ Decreto Ministeriale Infrastrutture 17 Gennaio 2018 “, che consiste nella caratterizzazione e la modellazione geologica del sito cioè dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.*
- Circ. Min. LL.PP. n° 7 del 21 Gennaio 2019 *“Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle <<Norme Tecniche per le Costruzioni>> di cui al Decreto Ministeriale 17/01/2018”*.

3 Inquadramento geologico generale

Per conoscere le condizioni nelle quali si trovano i terreni in esame, si espongono alcuni brevi cenni sui caratteri geologici dei terreni affioranti nell'area in studio. Assumendo come riferimento la Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000: Foglio 175 "Cerignola" e il Foglio 174 "Ariano Irpino" (Fig.1)

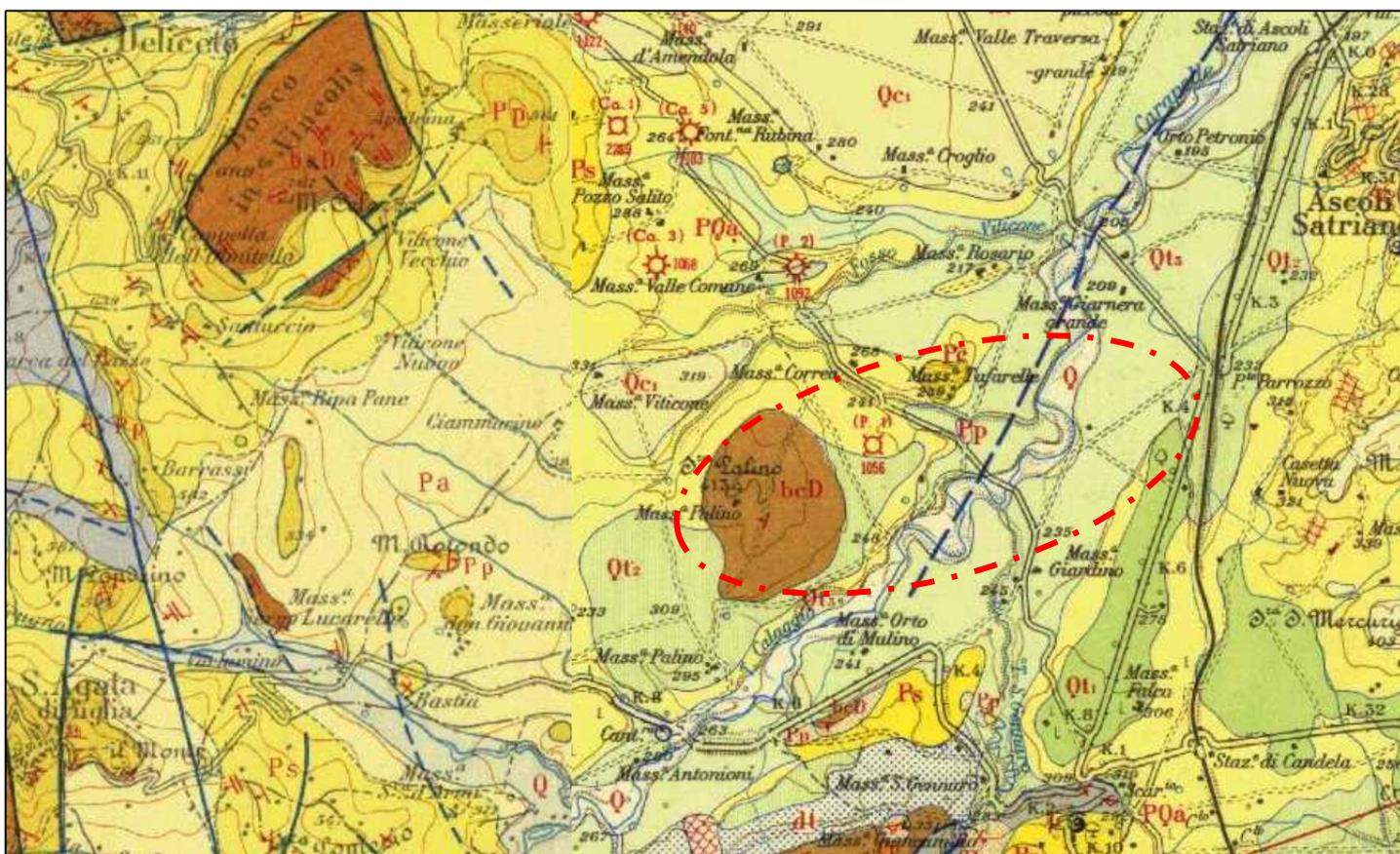


Figura 1- Stralcio Carta Geologica Foglio 174-175

I terreni affioranti nell'area possono essere distinti, dal basso verso l'alto, in:

- Formazione della Daunia (bcD) Turoniano – Calcari pulverulenti organogeni, calcari microgranulari biancastri e giallastri, arenarie gialle, puddinghe poligeniche.
- Argille (PQa) Pliocene sup. – Calabrian – Argille e argille marnose azzurrognole localmente sabbiose, con Bulimine, Bolivine, Cassiduline, Globigerine.
- Conglomerati (Qc1) Pleistocene – Conglomerati poligenici con ciottoli di medie dimensioni a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie e arenarie.
- Terrazzi (Qt2) Pleistocene – Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle alti 15m circa sull'alveo attuale costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie localmente torbose.

Formazione della Daunia bgD

I componenti della formazione sono relativamente numerosi, essi sono: calcari microgranulari biancastri o giallastri, calcareniti e brecciole calcaree di colore chiaro, calcari marnosi biancastri, marne ed argilloscisti bianco-giallastri, calcari pulverulenti organogeni, arenarie giallastre, livelli di puddinghe poligeniche ed orizzonti di diaspro rosato. I fossili che più frequentemente vi si raccolgono sono di età eocenica ed oligocenica, tanto che sin a pochi anni orsono la formazione era riferita senza incertezza al Paleogene; ma in seguito a una campionatura più accurata, si è visto che, oltre a quei fossili, ne sono presenti anche altri, sebbene molto più rari, di età medio – miocenica. Attualmente si riferisce ad una età ancor più recente la parte alta del complesso perché in esso sono stati scoperti anche fossili del Miocene superiore (Tortoniano)

Argille PQa

Questo complesso argilloso è sviluppato principalmente lungo una larga fascia che con direzione NO-SE, borda ad occidente il grande pianoro che si estende con lieve pendenza da Ascoli Satriano e Lavello, verso il paese di Cerignola e fino al mare Adriatico. Le Argille affiorano pure a nord di Ascoli Satriano e lungo il corso del fiume Ofanto sotto le estese coperture dei depositi alluvionali terrazzati. L'esame micropaleontologico di numerosi campioni ha permesso di riconoscere la presenza di fauna plio-pleistoceniche, caratterizzate il più delle volte da associazioni di Bulimine, Bolivine, Cassiduline e Globigerine. Tale associazione fa ritenere che le argille in questione siano un termine di passaggio tra il Pliocene superiore ed il Calabriano. La potenza di totale della formazione sarebbe intorno ai 1500 m.

Conglomerati Qc1

E' costituito da depositi di ciottolame poligenico con gange sabbiosa ad elementi arenacei e calcarei di dimensioni variabili dai 5 a 30 cm. Tale formazione ciottolosa generalmente poco compatta, si presenta solo localmente fortemente cementata in puddinga. Essa costituisce buona parte della sommità del grande pianoro morfologico Ascoli – Satriano – Lavello, inciso nel mezzo del fiume Ofanto e di quello, meno esteso, di Castelluccio dei Sauri. Lo spessore varia da punto a punto, ma in generale si aggira sui 50 metri.

Terrazzi Qt2

I sedimenti sabbiosi, in parte argillosi, vistosamente terrazzati, sopraelevati di 15m circa sugli alvei attuali, costituiscono i terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle. L'ampia pianura alluvionale dell'Ofanto è formata quasi completamente da questo ciclo alluvionale, i cui depositi sono particolarmente estesi sul fianco destro della valle.

4 Inquadramento tettonico generale

L'Appennino meridionale è una catena montuosa a pieghe e sovrascorrimenti, originatasi in regime compressivo legato alla subduzione del margine adriatico della placca africana sotto quella europea. Gli assi delle pieghe e i fronti dei sovrascorrimenti hanno un'orientazione media a scala regionale NO-SE definita in letteratura come direzione appenninica.

L'assetto strutturale dell'Appennino meridionale è ulteriormente complicato dalla presenza di un fitto sistema di faglie estensionali e trascorrenti, contemporanee e posteriori all'impilamento delle successioni, geneticamente legate all'apertura del bacino di retroarco del Tirreno, al collasso gravitativo dell'orogene e alle differenti velocità di avanzamento di porzioni di sovrascorrimenti e sistemi di sovrascorrimenti.

