



REGIONE SICILIANA



COMMITTENTE: 		RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L. via A. Doria, 41/G - 00192 ROMA (RM) P.IVA/C.F. 06400370968 pec: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it					
Titolo del Progetto: <h2 style="text-align: center;">PARCO EOLICO CONTESSA</h2>							
Documento: Studi ambientali, geologici, agronomici ed archeologici			N° Documento: PECO-A-0802				
ID PROGETTO:	PECO	DISCIPLINA:	A	TIPOLOGIA:	R	FORMATO:	A4
TITOLO: <h3 style="text-align: center;">Piano Preliminare di Utilizzo delle terre</h3>							
FOGLIO:	1 di 1	SCALA:		FILE:	PECO-A-0802.pdf		
Il Progettista: Ing. Riccardo Cangelosi  			Redattori SIA: Dott. Gualtiero Bellomo Ing. Claudio Giannobile Prof. Vittorio Amadio Guidi Dott. Fabio Interrante Dott.ssa Maria Antonietta MAMIRGEOIND Dott. Sebastiano Muratore MAMIRGEOIND AMBIENTE GEOLOGIA E GEOFISICA s.r.l. Direttore Tecnico Dott.ssa MARINO MARIA ANTONIETTA 				
Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato		
00	gennaio/2022	PRIMA EMISSIONE	VAMIRGEOIND	VAMIRGEOIND	RWE		

INDICE

1.	<i>PREMESSE</i>	1
2.	<i>PIANIFICAZIONE COMUNE</i>	3
3.	<i>DESCRIZIONE DEL PROGETTO</i>	5
4.	<i>CONSIDRAZIONI GEOLOGICHE</i>	45
5.	<i>CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO</i> 77	
6.	<i>PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO</i>	79
7.	<i>ATTIVITA' DI CAMPIONAMENTO</i>	80
8.	<i>PROCEDURE DI DECONTAMINAZIONE</i>	82
9.	<i>PARAMETRI CHIMICO-FISICI DA RICERCARE, DETERMINAZIONE DEL NUMERO DI CAMPIONI E CONCLUSIONI</i>	83

REGIONE SICILIA

**COMUNI DI CONTESSA ENTELLINA (PA) SANTA MARGHERITA
BELICE (AG), MONTEVAGO (AG) E PARTANNA (TP)**

Progetto PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

Committente: RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

**PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA
SCAVO AI SENSI DELL'ART. 24 DEL DPR 120/2017**

1. PREMESSA

Il presente progetto prevede lo scavo di circa 150.106,03 mc di materiale di cui 68.407,77 circa da riutilizzare in situ ai sensi dell'art. 24 del DPR 120/2017 e la restante parte in esubero sarà inviata a centri di recupero/discardie autorizzate.

Ai sensi dello stesso articolo 24 su citato si rende, quindi, necessario redigere il presente Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre che ai sensi del comma 3 così testualmente recita:

“Nel caso in cui la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale, la sussistenza delle condizioni e dei requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, è effettuata in via preliminare, in funzione del livello di progettazione e in fase di stesura dello studio di impatto ambientale (SIA),

attraverso la presentazione di un «Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti» che contenga:

- a) descrizione dettagliata delle opere da realizzare, comprese le modalità di scavo;*
- b) inquadramento ambientale del sito (geografico, geomorfologico, geologico, idrogeologico, destinazione d'uso delle aree attraversate, ricognizione dei siti a rischio potenziale di inquinamento);*
- c) proposta del piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, che contenga almeno:*
 - 1. numero e caratteristiche dei punti di indagine;*
 - 2. numero e modalità dei campionamenti da effettuare;*
 - 3. parametri da determinare;*
- d) volumetrie previste delle terre e rocce da scavo;*
- e) modalità e volumetrie previste delle terre e rocce da scavo da riutilizzare in sito".*

Si riportano tutte le notizie richieste dal suddetto art. 24 e che si ritengono pertinenti al tale piano in merito alle caratteristiche urbanistiche, geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche.

In ogni caso per ulteriori informazioni si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale di cui il presente Piano è un'appendice.

2. PIANIFICAZIONE COMUNALE

L'area interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori ricade nel territorio del comune di Contessa Entellina (PA) che è provvisto di Piano di Fabbricazione approvato il 22.03.1979 e l'area dove verrà realizzato il parco eolico rientra tra quelle urbanisticamente definite come "ZONA E1 – Zona agricola".

Inoltre, l'area dove verrà realizzata la sottostazione rientra urbanisticamente all'interno di una "ZONA E1 – Zona agricola" indicata nel P.G.R. del 05/06/1998 del Comune di Partanna.

Per entrambi i siti risulta valido quanto disposto dalla disciplina introdotta dall'art. 12 del D. Lgs. 387/2003 che al comma 1 prevede che *"le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione ed all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi della normativa vigente, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti"*.

Il comma 7 dello stesso articolo prevede inoltre che *"gli impianti di produzione di energia elettrica (impianti alimentati da fonti rinnovabili), possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici Nell'ubicazione si dovrà tenere conto delle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale"*.

Infine il comma 3 prevede che. *"La costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, come definiti dalla normativa vigente, nonché le opere*

connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o dalle province delegate dalla regione, ovvero, per impianti con potenza termica installata pari o superiore ai 300 MW, dal Ministero dello sviluppo economico, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico, che costituisce, ove occorra, variante allo strumento urbanistico”.

Il progetto è, quindi, coerente con lo strumento urbanistico vigente.

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia da fonte eolica composto da 10 aerogeneratori tripala con potenza nominale da 6,00 MW ciascuno, dislocati nel territorio del comune di Contessa Entellina e denominati come segue: PECO 01 (c.da Praino), PECO 02 (c.da Praino), PECO 03 (c.da Praino), PECO 04 (c.da Praino), PECO 05 (c.da Praino), PECO 06 (c.da Carrubbe vecchie), PECO 07 (c.da Carrubbe vecchie), PECO 08 (c.da Carrubbe), PECO 09 (c.da Carrubbe), PECO 10 (c.da Carrubbe).

Sono parte integrante del Progetto la realizzazione delle relative opere accessorie quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- piazzole di montaggio e manutenzione;
- strade di servizio per il collegamento delle stesse alla viabilità esistente (l'apertura di nuove piste sarà estremamente limitata vista la presenza in sito di strade esistenti che devono solo essere adeguate);
- cavidotti interrati per il vettoriamento dell'energia prodotta (circa 41 km per lo più su viabilità pubblica);
- Cabina di Trasformazione 30/150 kV, adiacente alla sottostazione TERNA esistente denominata "Partanna" in C.da Magaggiari, per la consegna dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

I terreni su cui ricadono le turbine sono stati opzionati con contratti di diritto di superficie, servitù e locazione pari alla vita utile dell'impianto eolico e comunque per un periodo non inferiore a 20 anni, prolungabile.

Il cavidotto interrato di collegamento tra le turbine e la SET sarà suddiviso su tre linee separate per ottimizzare i costi di costruzione e di gestione dell'opera.

Ogni turbina avrà una fondazione in calcestruzzo progettata di tipo diretto o indiretto tramite pali in base alle caratteristiche dei terreni secondo le disposizioni del D.M. 18/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

La viabilità di cantiere per la realizzazione del parco eolico utilizzerà quasi esclusivamente le strade esistenti.

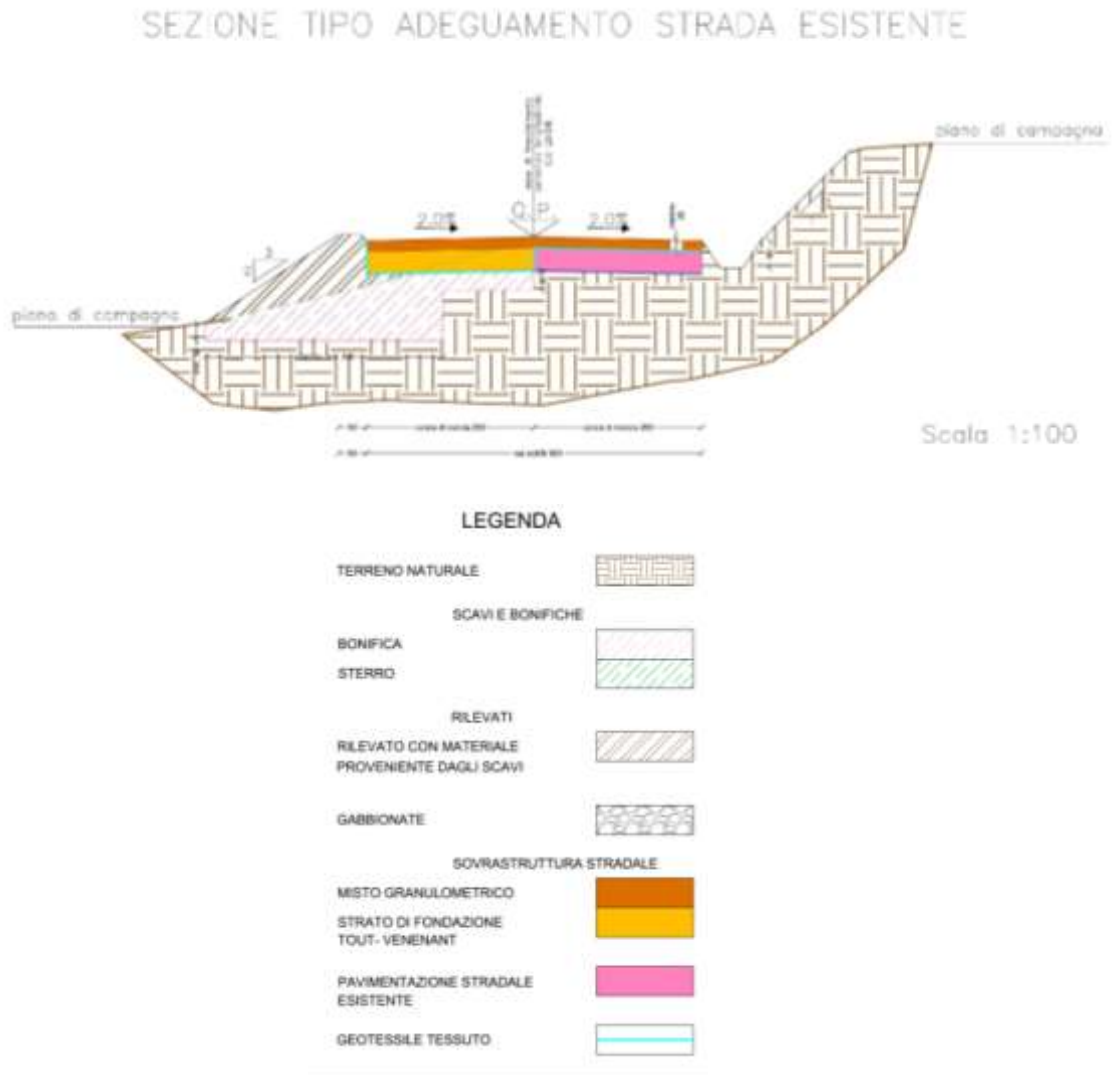
In generale si è preferito utilizzare per la movimentazione dei materiali e degli uomini in cantiere la viabilità pubblica in asfalto in quanto non necessitano di alcun adeguamento, salvo piccoli interventi localizzati, mentre le strade esistenti sterrate necessitano di un adeguamento alle caratteristiche dei mezzi di trasporto che consiste nel semplice allargamento della sede stradale fino ad avere una larghezza in rettilineo di 5.00 m.