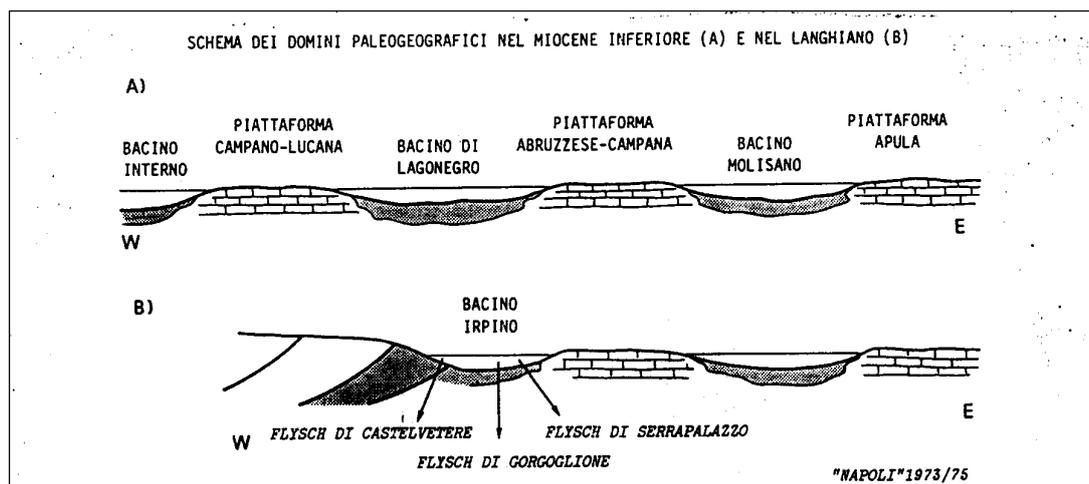


Figura 2-Schema paleogeografico dell'Appennino meridionale.

L'evoluzione tettonica dell'Appennino meridionale che ha portato agli attuali rapporti geometrici fra le diverse unità, al loro diffuso piegamento e impilamento, è confermata da numerosa letteratura scientifica e da ricerche di geologia strutturale e geofisica per la localizzazione di giacimenti sotterranei di idrocarburi.

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area si colloca nel settore orientale della catena appenninica meridionale, composto da unità tettoniche che nel Mesozoico costituivano distinti domini paleogeografici di bacino pelagico e di piattaforma.

La ricostruzione paleogeografica più largamente accettata individua da ovest (aree interne) verso est le seguenti unità:

Dominio Liguride

Le unità derivanti dal dominio ligure occupano la parte sommitale nell'edificio strutturale sudappenninico, affiorano nel Cilento e nell'area del Monte Pollino. Si distinguono diverse unità aventi tra loro rapporti tettonici complessi: l'Unità del Frido, l'Unità Nord-calabrese e i terreni ad affinità sicilide. Su quest'ultima poggia in discordanza stratigrafica una successione post-burdigaliana.

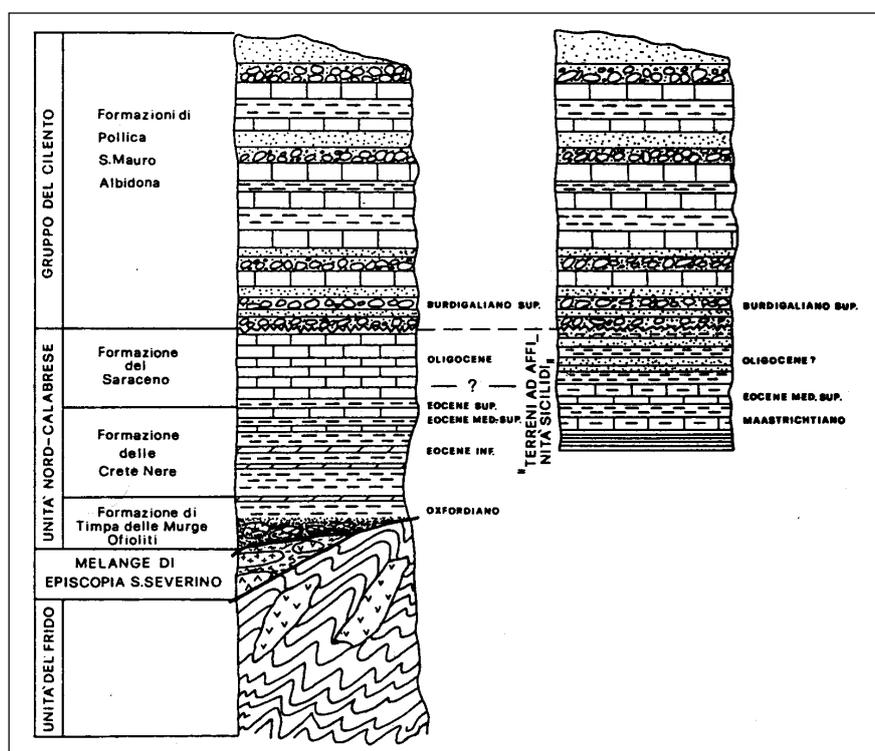


Figura 3-Schema stratigrafico delle unità liguridi.

L'accavallamento tra Unità Nord-calabrese sull'Unità del Frido è incerto e risale all'età del metamorfismo correlato alle prime fasi tettoniche (Eocene medio-superiore). Tra l'Oligocene sup. e il Burdigaliano sup. si colloca il primo importante evento deformativo che interessa le unità liguri. Sono successioni di dominio oceanico nelle quali si rinvencono anche sequenze ofiolitiche.

Dominio esterno

Le unità derivanti dalla zolla continentale africana sono rappresentate da potenti successioni calcaree di piattaforma, con i relativi margini transizionali a condizioni batimetriche più profonde, e da successioni argilloso-silicee bacinali interposte.

Si individua oltre al dominio ligure e sicilide, una Piattaforma interna o appenninica, un Bacino lagonegrese-molisano, una Piattaforma apula interna, un Bacino apulo e una Piattaforma apula esterna.

L'evoluzione sedimentaria delle piattaforme è strettamente legata ai mutamenti ambientali indotti da variazioni locali della subsidenza, che portano talora alla formazione di bassi strutturali o solchi, e da variazioni eustatiche. Si ha così la sovrapposizione di facies diverse. Queste variazioni di facies danno luogo a successioni litologicamente diverse che consentono distinzioni formazionali.

Durante il Mesozoico sulle piattaforme si ha un equilibrio perfetto tra sedimentazione e subsidenza che consente di preservare una batimetria prossima all'emersione e l'accumularsi di più di 4.000 m di carbonati. Nell'Eocene le piattaforme vengono portate all'emersione con conseguente interruzione della sedimentazione sino al Miocene, quando riprende sempre con facies di piattaforma calcarea. Nelle aree bacinali interposte, al contrario, la subsidenza ugualmente importante ha contribuito all'accumularsi di 1.000-2.000 m di sedimenti argillosi e silicei in condizioni di grande profondità; solo nel Neogene i bacini vengono rapidamente colmati con potenti depositi terrigeni torbiditici.

Piattaforma appenninica

Ampia da 150 a 200 km è posta paleogeograficamente presso il margine occidentale della zolla Adria; a essa vengono attribuiti la quasi totalità degli affioramenti calcareo-dolomitici laziale-abruzzesi e campano-lucani. Il basamento, così come per le altre unità, non affiora mai e la successione è nota solo a partire dal Trias medio.

La piattaforma appenninica (unità Alburno-Cervati) presenta due fasce di transizione verso depositi bacinali ad ovest e ad est, a luoghi sono ampie e caratterizzate da successioni molto diversificate (unità Verbicaro, unità del M. Foraporta, unità di M. della Maddalena). Dopo una lunga fase di emersione che va dall'Eocene al Miocene, una nuova ingressione marina porta alla deposizione di calcareniti nell'Aquitano e successivamente, dal Langhiano inferiore sino al Tortoniano, di sedimenti clastici in facies di *flysch*.

Bacino lagonegrese-molisano

In posizione paleogeograficamente esterna rispetto alla Piattaforma appenninica, è situato il Bacino lagonegrese-molisano i cui sedimenti affiorano estesamente da Nord a Sud lungo tutta la catena. Essi

sono distinti come facies molisane, o Argille scagliose, o Argille varicolori, o Complesso sicilide, o Complesso indifferenziato, o *Flysch* Numidico.

Si tratta di un grande bacino, individuatosi già a partire dal Trias sup., ampio più di 200 km. La successione si presenta sempre fortemente tettonizzata e la sua ricostruzione è assai problematica. Costantemente la parte inferiore, calcareo-silico-marnosa del Trias medio-Cretaceo inf., è separata tettonicamente da quella superiore, argillosa-calcarenitica-arenacea del Cretaceo sup.-Miocene inf. I sedimenti bacinali si raccordano alle piattaforme adiacenti con zone di transizione caratterizzate da sedimenti torbiditici calcarei.

Piattaforma apula interna

All'esterno del bacino lagonegrese-molisano viene collocata la Piattaforma apula interna. Sviluppata per tutta l'area in oggetto, a Nord del Vulture un ampio bacino lungo circa 100 km la separa dalla Piattaforma apula esterna. Le due piattaforme appaiono nettamente svincolate durante le fasi tettoniche presentando stili strutturali diversi; l'apula interna si sovrappone tettonicamente a quella esterna lungo tutto il suo sviluppo.