Nelle curve la larghezza della carreggiata stradale sarà aumentata per poter permettere il passaggio dei mezzi speciali di trasporto. Nei tratti in cui la fondazione stradale esistente risulta idonea al transito dei mezzi di cantiere si effettuerà la posa di uno strato di misto granulometrico per la regolarizzazione del fondo stradale.

Il tratto in allargamento si realizzerà mediante la realizzazione dei relativi scavi o rilevati necessari per la regolarizzazione della quota di sottofondazione, come da sezioni di progetto di cui si allegano al presente studio solo quelle più critiche, rinviando al progetto per la visione completa di tutte le sezioni di adeguamento stradale.

Sarà posato un geotessile tessuto con funzione separazione tra gli strati di fondazione e gli strati inferiori. La pavimentazione stradale sarà

realizzata con 40 cm di tout-venant di cava e 20 cm di misto granulometrico.



Sezione tipo adeguamento strada esistente

Per i tratti rimanenti in cui non è presente una viabilità preesistente saranno realizzate le piste di cantiere lungo i percorsi più brevi di accesso alle turbine, compatibilmente con le caratteristiche orografiche, geologiche e dei vincoli presenti utilizzando un tracciato, indicato nelle planimetrie allegate al presente progetto, che verrà utilizzato sia per la realizzazione

delle piste necessarie per la costruzione e sia per la successiva gestione e manutenzione del parco.

La sezione tipo stradale per le nuove piste di cantiere prevede lo scavo di uno strato di bonifica variabile in funzione delle quote di progetto e della tipologia di terreno attraversato nel caso di strada in rilevato. Al di sopra della bonifica, realizzata con materiali idonei provenienti dagli scavi o da cava, sarà realizzato il rilevato con materiali idonei provenienti dagli scavi. La pavimentazione sarà realizzata con 40 cm di tout-venant di cava e 20 cm di misto granulometrico.

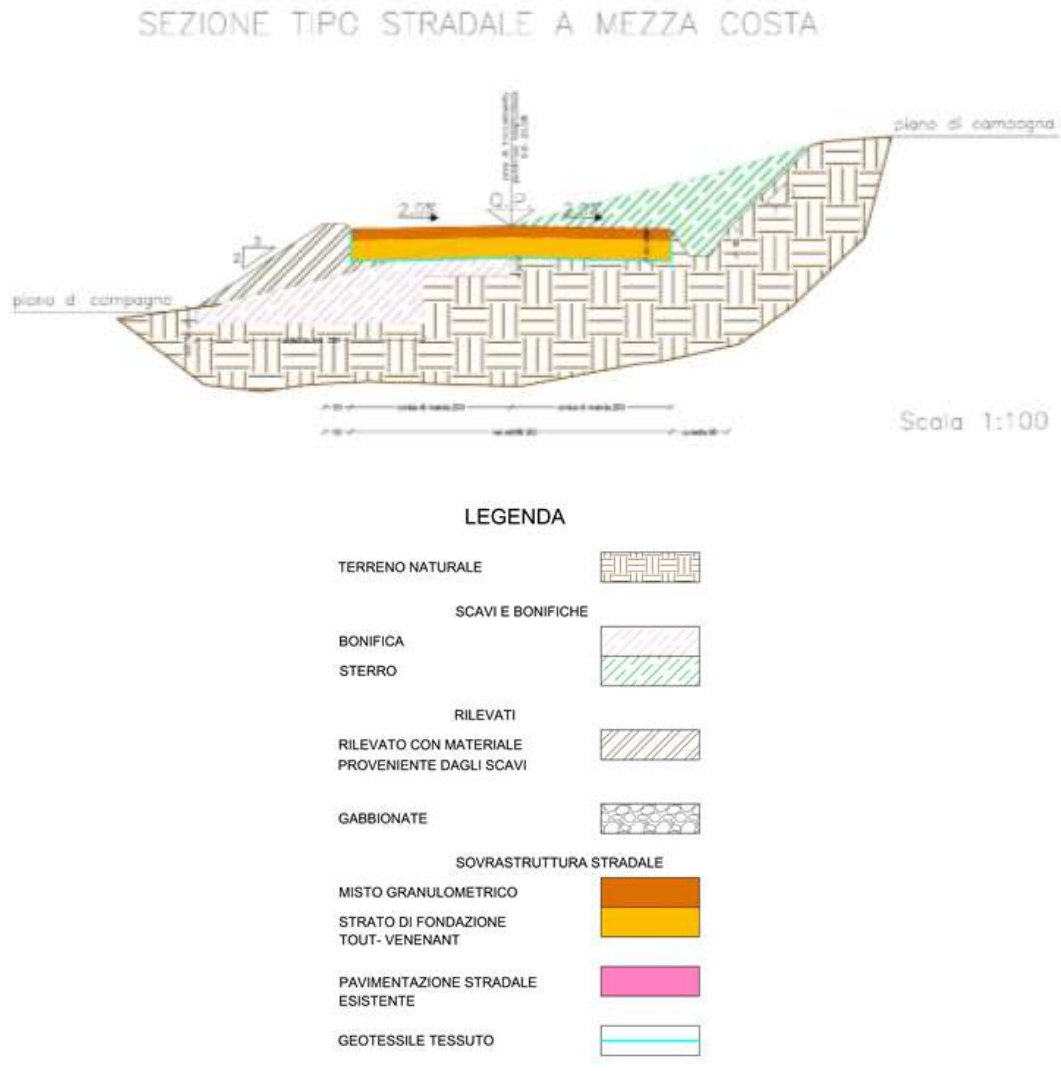
Nel caso di sezione in scavo verrà effettuato lo sterro fino alla quota di sottofondazione e successivamente realizzata la pavimentazione stradale con tout-venant di cava di spessore di 40 cm e misto granulometrico di 20 cm.

In entrambi i casi sarà posato un geotessile tessuto con funzione separazione tra gli strati di fondazione e gli strati sottostanti.

La larghezza della carreggiata stradale sarà di 5.00 in rettilineo, aumentata in corrispondenza delle curve per permettere il passaggio dei trasporti eccezionali.

Anche in questo caso si producono all'interno della presente relazione solo quelle più critiche rinviando al progetto la visione di tutte le sezioni ricostruite.









VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



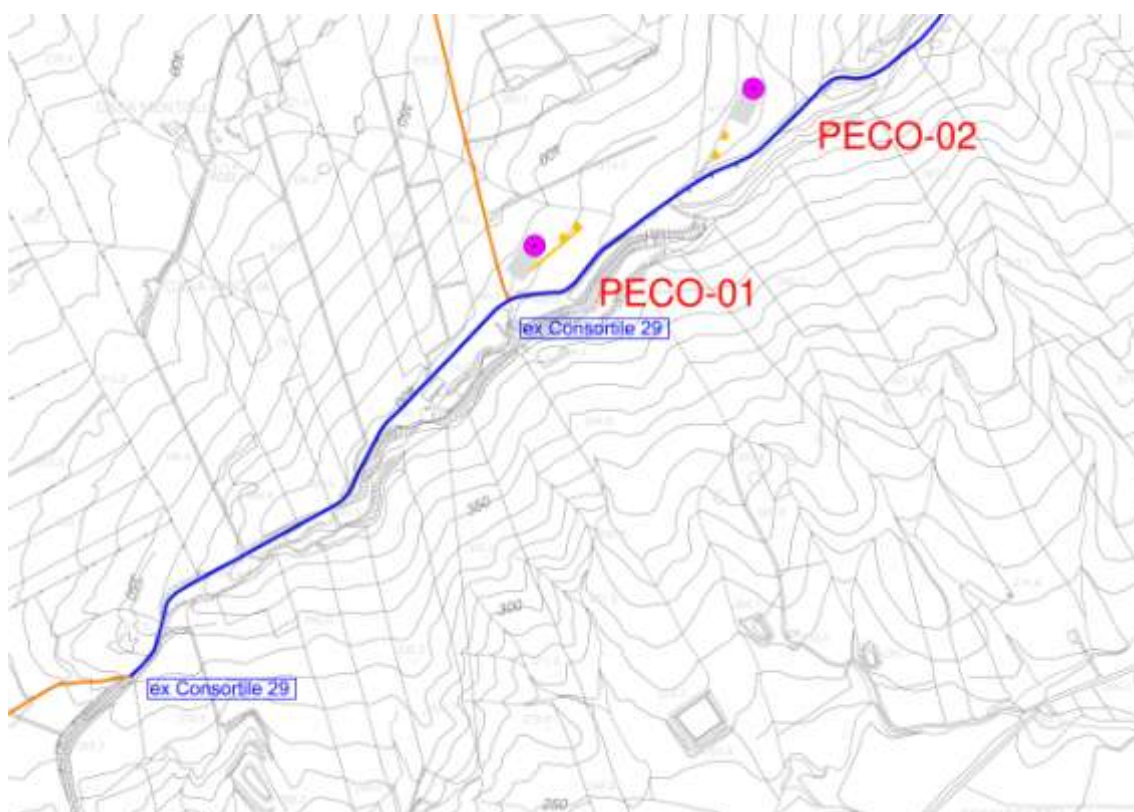
Sezione tipo strada di cantiere di nuova costruzione

Si riportano nelle planimetrie seguenti le strade interne di cantiere con indicazione della tipologia di intervento previsto.