Piattaforma apula esterna

Nel quadro dell'orogenesi appenninica questa unità rappresenta l'avampaese, affiora estesamente a NE dell'Avanfossa bradanica nel Gargano e nelle Puglie, costituisce il substrato dell'avanfossa stessa e rappresenta quindi l'unità più profonda dell'Appennino centro-meridionale.

La successione è costituita da evaporiti e dolomie a cui seguono dal Giurassico al Paleogene dolomie e calcari di piattaforma. Gli spessori superano i 6.000 m.

La placca Apula ha avuto diversi periodi di emersione e sommersione.

Unità irpine

Dopo la fase tettonica burdigaliano-langhiana, sulle coltri liguri in parte già accavallate e sulla Piattaforma appenninica si imposta un bacino subsidente nel quale la sedimentazione prosegue sino al Miocene sup.. I sedimenti sono quasi sempre fliscioidi (formazione di Gorgoglione, S.Bartolomeo, Serra Palazzo e Marne di Toppo Capuana) e affiorano sul fronte della catena.

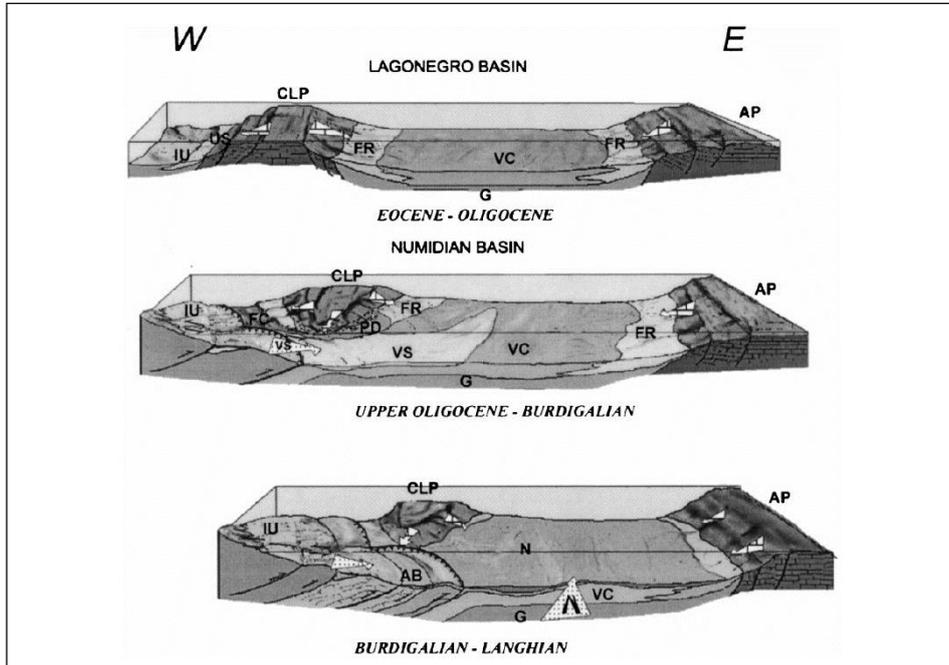


Figura 4-Evoluzione paleogeografia dei bacini di Lagonero e Numidico.

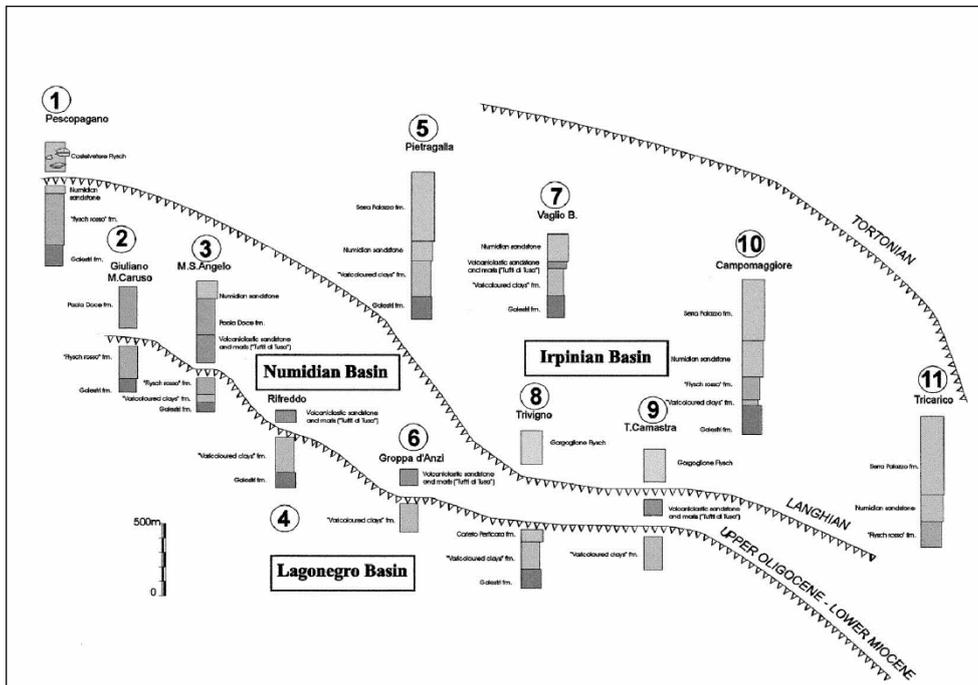


Figura 5-Schema tettonico-stratigrafico delle successioni dal Cretaceo al Miocene in Appennino meridionale.

Il *flysch* Numidico si sedimenta inizialmente nella parte più occidentale del Mediterraneo, nell'Africa del Nord con la presenza di areniti quarzose. In seguito c'è una migrazione verso est, entrando nel bacino di Lagonegro a sud.

Unità post-tortoniane

Vaste aree tirreniche (Roccamonfina, Campi Flegrei, Somma-Vesuvio) sono interessate nel Pliocene sup.-Quaternario da vulcanesimo orogenico. Il vulcano del Vulture occupa invece una posizione strutturale diversa dai vulcani della Campania essendo in una posizione esterna alla catena, sul bordo dell'avanfossa.

I movimenti tettonici, che dall'inizio del Mesozoico sono stati generalmente caratterizzati da movimenti distensivi, coinvolgono alla fine dell'Eocene il dominio ligure con l'eliminazione dell'oceano ligure e con la successiva collisione continentale. Una serie di fasi tettoniche legate alla subduzione di un prisma di accrezione verso SO coinvolge il margine della zolla continentale africana dislocando le unità mesozoiche-paleogeniche deposte sopra.

Le fasi orogenitiche s.s. hanno inizio a partire dal Pliocene medio-sup., queste sollevano l'edificio appenninico e gli conferiscono la sua attuale fisionomia. Complesse e non ben identificabili rotazioni regionali e movimenti trascorrenti hanno avuto un ruolo importante durante tutta l'evoluzione di questo tratto della catena appenninica. A partire dall'Aquitano il mare trasgredisce estesamente sulla Piattaforma appenninica soggetta a sprofondamento con deposizione di calcareniti paraconformi sui calcari cretacei e paleocenici. In seguito al rapido inabissarsi della piattaforma, integrata nell'avanfossa al fronte del prisma di accrezione, i depositi neritici evolvono a sedimenti arenacei per lo più in facies di *flysch*. La piattaforma con i depositi miocenici deposti sopra e trascinati in subduzione verso ovest nel prisma, viene in varia misura ricoperta tettonicamente dalle coltri delle unità liguri già accrete. Il tutto è coinvolto dalla successiva accrezione dei terreni del margine occidentale del Bacino lagonegrese, i quali, a loro volta, vengono sottoscorsi dai terreni della zona assiale del bacino stesso con raddoppio dei sedimenti del Bacino lagonegrese. La piattaforma si smembra in più parti e le coltri liguri che la sormontavano la scavalcano in parte verso Est. Le deformazioni e l'integrazione nel prisma d'accrezione appenninico di queste unità è definita dai depositi miocenici discordanti: Gruppo del Cilento e Unità Iripine. Nel Tortoniano ulteriori movimenti traslativi interessano anche i depositi del bacino irpino. Tra il Tortoniano sup. e il Pliocene inf. sulle varie unità accrete si formano bacini di modesta estensione, talvolta collegati tra loro. Tali bacini vengono coinvolti nella successiva fase tettonica che determina l'accrezione della Piattaforma apula nella pila delle coltri già accrete. La piattaforma viene ribassata a gradinata sul lato interno determinando la formazione della Fossa bradanica e assumendo nel suo insieme il ruolo di avampaese

appenninico. Il fronte della catena sovrascorre sui terreni del Pliocene inf.-medio, mentre è ricoperto in discordanza da quelli del Pliocene sup.-Quaternario. Nella Fossa bradanica, non interessata da trasporti orogenetici, la sedimentazione è continua dal Pliocene inf. al Pleistocene, turbata solo dalla messa in posto di olistostromi provenienti dal fronte della catena. La subduzione continentale della litosfera apula al di sotto dell'Appennino tortoniano è contemporanea all'apertura del Mar Tirreno il quale viene a separare, dopo le fasi collisionali mioceniche inferiori con la zolla Adria, il prisma appenninico così formato dal blocco continentale che includeva la Sardegna e la Corsica. Alla fine del Pliocene medio l'architettura della catena appenninica è praticamente completata: le grandi fasi tettonogenetiche che hanno comportato le traslazioni delle grandi unità stratigrafico-strutturali sono terminate. I movimenti che seguono tendono alla surrezione della catena che viene disarmonicamente sollevata. In risposta al sollevamento della catena e all'apertura del Tirreno si formano sul versante occidentale faglie listriche normali. Si ha, quindi, contemporaneità ai due lati della catena tra fenomeni compressivi attivi sul fronte e distensivi sul versante tirrenico opposto.

Il sollevamento nella parte centrale della catena durante l'ultimo milione di anni è valutato in circa 1.000 m, con una velocità di sollevamento pari a 1 mm/a, ed è correlato al riequilibrio isostatico della crosta ispessita in seguito alla subduzione della crosta africana.

Si citano le unità stratigrafico-strutturali affioranti nell'area di progetto, di alcune delle quali, nel paragrafo successivo, si descriveranno in maniera più dettagliata le caratteristiche geologiche.

È possibile evidenziare in affioramento due grandi categorie di depositi, le rocce in facies di *flysch* del Miocene e Paleogene, e i depositi del Pliocene e del Quaternario appartenenti ad un altro ciclo sedimentario. Dagli studi eseguiti e dai dati in letteratura si stima che mediamente ed a seconda delle aree ricadenti nei Fogli geologici, gli spessori dei '*flysch*' possono raggiungere i 1000 m, questo in relazione al fatto che trattasi di depositi franosi sottomarini definiti anche correnti di torbida, i quali in più fasi successive hanno potuto depositare una grande quantità di materiale. In questo contesto sedimentologico è possibile rinvenire anche la presenza di blocchi e frammenti rocciosi di età pre-miocenica definiti olistoliti messi in posto sempre a causa di franamenti sottomarini. In generale per quanto riguarda la sedimentazione dei depositi pliocenici essa è presumibilmente avvenuta in continuità di sedimentazione sui depositi più antichi, anche se in alcune aree ricadenti nei Fogli è possibile notare delle discontinuità o discordanze legati quasi sicuramente a fasi tettoniche che hanno interessato tale zona.

5 Caratterizzazione geologica del sito di progetto

L'area oggetto di intervento è ubicata a Nord – Est rispetto al centro abitato di Sant'Agata in Puglia ad una quota variabile tra circa 300 e 400.

Le coordinate geografiche di ubicazione sono le seguenti:

UTM WGS 84 GEOGRAFICHE	
PESPA 01	41.189274°N; 15.521633° E (da Greenwich)
PESPA 02	41.182029°N; 15.519728°E (da Greenwich)
PESPA 03	41.180933°N; 15.486409°E (da Greenwich)
PESPA 04	41.168917°N; 15.476397°E (da Greenwich)
PESPA 05	41.176477°N; 15.478430°E (da Greenwich)
PESPA 06	41.175073°N; 15.485988°E (da Greenwich)
PESPA 07	41.181437°N; 15.479036° E (da Greenwich)
PESPA 08	41.186502°N; 15.480129°E (da Greenwich)

Il territorio di progetto è caratterizzato da una situazione geologico-strutturale complessa che vede in affioramento formazioni di età prevalentemente miocenica e pliocenica su cui poggiano i depositi alluvionali pleistocenici. L'evoluzione strutturale della regione del subappennino dauno inizia con la deposizione del *flysch*, nel periodo miocenico, al di sopra della serie basale. Con la trasgressione miocenica ha inizio lo sviluppo di una fossa in cui si accumulano i depositi terrigeni provenienti da occidente. L'area subisce un nuovo abbassamento in età pliocenica tanto da permettere una fase di sedimentazione trasgressiva sui sedimenti del *flysch*.

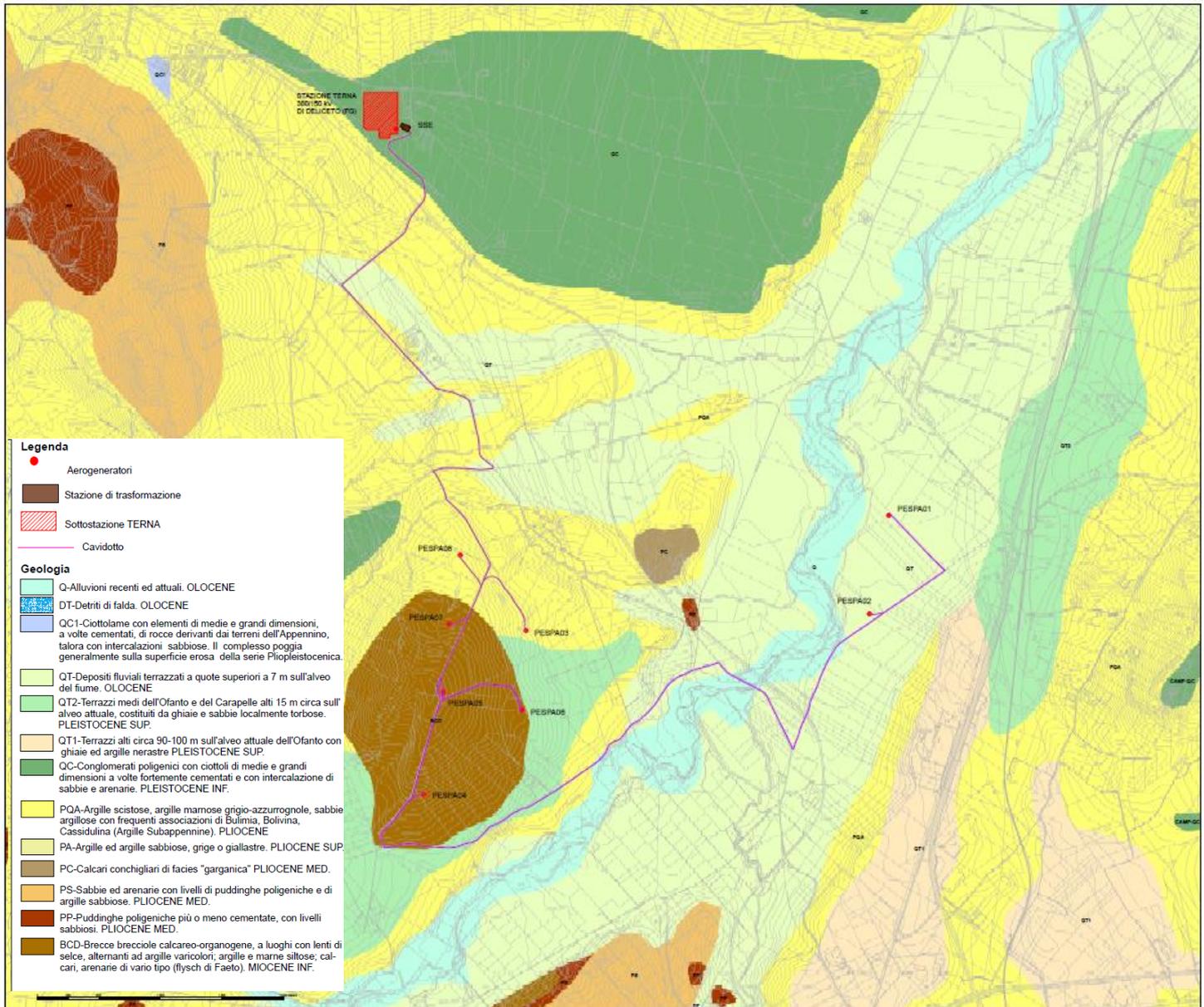


Figura 6- Stralcio della Carta Geologica ricostruita.

In particolare gli aerogeneratori PESPA04, PESPA05, PESPA06 e PESPA07 ricadono sulla formazione del *Flysch di Faeto (BCD)*.

Mentre gli aerogeneratori PESPA03 e PESPA08 ricadono al di sopra della formazione delle *Argille Subappennine (PQA)*.

Gli aerogeneratori PESPA01 e 02 ricadono al di sopra dei *Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle (QT2)*.

6 Modellazione geologica del sito

Per quanto concerne la *caratterizzazione e modellazione geologica del sito* (art.6.2.1 NTC 2018), si intende uno schema rappresentativo delle condizioni litologiche, stratigrafiche, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato alla pericolosità geologica del sito.

Le indagini *geognostiche* eseguite nell'area di interesse sono consistite nella realizzazione di indagini indirette a carattere geofisico: prospezione sismiche a rifrazione di superficie in onde P ed S.

Le risultanze di dette indagini sono state integrate con i sondaggi meccanici eseguiti nell'area di studio nel 2009 e 2013, spinti alla profondità di 30 e 20 metri, dai quali sono stati prelevati campioni indisturbati e eseguite prove SPT in foro.