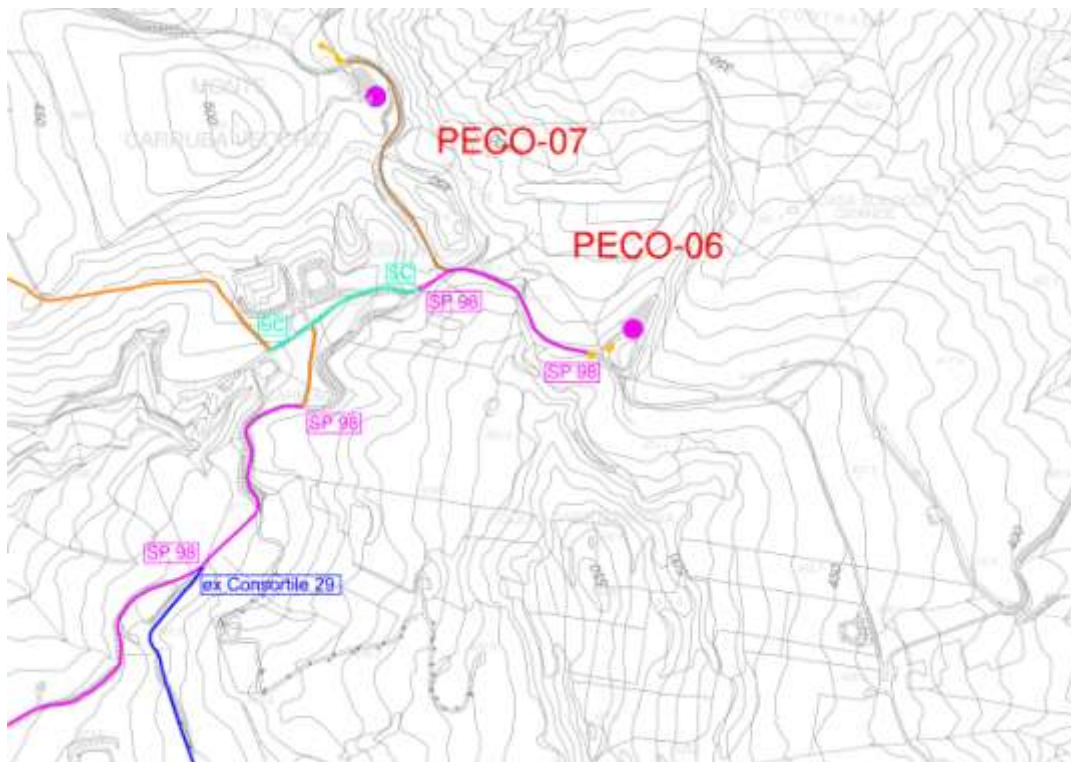
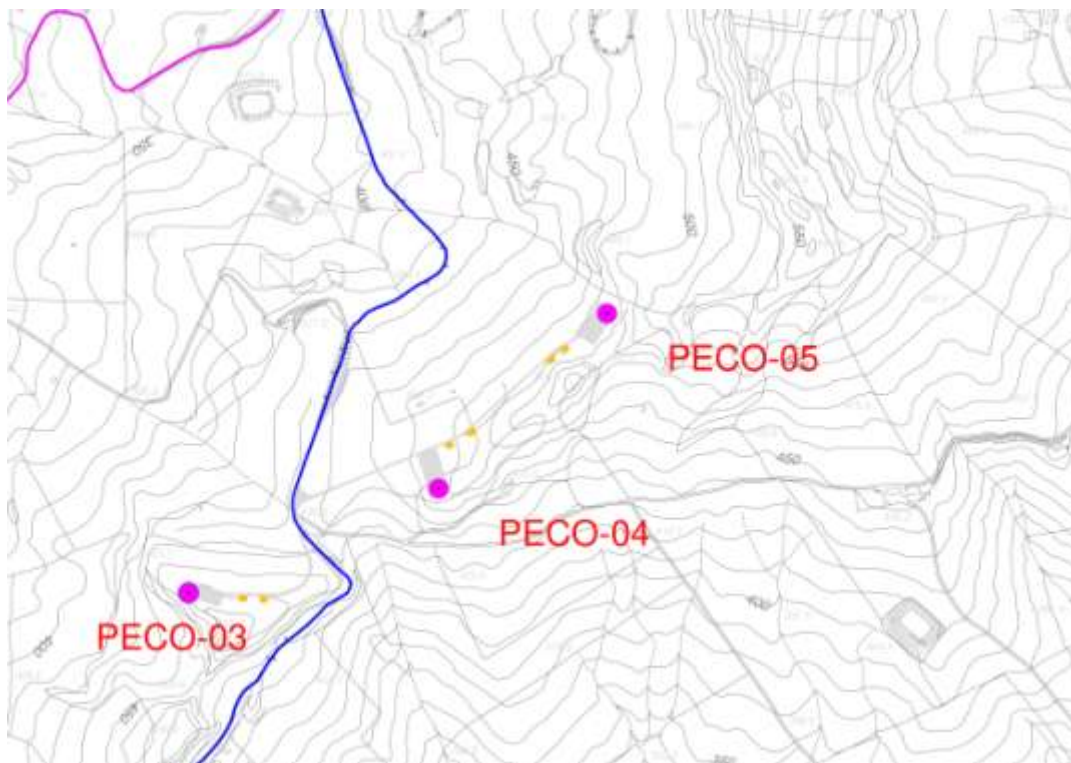
VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

-  AEROGENERATORE PECO
-  STRADA E PIAZZOLE IN MISTO GRANULARE IN PROGETTO
-  STRADA E PIAZZOLA AUSILIARIA IN MISTO GRANULARE IN PROGETTO TEMPORANEA
-  STRADA COMUNALE DA ADEGUARE
-  STRADA PROVINCIALE DA ADEGUARE
-  STRADA EX CONSORTILE DA ADEGUARE
-  STRADA STATALE DA ADEGUARE
-  STRADA BIANCA DA ADEGUARE

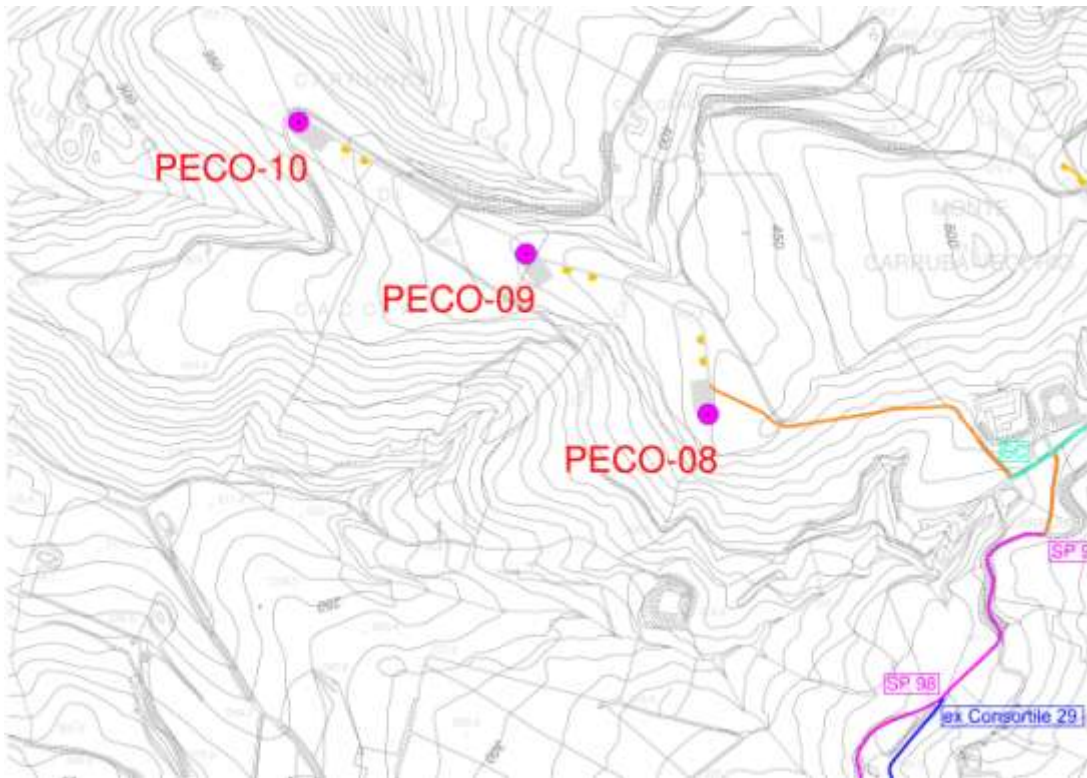
Legenda planimetrie delle strade di cantiere



VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



Stralci planimetrici delle strade di cantiere

DESCRIZIONE DEGLI AEROGENERATORI

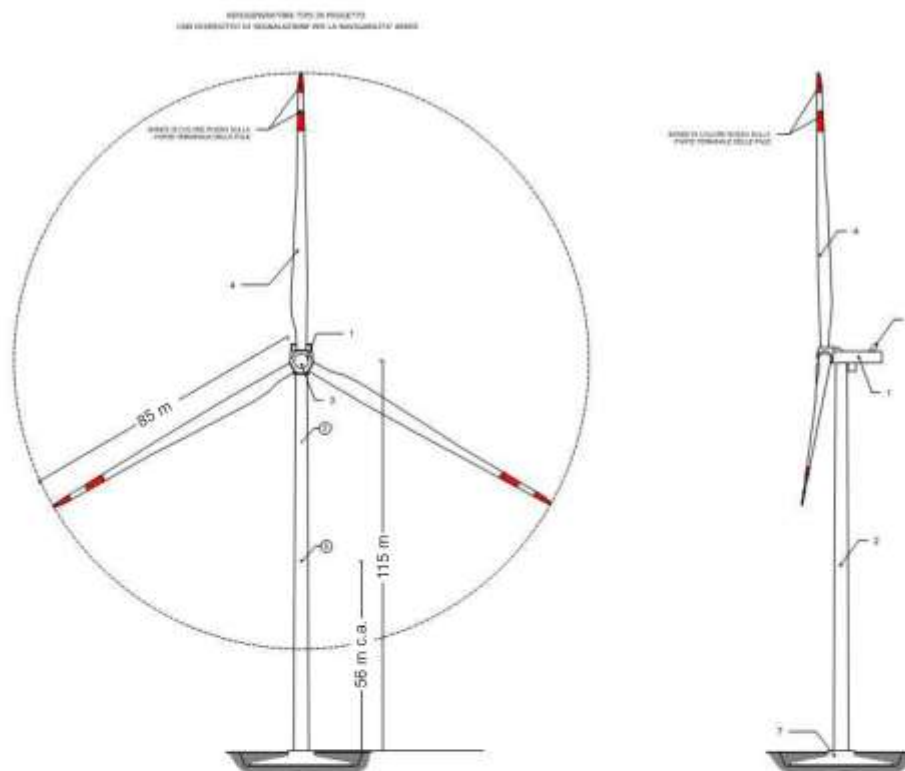
L'aerogeneratore sarà scelto in funzione delle caratteristiche anemologiche del sito ed avrà indicativamente le caratteristiche tecnico-prestazionali del modello Siemens-Gamesa SG170 da 6 MW di potenza nominale, una macchina dell'ultima generazione che configura elevate *performance* energetiche nelle condizioni di vento che caratterizzano il sito.