6.1 Indagini pregresse – sondaggi meccanici

I sondaggi sono stati eseguiti con sonda a rotazione tradizionale con testa idraulica in grado di agire sia in rotazione che con percussione in modo da poter inserire anche l'eventuale tubazione di rivestimento senza o con poca circolazione di fluido.

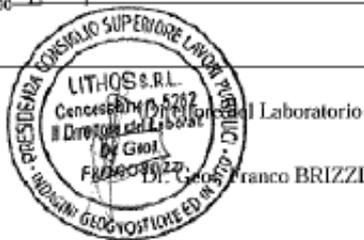
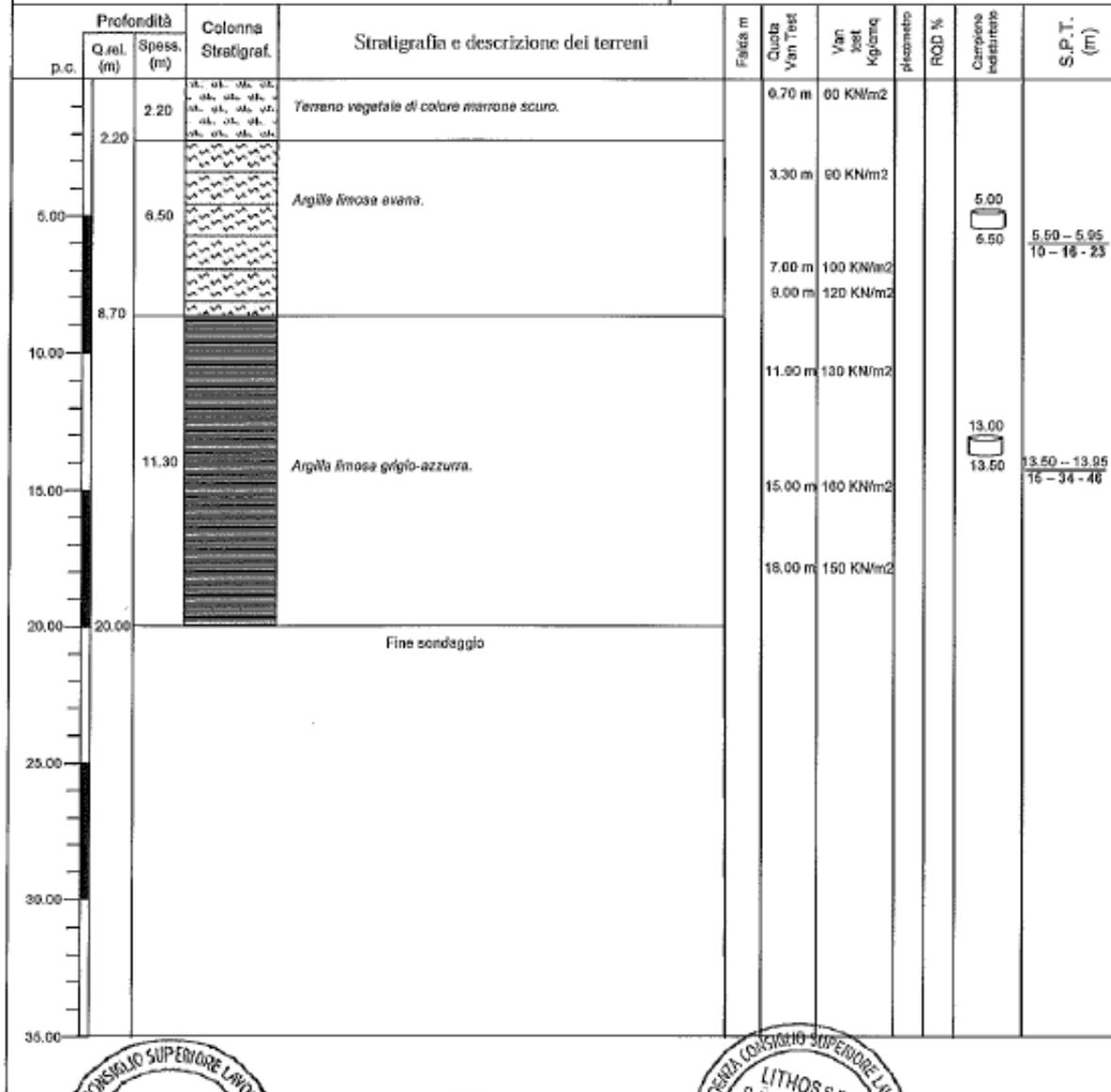
Le perforazioni sono state eseguite a 'secco', compatibilmente con le caratteristiche dei terreni attraversati con carotiere semplice e manovre di lunghezza tale da garantire il massimo recupero del materiale. Il materiale estratto con le manovre di carotiere, sono state ordinatamente sistemate in apposite cassette catalogatrici.

Nel corso delle operazioni di sondaggio è stata compilata, la scheda della stratigrafia riscontrata completa della descrizione della natura e delle caratteristiche del terreno, data, metodo di perforazione, attrezzatura impiegata, diametro di perforazione, diametro di rivestimento, fluido di circolazione, nominativo del compilatore, quote di prelievo campioni, delle SPT e della falda.

Si allegano le stratigrafie dei sondaggi S1-S2-S3-S1CA e S2CA.

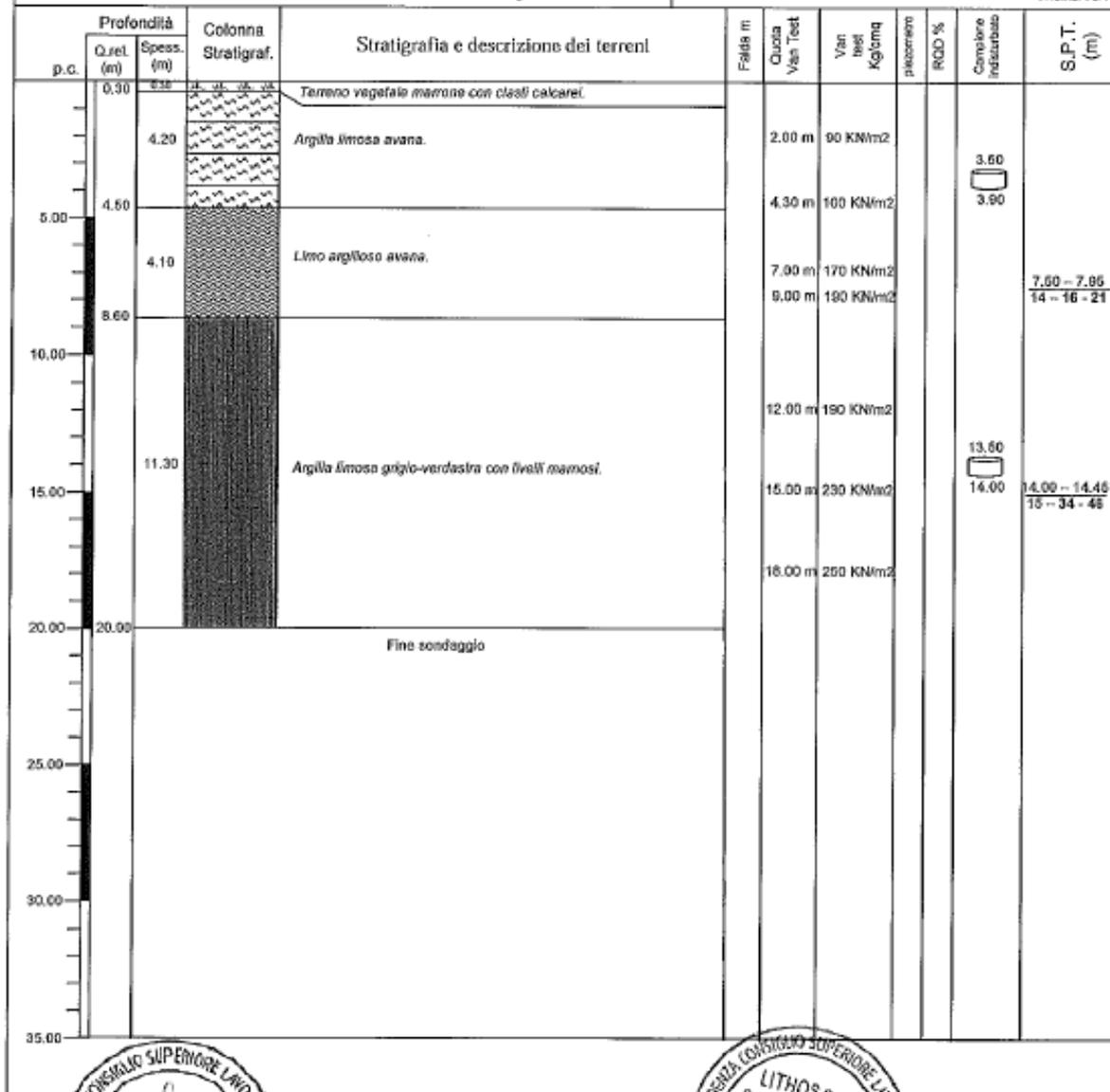
LITHOS s.r.l.
 Viale Angelico, 39
 00195 ROMA
 Concessione Ministeriale settore C n. 5282 del 03/06/2011