Peraltro, ferme restando le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore, la scelta definitiva potrà ricadere su un modello simile, preventivamente all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica alla costruzione ed esercizio dell'impianto.

Gli aerogeneratori previsti in progetto, coerentemente con i più diffusi standard costruttivi, saranno del tipo a tre pale in materiale composito, con disposizione *upwind*, regolazione del passo della pala e dell'angolo di imbardata della navicella.

La torre di sostegno della navicella sarà in acciaio del tipo tubolare, adeguatamente dimensionata per resistere alle oscillazioni ed alle vibrazioni causate dalla pressione del vento ed ancorata al terreno mediante fondazioni dirette e/o indirette.

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



CARATTERISTICHE PRINCIPALI AEROGENERATORE IN PROGETTO (parametri indicativi)	
Potenza indicativa (kW):	
Torre:	
▪ altezza indicativa H (m)	- 115
▪ tipo	- conica, tubolare
Rotore:	
▪ tipo	- tre pale
▪ disposizione	- asse orizzontale
▪ diametro (m)	- 170
Generatore:	
▪ tipo	- asincrono
▪ controllo	- passo variabile

NOTA: ferme restando le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore, la scelta esecutiva ricadrà sul modello che assicurerà le migliori prestazioni di esercizio

Tipologia di aerogeneratore in progetto

CAVIDOTTO

Tutte le linee elettriche di collegamento dei nuovi aerogeneratori con la stazione di trasformazione MT/AT e connessione alla rete sono previste in cavo interrato e saranno sviluppati prevalentemente in fregio alla viabilità esistente o in progetto.

I cavi saranno direttamente interrati in trincea, ad una profondità indicativa di 1,1 m in relazione al tipo di terreno attraversato, in accordo alle norme vigenti.

Nello specifico, per quanto attiene alle profondità minime di posa nel caso di attraversamento di sedi stradali ad uso pubblico valgono le prescrizioni del Nuovo Codice della Strada che fissa tale limite un metro, dall'estradosso della protezione. Per tutte le altre categorie di strade e suoli valgono i riferimenti stabiliti dalla norma CEI 11-17.

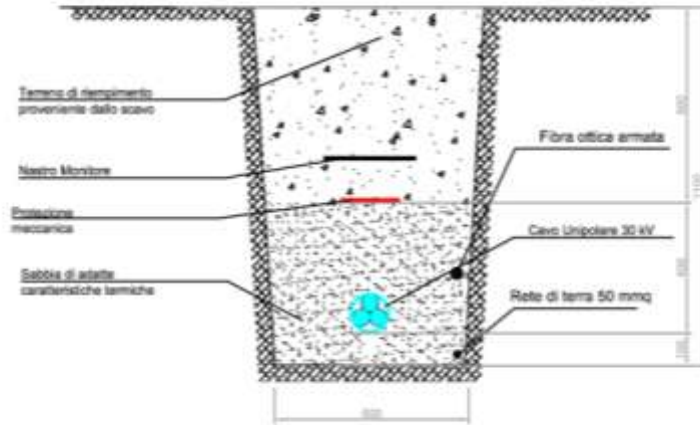
In posizione sovrastante la protezione sarà posato un nastro monitore, che segnali opportunamente della presenza del cavo.

I cavi verranno posati direttamente interrati, riempiendo la trincea con il materiale di risulta dello scavo, riducendo notevolmente il materiale di risulta eccedente.

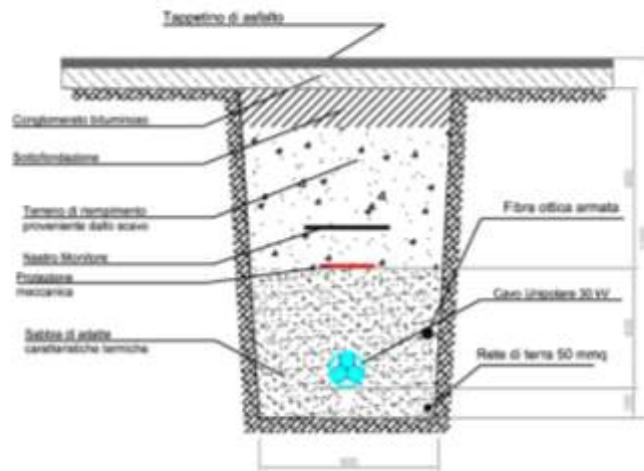
Il materiale scavato verrà provvisoriamente accumulato ai bordi delle trincee di scavo per poi essere reimpiegato nell'ambito delle operazioni di rinterro una volta ultimata la posa del cavo.

Tutti gli aerogeneratori saranno collegati elettricamente alla nuova stazione di utenza in località Magaggiari nel Comune di Partanna.

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



Sezione tipica di posa della linea in cavo su strade sterrate (Tipo 1A)



Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale asfaltata (1B)

In alcuni casi particolari in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua e delle loro fasce di rispetto, si potrà procedere con la tecnica della perforazione teleguidata o microtunnelling.

Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

L'indagine del sito e l'attenta analisi dell'eventuale presenza di sottoservizi e/o qualsiasi impedimento alla realizzazione della perforazione, è una fase fondamentale per la corretta progettazione di una perforazione orizzontale.

Per analisi dei sottoservizi e per la mappatura degli stessi si utilizzerà il sistema "Georadar".

La prima vera e propria fase della perforazione è la realizzazione del "foro pilota", in cui il termine pilota sta ad indicare che la perforazione in questa fase è controllata ossia "pilotata".

La "sonda radio" montata sulla punta di perforazione emette delle onde radio che indicano millimetricamente la posizione della punta stessa. I dati rilevabili e sui quali si può interagire sono:

- ✓ Altezza;
- ✓ Inclinazione;
- ✓ Direzione;
- ✓ Posizione della punta.

Il foro pilota viene realizzato lungo tutto il tracciato della perforazione da un lato all'altro dell'impedimento che si vuole attraversare,

La punta di perforazione viene spinta dentro il terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche così da permettere la realizzazione di curve altimetriche.

All'interno delle aste viene fatta scorrere dell'aria ad alta pressione ed eventualmente dell'acqua.

L'acqua contribuirà sia al raffreddamento della punta che alla lubrificazione della stessa, l'aria invece permetterà lo spurgo del materiale perforato ed in caso di terreni rocciosi, ad alimentare il martello “fondo-foro”.

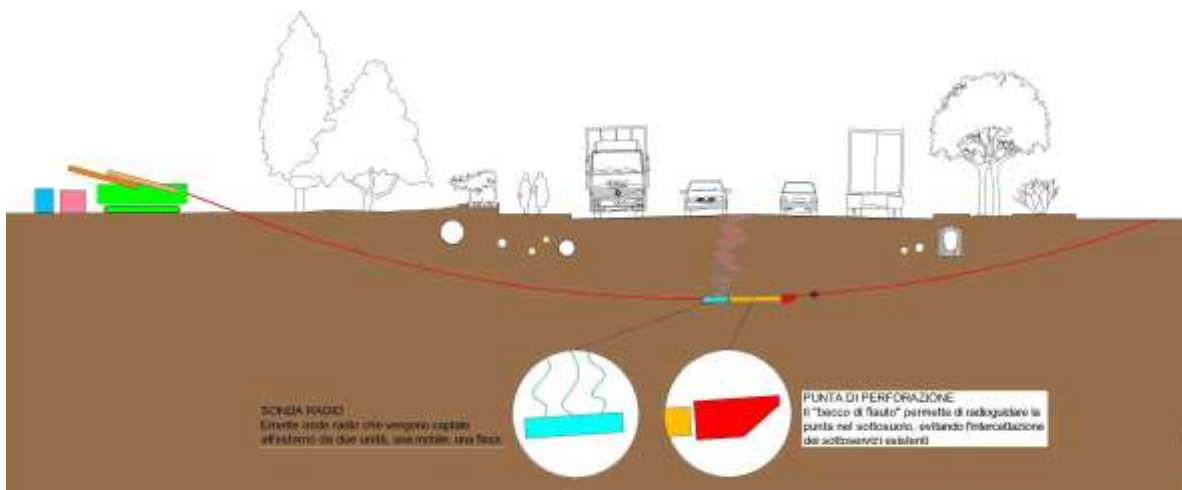
Generalmente la macchina teleguidata viene posizionata sul piano di campagna ed il foro pilota emette geometricamente una “corda molla” per evitare l'intercettazione dei sottoservizi esistenti. In alcuni casi però, soprattutto quando l'impianto da posare è una condotta fognaria non in pressione, è richiesta la realizzazione di una camera per il posizionamento della macchina alla quota di perforazione desiderata.

La seconda fase della perforazione teleguidata è l'allargamento del “foro pilota”, che permette di posare all'interno del foro, debitamente aumentato, un tubo camicia o una composizione di tubi camicia generalmente in PEAD.

L'allargamento del foro pilota avviene attraverso l'ausilio di strumenti chiamati “Alesatori” che sono disponibili in diverse misure e adatti ad aggredire qualsiasi tipologia di terreno, anche rocce dure. Essi vengono montati al posto della punta di perforazione e tirati a ritroso attraverso le aste cave, al cui interno possono essere immesse aria e/o acqua ad alta pressione per agevolare l'aggressione del terreno oltre che lo spurgo del materiale.

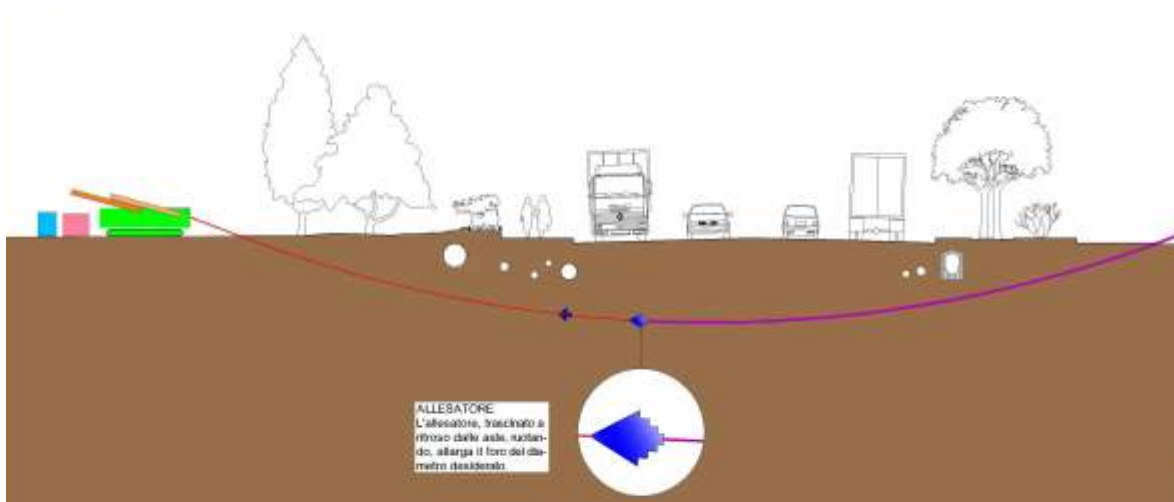
La terza ed ultima fase che in genere, su terreni morbidi e/o incoerenti, avviene contemporaneamente a quella di “alesaggio”, è l’infilaggio del tubo camicia all’interno del foro alesato.