RICHIEDENTE: Geo Tecnologie S.r.l.	ATTREZZATURA: Sonda Teredo DC306	 Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai sensi della Circolare n. 7619 del 09/09/2010 - Certificazione n° 5282
COMMITTENTE: Geo tecnologie S.r.l.	METODO DI PERF.: Carotaggio continuo	
LOCALITA': Sant'Agata di Puglia (FG)	QUOTA INIZ.: Piano campagna	N° ACCETTAZIONE: 0652a/13 DATA INIZIO: 04/11/2013 NUMERO CERTIFICATO: 1775a DATA FINE: 04/11/2013 DATA EMISSIONE: 03/12/2013
CANTIERE: Costruzione di un parco eolico	PROFONDITA': 20.00 m	
	UBICAZIONE: Lat 4558960N Long: 540777 E	
		Sigla: S1 PAGINE: 1 di 1



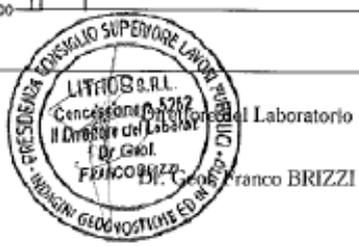
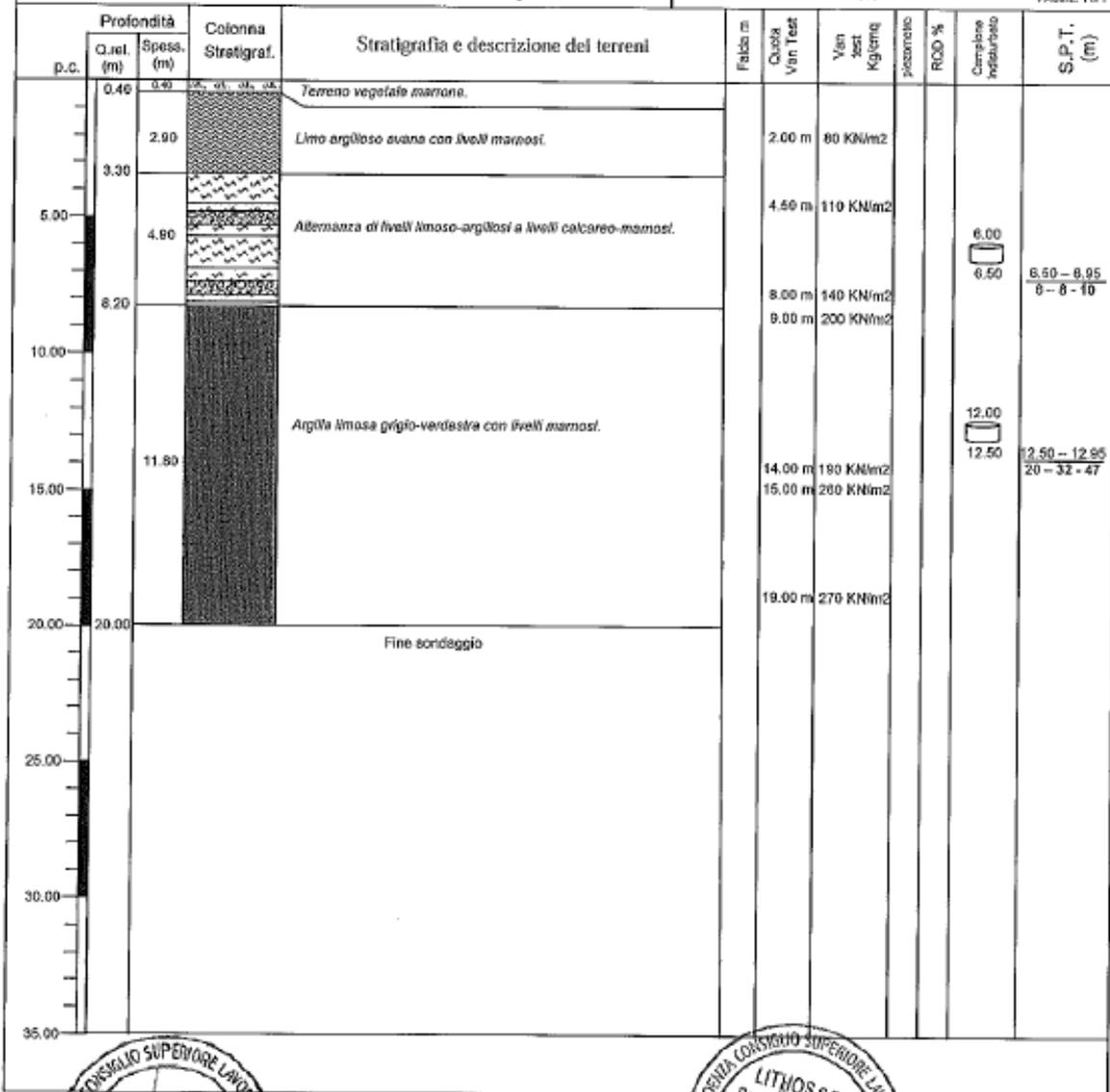
LITHOS s.r.l.
 Viale Angelico, 39
 00185 ROMA
 Concessione Ministeriale settore C n. 5262 del 03/00/2011

RICHIEDENTE: Geo Tecnologie S.r.l.	ATTREZZATURA: Sonda Terefa DC306	 Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai sensi della Circolare n. 7619 del 03/09/2010 - Certificazione n° 5262
COMMITENTE: Geo tecnologie S.r.l.	METODO DI PERF.: Carotaggio continuo	
LOCALITA': Sant'Agata di Puglia (FG)	QUOTA INIZ.: Piano campagna	N° ACCETTAZIONE: 0052a/13 DATA INIZIO: 05/11/2013 NUMERO CERTIFICATO: 1790a DATA FINE: 05/11/2013 DATA EMISSIONE: 03/12/2013
CANTIERE: Costruzione di un parco eolico	PROFONDITA': 20.00 m	
	UBICAZIONE: Lat 4558802N Long: 540227 E	Siga: S2 PAGINE: 1 di 1



LITHOS s.r.l.
 Viale Angelico, 39
 00185 ROMA
 Concessione Ministeriale settore C n. 5262 del 03/08/2011

RICHIEDENTE: Geo Tecnologie S.r.l.	ATTREZZATURA: Sonda Terebo DC308	Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai sensi della Circolare n. 7619 del 08/09/2010 - Certificazione n° 5262 
COMMITTENTE: Geo tecnologie S.r.l.	METODO DI PERE: Carotaggio continuo	
LOCALITA': Sant'Agata di Puglia (FG)	QUOTA INIZ: Piano campagna	N° ACCETTAZIONE: 0652a/13 DATA INIZIO: 06/11/2013 NUMERO CERTIFICATO: 1780b DATA FINE: 06/11/2013 DATA EMISSIONE: 03/12/2013
CANTIERE: Costruzione di un parco eolico	PROFONDITA': 28.00 m	
	UBICAZIONE: Lat 4557955N Long: 540234 E	Sigla: S3 PAGINE: 1 di 1



Riferimento: IMPIANTO EOLICO				Sondaggio: S1CA			
Localit�: Acqua Bianca - Giardino - Serra La Caccia - Tufarelle				Quota: 217			
Impresa esecutrice: Toma - Matera				Data: 9 agosto 2009			
Coordinate:				Redattore: -			
Perforazione: a rotazione e carotaggio continuo							
Profondit� m	Profondit� m	LITOLOGIA	Campioni	Perc. % 0-100	Standard Penetration Test		DESCRIZIONE
					SPT	MP	
1							Suolo argilloso sabbioso di colore bruno
2	1.5						limi argillosi bruni e sabbie limose di colore ocra con inclusi detritici
3							
4	4.0						ghiaie e blocchi calcarenitici, da spongiosi a subarrotondati, delle dimensioni massime di 4 cm. Qualche trovante calcareo.
5							
6							
7	8.8						limi argillosi grigi in livelli sottili alternati a limi sabbiosi giallastri. A 7.7 m le argille grigie sono prevalenti; la consistenza aumenta con la profondit�.
8			1) Shear 0.08 0.30	8.3	20-29-35	64 C	
9							
10							
11							
12							
13			2) Shear 0.08 0.30				
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30	30.0						

STRATIGRAFIA SICA
SCALA 1 : 125 Pagina 1/1

Riferimento: IMPIANTO EOLICO						Sondaggio: 2	
Località: Acqua Bianca - Giardino - Serra La Caccia - Tufarelle						Quota: 235	
Impresa esecutrice: Toma - Matera						Data: 4 agosto 2009	
Coordinate:						Redattore: -	
Perforazione: a rotazione e carotaggio continuo							
Prof. m	Spes. m	LITOLOGIA	Campioni	Profil. % 0-100	Standard Penetration Test S.P.T.	N	Prof. m
1	1.0	Suolo argilloso sabbioso nerastro					1.0
2		Limo sabbioso e limo argilloso di colore bruno con inclusi detritici di natura calcarea delle dimensioni medie di 1 mm (diam. max 3 cm)					
3							
4							
5							
6							
7							
8			(1) She = 8.00 8.50		8.5	9-13-19	32 C
9							
10							
11							
12	11.5	sabbie limose e limi argillosi di colore giallo ocra con rari ciottoli delle dimensioni medie di 1 cm					11.5
13							
14							
15			(1) She = 10.00 10.50				
16							
17	18.2	Limi argillosi arai in livelli sottili alternati a limi sabbiosi giallastri. A 18.2 m le araille grigie sono prevalenti; la consistenza aumenta con la profondità.					18.2
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30	30.0						30.0

Prove SPT

Nei fori di sondaggio sono state effettuate prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (ASTM12-02-49a1586-67, ISSXIFE 1976) con campionatore tipo a punta chiusa, con dispositivo automatico dello sganciamento del maglio del peso di 63.5 kg ed altezza di caduta di 76 cm.