La tubazione camicia generalmente in PEAD, se di diametro superiore ai 110 mm, viene saldata a caldo preventivamente, e ancorata ad uno strumento di collegamento del tubo camicia all’asta di rotazione. Questo strumento, chiamato anche “girella”, evita durante il tiro del tubo camicia che esso ruoti all’interno del foro insieme alle aste di perforazione.

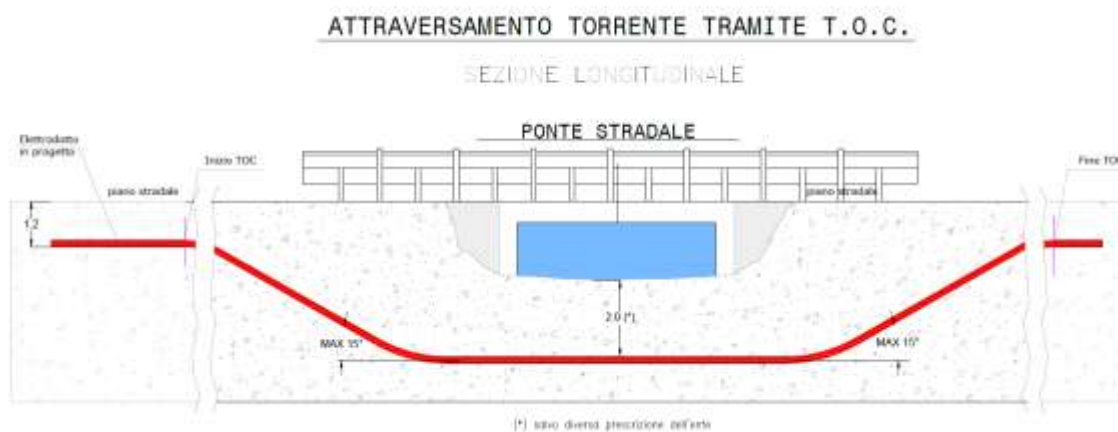


Realizzazione foro pilota con controllo altimetrico

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
 realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
 Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



Alesaggio del foro pilota e tiro tubo camicia



Sezione intervento microtunneling

VIABILITÀ DI SERVIZIO E INTERVENTI DA REALIZZARE SULLA VIABILITÀ ESISTENTE

La strada interna costituisce il sistema di viabilità che dà accesso alle piazzole sulle quali sono installati gli aerogeneratori. La funzione della piazzola è quella di accogliere i mezzi di sollevamento durante la fase di installazione e di consentire la manutenzione.

Gli aerogeneratori saranno avviati direttamente ai vari siti di installazione dopo aver realizzato la viabilità di progetto.

Gli interventi da realizzare per consentire il raggiungimento dei siti di installazione degli aerogeneratori, consistono essenzialmente:

- ✓ nell'adattamento della viabilità esistente qualora la stessa non sia idonea al passaggio degli automezzi per il trasporto al sito eolico dei componenti e delle attrezzature;
- ✓ nella realizzazione della nuova viabilità prevista in progetto, per il raggiungimento ed il collegamento alle piazzole degli aerogeneratori.

Per consentire il transito dei mezzi di trasporto (con rimorchio estendibile a 47 m e ruote posteriori passibili di rotazione) sarà necessario modificare la sede stradale esistente attraverso l'allargamento e la riprofilatura della carreggiata, nel caso in cui i raggi di curvatura risultino insufficienti.

Come appena accennato, il progetto dell'impianto prevede solo in parte la realizzazione di nuova viabilità, sfruttando quasi per intero la viabilità esistente, sia per il trasporto speciale degli aerogeneratori ed il passaggio dei cavidotti, che per i futuri interventi di manutenzione.

La nuova viabilità interessa piccoli tratti per l'accesso alle piazzole di montaggio e le aree interessate da nuova viabilità di accesso alle piazzole degli aerogeneratori saranno predisposte alle successive lavorazioni mediante ripulitura e scotico dello strato superficiale del terreno, allontanamento di eventuali massi erratici e regolarizzazione del terreno al fine di rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere ed alle macchine operatrici.

Il corpo stradale delle piste di transito, così come la porzione della piazzola adibita allo stazionamento delle gru per il montaggio degli aerogeneratori e dei mezzi di trasporto durante l'installazione, viene realizzato con fondazione in misto di cava dello spessore di circa 40 cm più 20 cm di misto stabilizzato posato su geotessile ove occorra e compattato.

La carreggiata ha larghezza pari a 5 m e sarà realizzata con uno strato di 40 cm di tout-venant di cava e di 20 cm di misto stabilizzato steso e rullato.

Tutte la viabilità di nuova realizzazione, gli interventi sulla viabilità esistente e le aree per il montaggio e manutenzione degli aerogeneratori sono progettati in modo da prevedere adeguate opere di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

L'adeguamento della viabilità esistente consiste negli interventi necessari a consentire l'accesso dei mezzi di trasporto eccezionale per la consegna dei vari componenti delle turbine al rispettivo sito di installazione.

Tali interventi sono necessari in quanto la viabilità esistente nelle vicinanze del parco presenta in alcuni punti ostacoli al passaggio dei mezzi che dovranno essere rimossi.

Le strade interne al parco da adeguare sono individuate nelle tavole allegate al presente progetto e prevede il transito sulle strade Provinciali e Comunali di seguito elencate:

Strada Provinciale n° 98 Del Vaccarizzo Presso: COMUNE DI CONTESSA ENTELLINA (PA)
Strada ex Consortile n° 51 di Arcera Presso: COMUNE DI CONTESSA ENTELLINA (PA)

Per accedere alle turbine PECO_01, PECO_02, PECO_03, PECO_04 e PECO_05, provenendo dalla ex-Consortile 29, si percorrerà la ex-Consortile 51. Per l'accesso alle turbine PECO_06 e PECO_07, PECO_08, PECO_09 e PECO_10, si proseguirà lungo la ex-Consortile 51 fino all'incrocio con la S.P.98, si percorrerà un tratto della S.P.98 in direzione est fino all'incrocio con una strada bianca da adeguare, che permetterà il collegamento tra la S.P.98 e la strada comunale "Carrubba di caccia" a nord.

Proseguendo sulla strada comunale "Carrubba di caccia" in direzione est si intercetterà nuovamente la S.P.98, da cui avverrà l'accesso alle turbine PECO_06 e PECO_07 imboccando la stessa in direzione ovest si accederà alle turbine PECO_08, PECO_09 e PECO_10.

Gli interventi di adeguamento delle strade esistenti consistono essenzialmente nell'allargamento e nel consolidamento della sede stradale di alcuni tratti ed incroci, nello smontaggio temporaneo di alcuni guard rail presenti ed nel taglio della vegetazione di arredo all'interno delle aree di passaggio dei mezzi, nonché nella rimozione temporanea di alcune interferenze in quota come le linee elettriche.

La descrizione puntuale di tali interventi è riportata nell'allegato PESE-P-0114_00 - Piano tecnico degli interventi alla viabilità esistente.

Il progetto stradale della nuova viabilità interna al parco prevede la realizzazione di 10 piazzole principali, una per ogni turbina da montare, e di alcune piazzole ausiliarie necessarie per l'assemblaggio della gru che effettuerà i montaggi delle turbine stesse.