Per evitare l'effetto di rifluimenti del fondo del foro e/o la decantazione dei detriti in sospensione del fluido, prima dell'esecuzione delle prove SPT è stata effettuata la pulizia del foro ed è stata misurata, con scandaglio a filo graduato, la quota del fondo foro, rispetto a quella raggiunta con la manovra di perforazione o di pulizia precedentemente fatta. Nel caso in cui lo spessore dei detriti misurato superava 7 cm, si è proceduto a una ulteriore manovra di pulizia.

I risultati delle prove SPT, riportati sulle stratigrafie dei sondaggi, hanno fornito i risultati della resistenza alla penetrazione, rilevando il numero colpi (N), necessari per la penetrazione di 3 tratti consecutivi, ciascuno di 15 cm. Il valore di NSPT, è stato ottenuto effettuando la somma dei colpi rilevati per il 2° e il 3° tratto.

	Profondità (m)	15 cm	30 cm	45 cm	N _{spt}	punta	Valutazione della consistenza
S1	5.50	10	16	23	39	chiusa	durissimo
	13.50	15	34	46	80	chiusa	durissimo

Tabella 3

	Profondità (m)	15 cm	30 cm	45 cm	N _{spt}	punta	Valutazione della consistenza
S2	7.50	14	16	21	37	chiusa	durissimo
	14.00	15	34	46	80	chiusa	durissimo

Tabella 4

	Profondità (m)	15 cm	30 cm	45 cm	N _{spt}	punta	Valutazione della consistenza
S3	6.50	6	8	10	18	chiusa	duro
	12.50	20	32	47	79	chiusa	durissimo

Tabella 5

	Profondità (m)	15 cm	30 cm	45 cm	N _{spt}	punta	Valutazione della consistenza
S1CA	8.30	20	29	35	64	chiusa	durissimo

	Profondità (m)	15 cm	30 cm	45 cm	N _{spt}	punta	Valutazione della consistenza
S2CA	8.50	9	13	19	32	chiusa	durissimo

Risultati analisi geotecniche di laboratorio

Di seguito si farà riferimento alle caratteristiche geotecniche dei campioni di materiale prelevati in cantiere:

- caratteristiche fisiche, proprietà indice e grandezze di stato (γ , γ_s , γ_d , γ_{sat} , e , n , S_r , w)
- analisi granulometriche, con descrizione AGI;
- determinazioni dei Limiti di Atterberg;
- prove di taglio diretto CD;
- prove di espansione laterale libera.

Quadro riassuntivo dei campioni prelevati nei sondaggi S1-S2-S3:

Sond.	Camp.	Profondità m	W %	γ_v KN/m ³	γ_d KN/m ³	γ_{sat} KN/m ³	γ_s KN/m ³	e	n %	S_r %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	TG CD c KN/m ² φ°	E.L.L. cu KN/m ²	UNI
1	1	5.00-5.50	21.85	19.95	16.37	20.42	27.50	0.680	40.46	88.41	0.11	2.83	45.57	51.49	53	35	18	3.65 - 23.9°	158.41	A - 7 - 5 MH
1	2	13.00-13.50	18.45	2.96	2.50	11.59	27.60	10.045	90.95	5.07	0.05	1.55	44.82	53.58	53	34	19	46.02 - 20.1°	143.44	A - 7 - 5 MH
2	1	3.50-3.90	20.82	18.98	15.71	20.02	27.60	0.757	43.08	75.92	0.04	0.95	45.10	53.91	65	46	19	15.93 - 29.0°	132.74	A - 7 - 5 MH
2	2	13.50-14.00	27.21	18.13	14.25	19.07	27.50	0.930	48.17	80.50	0.70	4.73	43.90	50.67	61	43	18	16.11 - 22.8°	70.30	A - 7 - 5 MH
3	1	6.00-6.50	26.79	17.71	13.97	18.91	27.60	0.976	49.39	75.76	0.05	0.97	46.58	52.40	72	46	26	12.24 - 14.0°	74.19	A - 7 - 5 MH
3	2	12.00-12.50	17.21	19.39	16.54	20.53	27.50	0.662	39.84	71.46	0.04	5.58	43.81	50.57	47	31	16	68.15 - 28.3°	204.52	A - 7 - 5 ML

Legenda:

W= Umidità naturale - γ_v = Peso di volume naturale - γ_d = Peso di volume secco - γ_s = Peso specifico - e = Indice dei vuoti - n = Porosità - S_r =Grado di saturazione - γ_{sat} =peso di volume saturo - L.L.= Limite liquido - L.P.= Limite plastico - IP= Indice plastico - c =Coesione - c_u =Coesione non drenata - φ° = Angolo di attrito interno

Quadro riassuntivo dei campioni prelevati nei sondaggi S1CA-S2CA:

S O N D	C I N D	Profondità m	W %	γ_v KN/m ³	γ_d KN/m ³	γ_s KN/m ³	e	n %	S_r %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	TG CD c KN/m ² φ°	Classificazione UNI 10008
1	1	8.00-8.30	15.21	21.20	18.40	27.30	0.483	32.60	85.83	0.52	11.02	55.60	32.86	34	23	11	52.44 - 30.74°	A - 6 CL
1	2	13.00-13.3	10.05	21.60	19.63	27.00	0.376	27.30	72.29	0.00	17.56	56.97	25.46	29	20	9	55.91 - 34.87	A - 4 CL
2	1	8.00-8.50	28.41	18.31	14.25	27.20	0.909	47.61	85.05	2.38	8.93	37.69	51.00	54	36	18	33.80 - 23.96°	EDOMETRICA: SI A - 7 - 5 MH
2	2	15.00-15.5	22.99	19.31	15.69	27.20	0.733	42.32	85.27	1.96	8.99	53.82	35.23	45	32	13	38.70 - 24.62°	EDOMETRICA: SI A - 7 - 5 ML

Legenda:

W= Umidità naturale - γ_v = Peso di volume naturale - γ_d = Peso di volume secco - γ_s = Peso specifico - e = Indice dei vuoti - n = Porosità - S_r =Grado di saturazione - L.L.= Limite liquido - L.P.= Limite plastico - IP= Indice plastico - c =Coesione - φ° = Angolo di attrito interno

7 Considerazioni conclusive

Con la seguente relazione si ricostruiscono i caratteri geologici di un sito ricadente nei comuni di Sant'Agata e Candela (FG), atto ad ospitare un impianto eolico di n.8 aerogeneratori e opere annesse. Attraverso l'osservazione diretta in campagna, la consultazione di precedenti lavori effettuati in terreni appartenenti agli stessi litotipi, presenti nei pressi all'area di studio, e tramite delle basi sismiche a rifrazione in onde P ed S si è ricostruito l'andamento stratigrafico ed i caratteri idrogeologici dei terreni ricadenti nell'area di studio.

Stratigraficamente la successione dei terreni, al di sotto di uno spessore di qualche decimetro di suolo agrario, dall'alto verso il basso, è la seguente:

- *Flysch di Faeto (bcD)*. Definito anche con il nome più antico in letteratura di "*Formazione della Daunia*", esso si presenta in facies di *flysch* e pertanto costituito da materiale eterogeneo in innumerevoli affioramenti, ossia breccie, brecciole, calcareniti, argille, marne, calcari ed arenarie. Miocene.
- *Argille Subappennine (PQA)*. Trattasi di sedimenti argilloso-siltosi di colore grigiastro in cui si alternano strati sabbioso-argillosi e sabbiosi sia grigi che giallastri; si rinvencono in corrispondenza di aree in cui la serie dei terreni pliocenici è piuttosto potente, poggiando a volte senza evidenti segni di trasgressione e di discordanza sui sedimenti del Miocene superiore. Pliocene.
- *Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle (QT2)* alti circa 15 m sull'alveo attuale, costituiti da ghiaie e sabbie localmente morbose. Pleistocene.

In particolare gli aerogeneratori PESPA04, PESPA05, PESPA06 e PESPA07 ricadono sulla formazione del *Flysch di Faeto (bcD)*, affiorante in località Monte Palino. Mentre gli aerogeneratori PESPA03 e PESPA08 ricadono al di sopra della formazione delle *Argille Subappennine (PQA)*. Gli aerogeneratori PESPA01 e PESPA02 ricadono al di sopra dei *Terrazzi medi dell'Ofanto e del Carapelle (QT2)*.

I terreni affioranti presentano una permeabilità da bassa a media.

Da un punto di vista geomorfologico ci troviamo su superfici d'erosione terrazzate, alla base di monte Palino su cui affiora il Miocene, caratterizzate da lievi pendenze che non presentano problemi d'instabilità. Su tali superfici terrazzate affiorano depositi alluvionali riferiti a diversi fasi di sedimentazione ad opera del Torrente Carapelle.

In conclusione il sito di progetto risulta idoneo, da un punto di vista geologico ed idrogeologico, ad ospitare il parco eolico e le opere annesse.

Bari, Dicembre 2019

il geologo

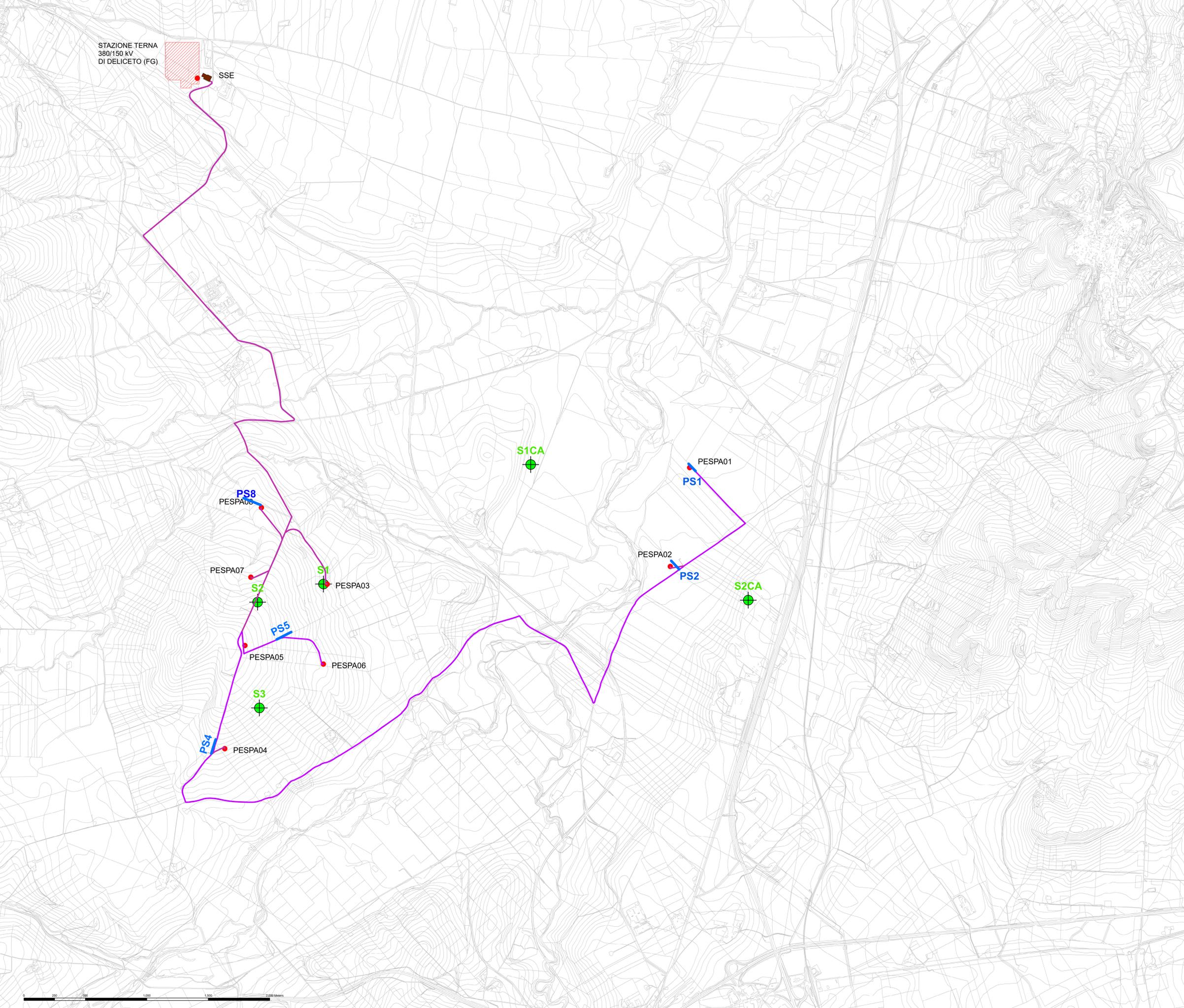
Dott.ssa Carmela Serafini

- Legenda**
- Aerogeneratori
 - Stazione di trasformazione
 - Sottostazione TERNA
 - Cavidotto
 - Stendimenti sismici

STAZIONE TERNA
380/150 KV
DI DELICETO (FG)



SSE



PS8
PESPA08

PESPA07

PESPA05

PS4
PESPA04

S2

S3

S1

PESPA03

PESPA06

PS5

S1CA

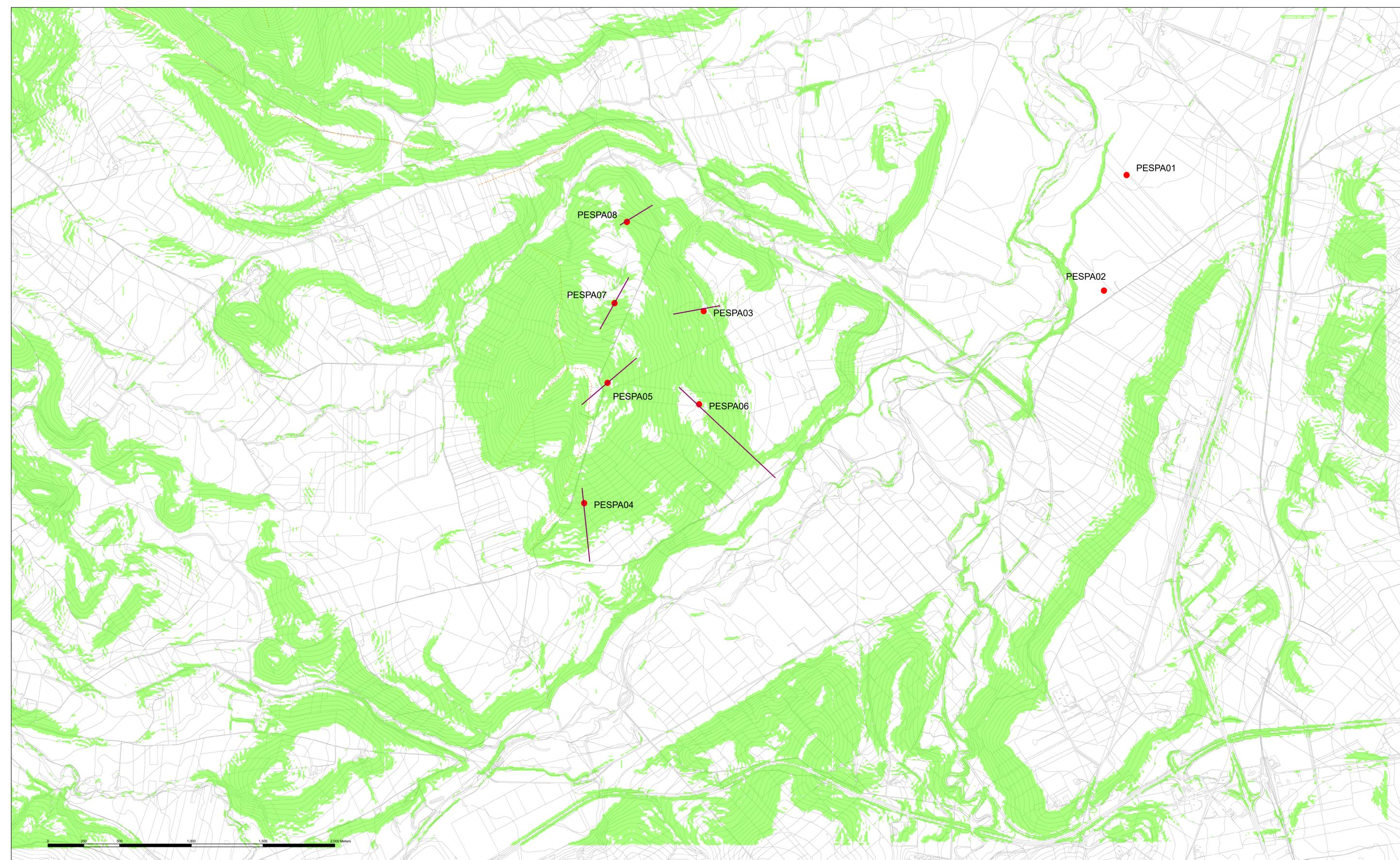
PESPA01
PS1

PESPA02

PS2

S2CA





Legenda

- Aerogeneratori
- Cresta affilata
- Cresta smussata
- ... Asse di dispiuvio
- Tracce sezioni verifiche di stabilità

Pendenze

- <10%
- >=10%