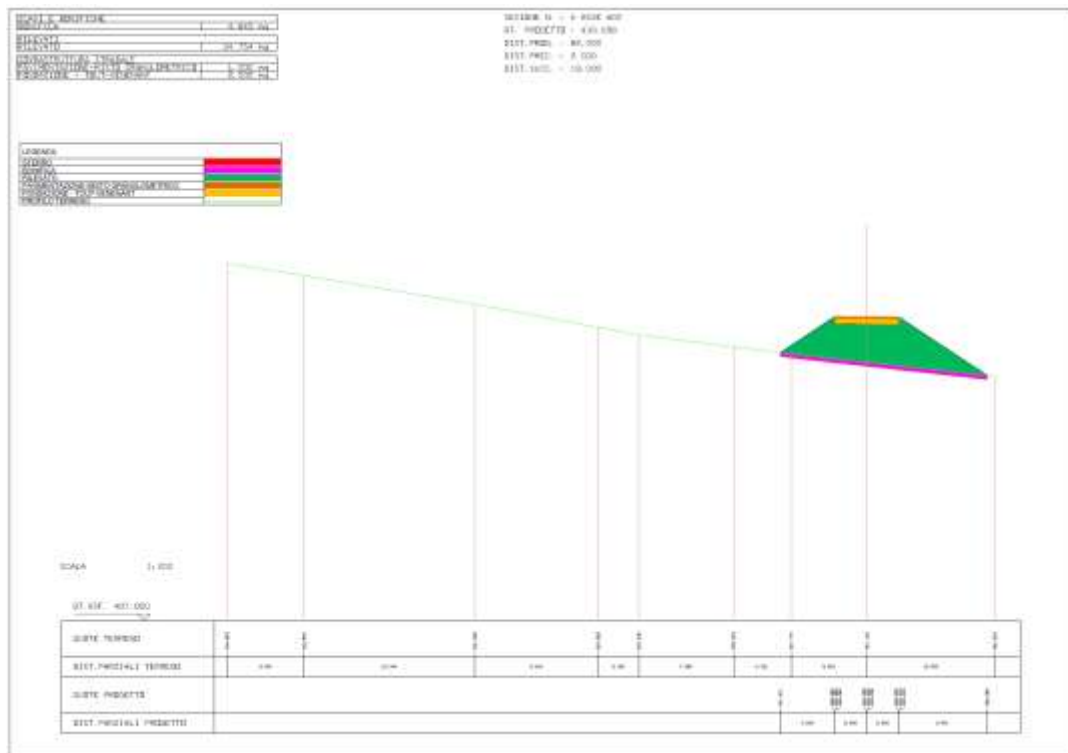
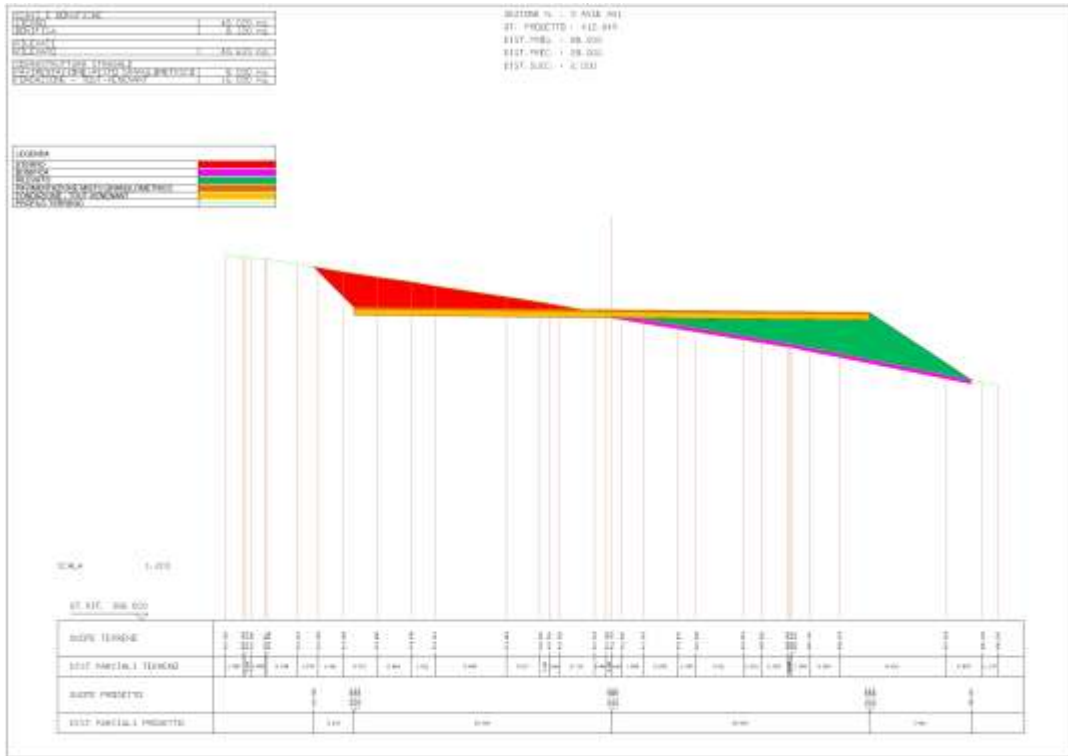
La gru di montaggio delle torri è composta da una macchina semovente e da un braccio di sollevamento a traliccio. Il traliccio, per permettere la movimentazione della gru, viene assemblato sul posto di installazione mediante l'uso di gru ausiliarie.

La piazzola principale avrà una dimensione minima di 30 x 55 m all'interno della quale verrà realizzata la fondazione dell'aerogeneratore.

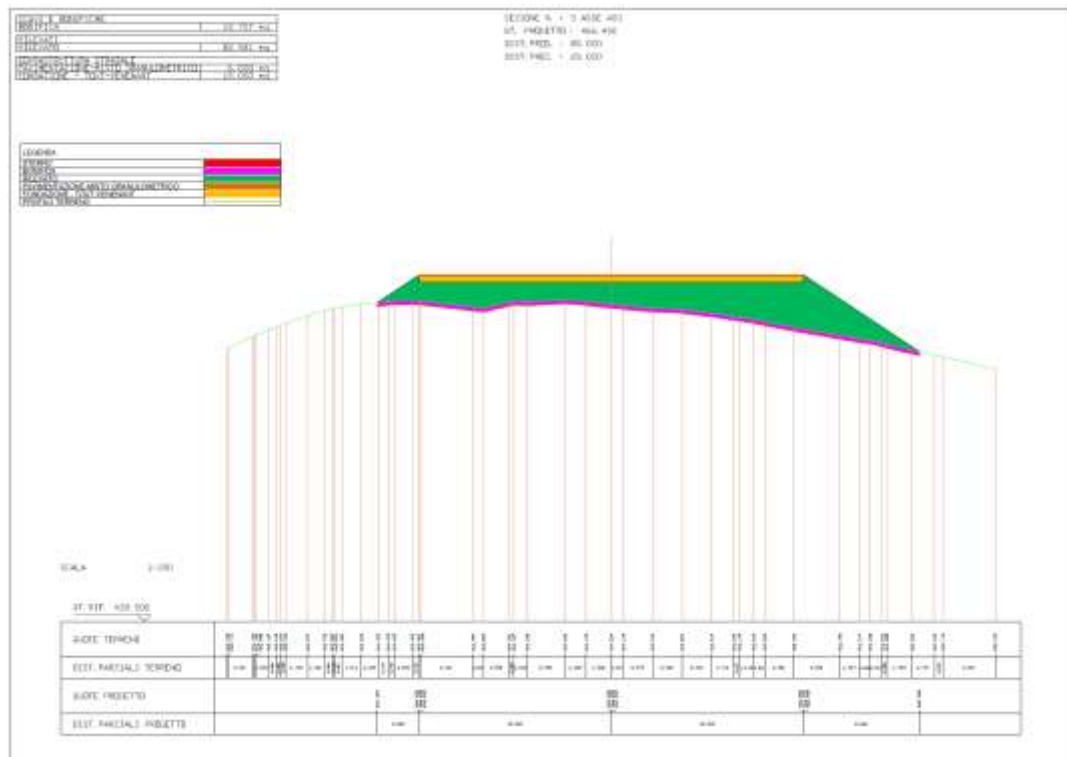
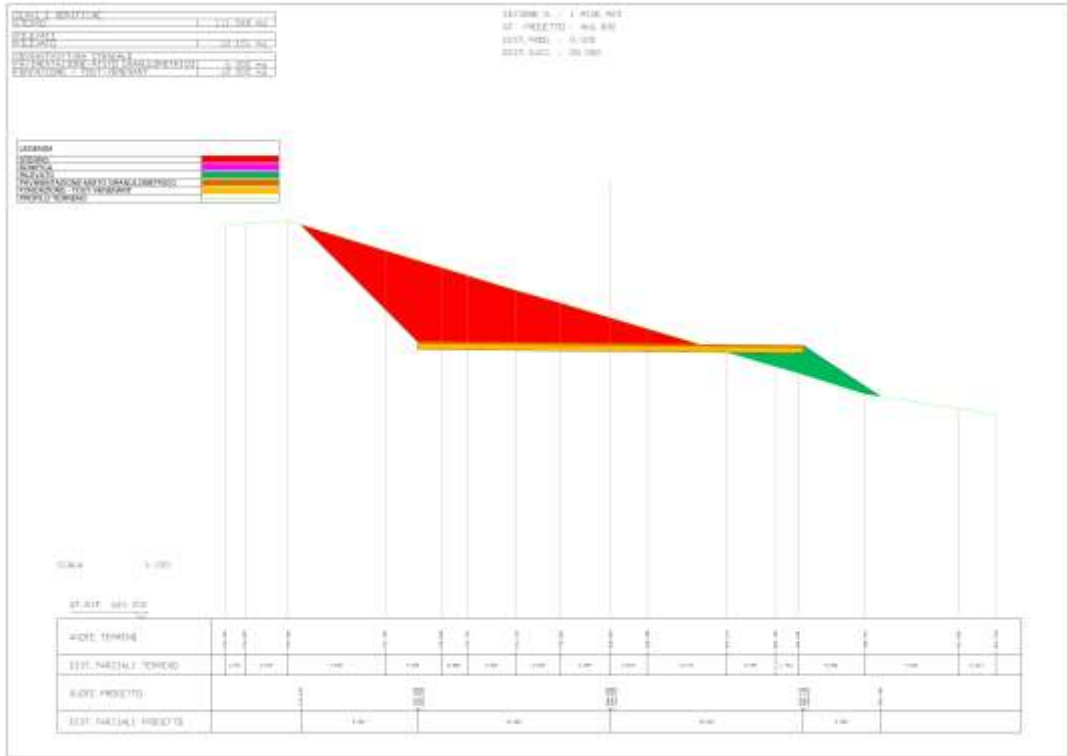
Nel rispetto delle pendenze e dei raggi di curvatura di progetto, la nuova viabilità è stata tracciata ponendo per quanto possibile le livellette sul profilo del terreno, al fine di minimizzare scavi e rinterri.

Si allegano alcune sezioni tra le più critiche ma in generale i lavori da realizzare sono di modesta entità.

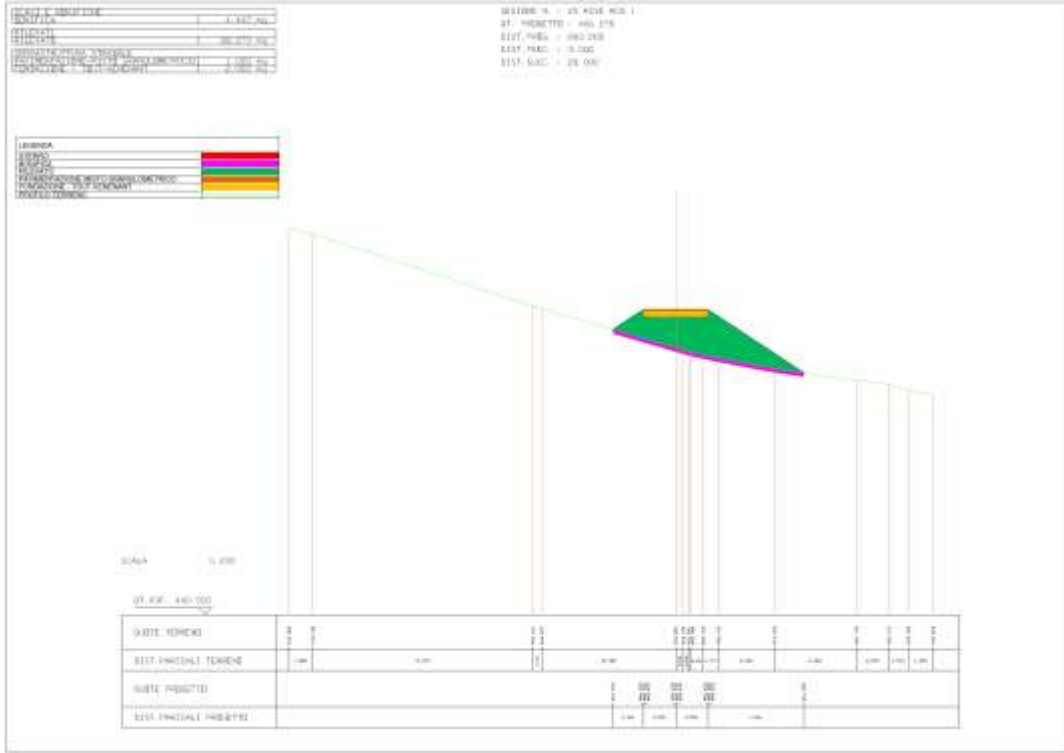
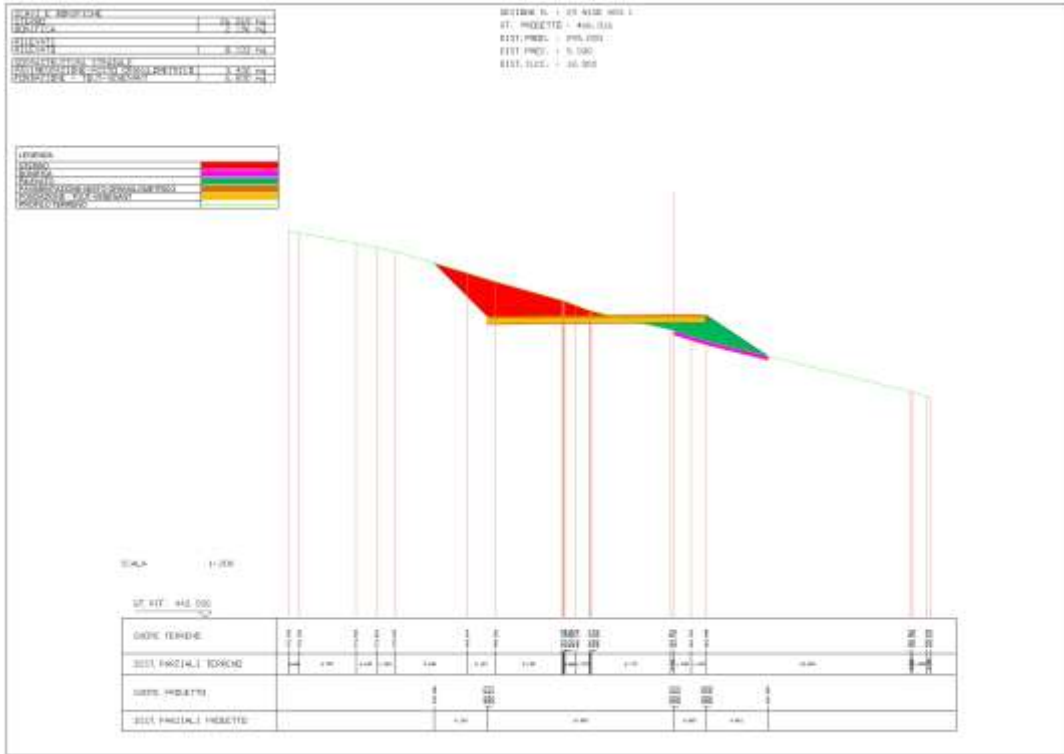
VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



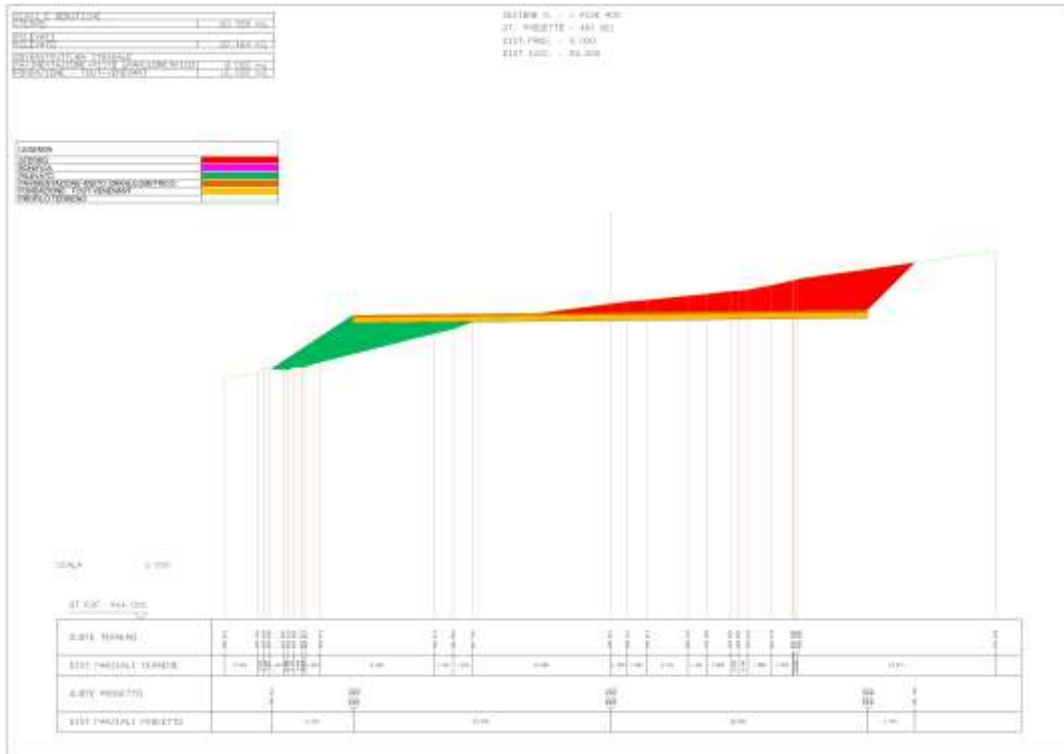
VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



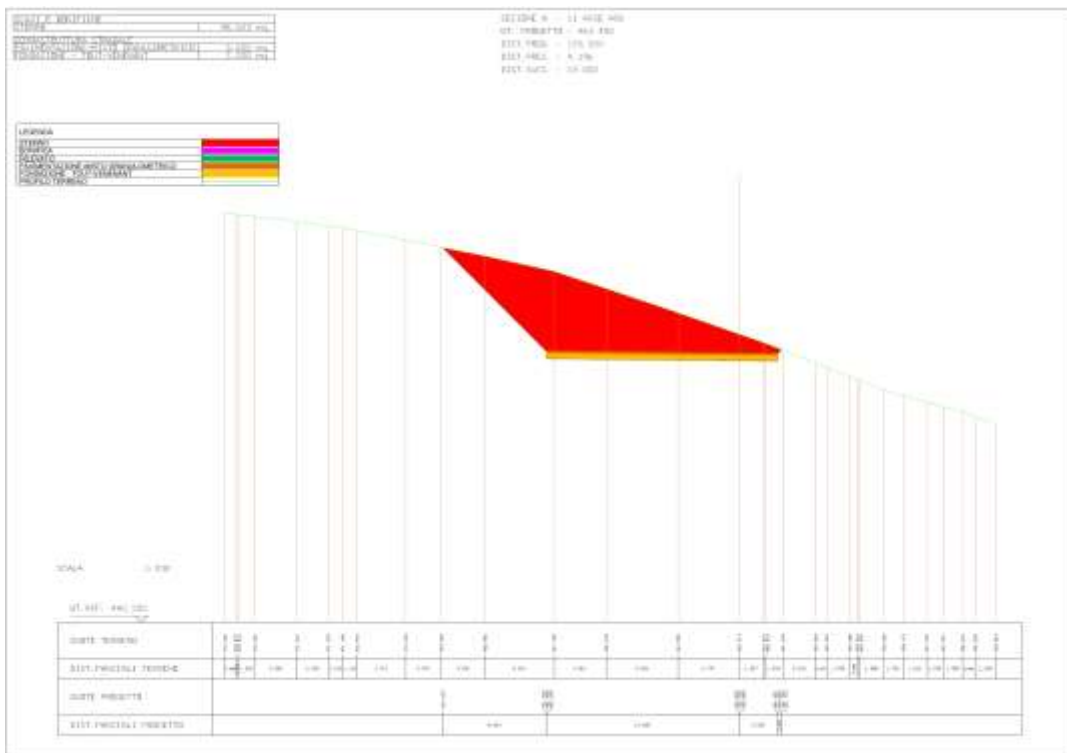
VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



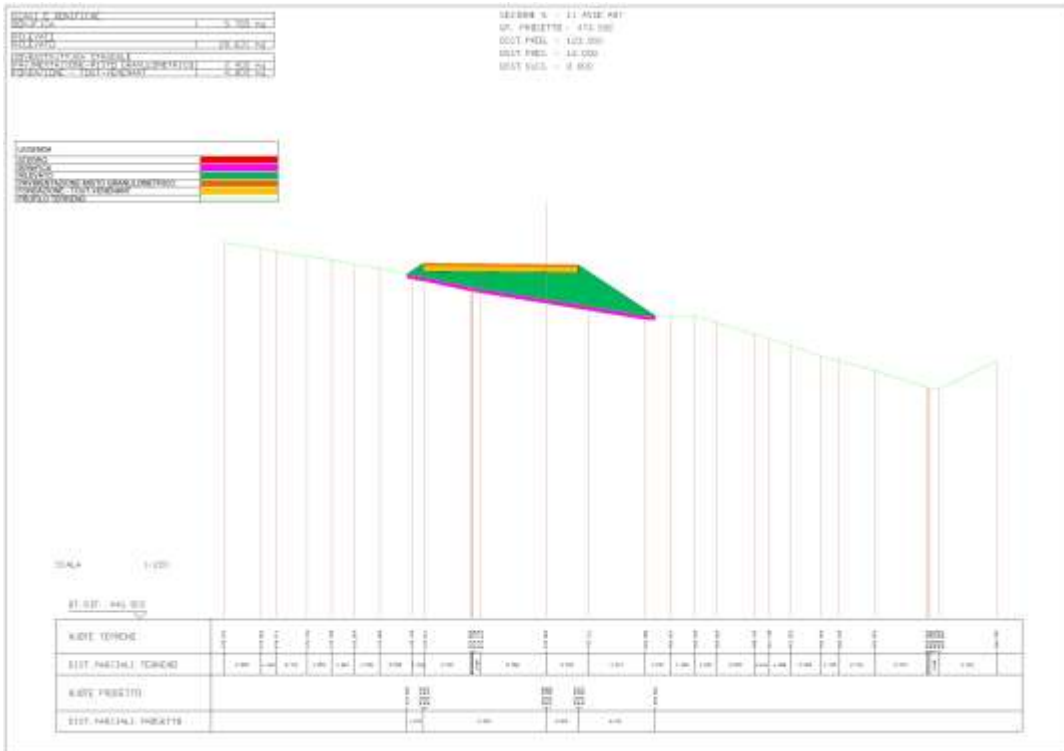
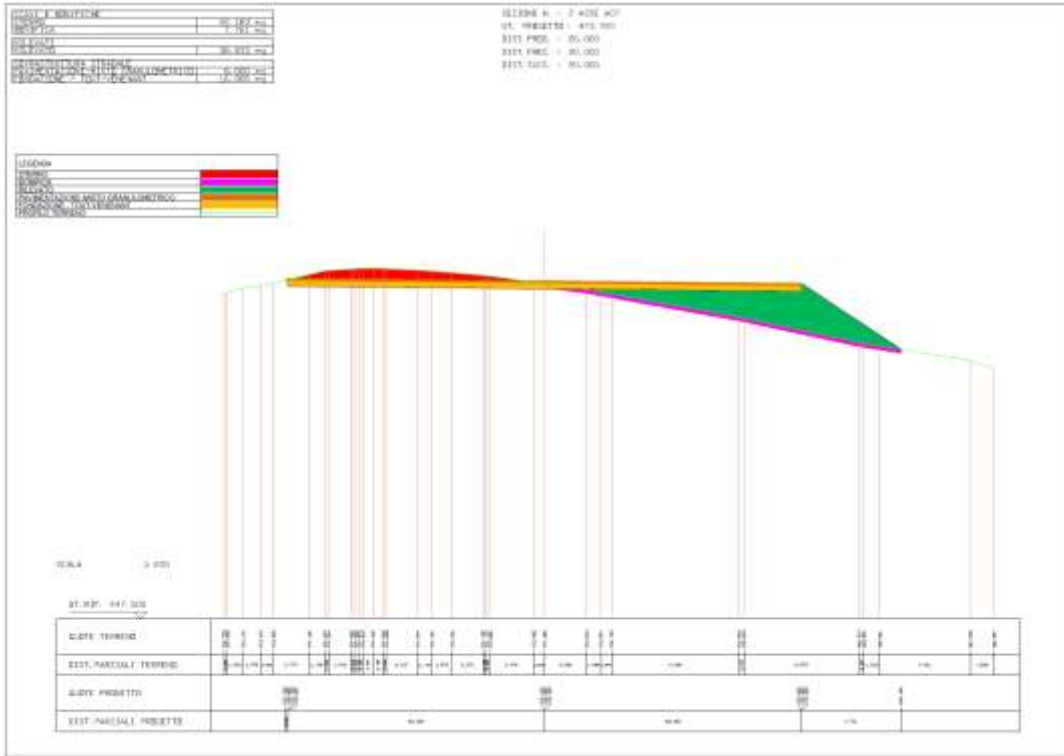
VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



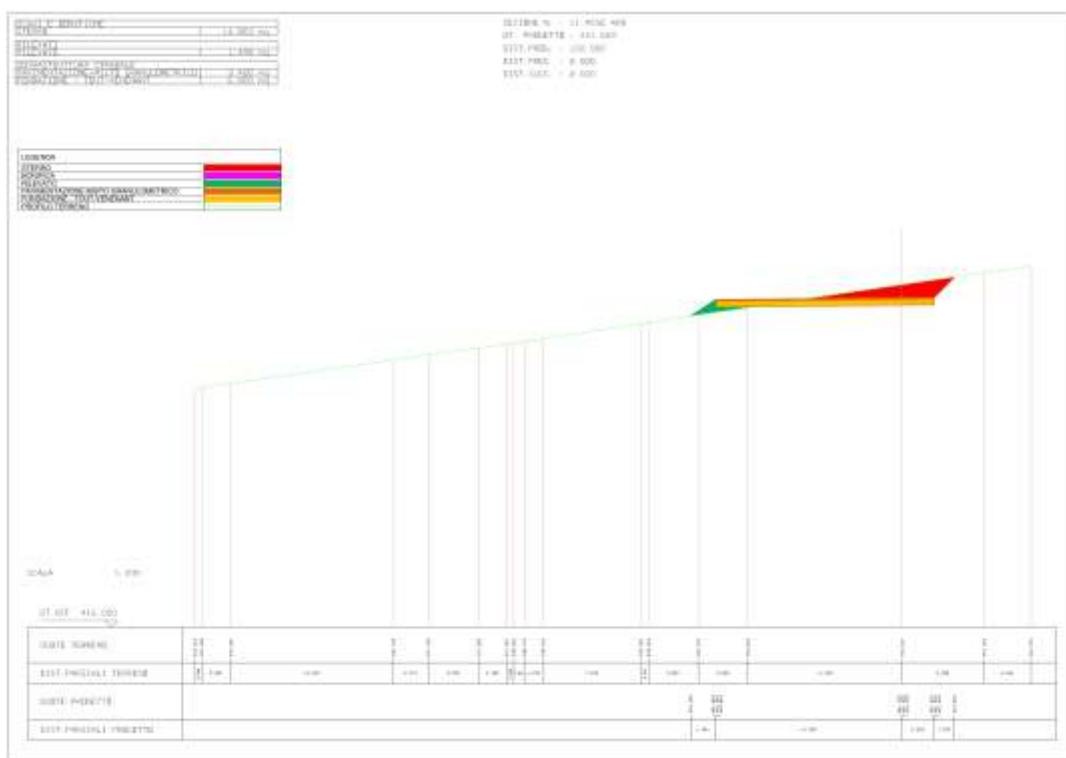
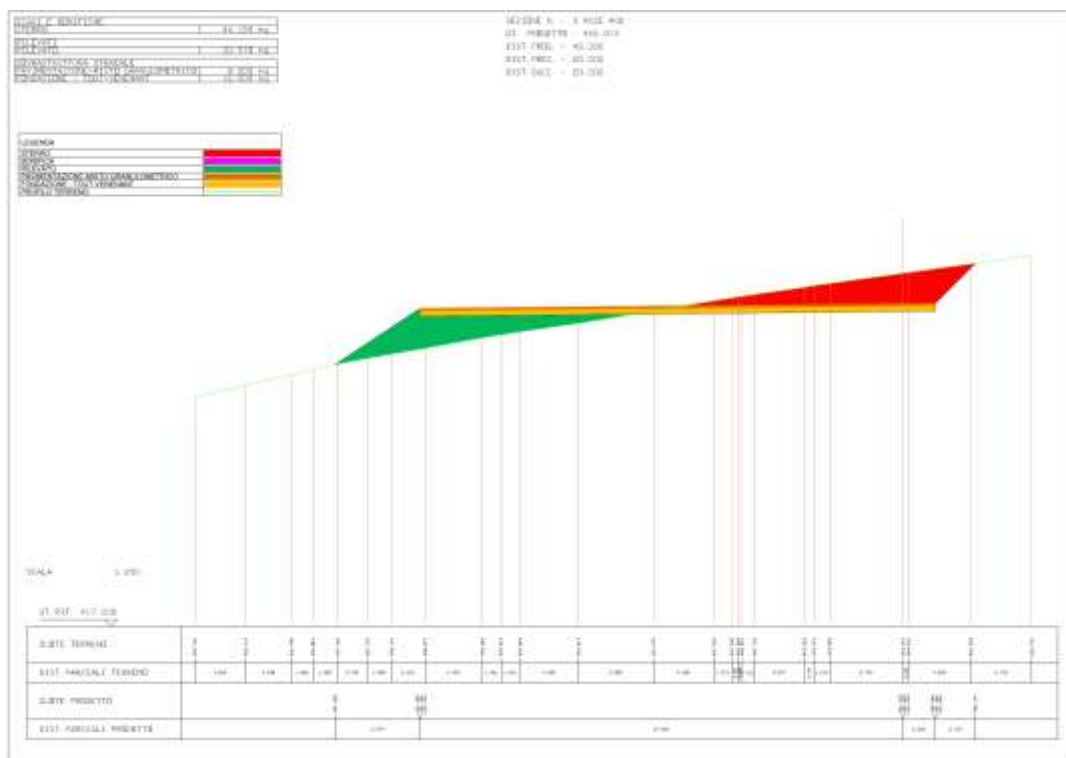
VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



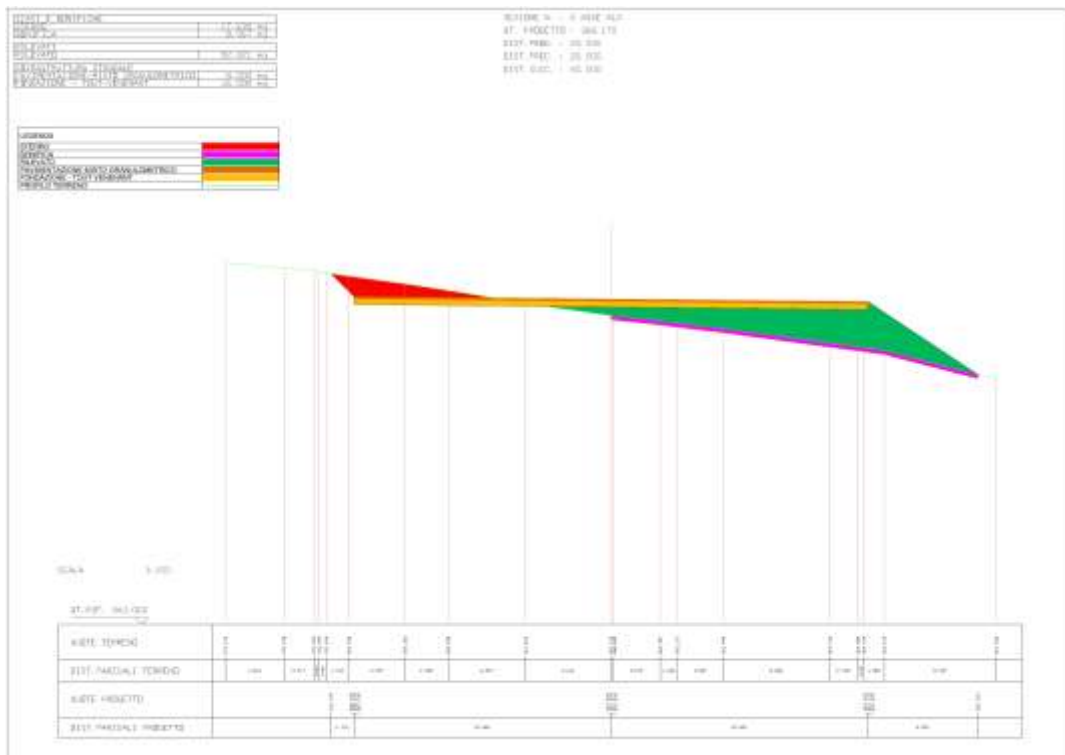
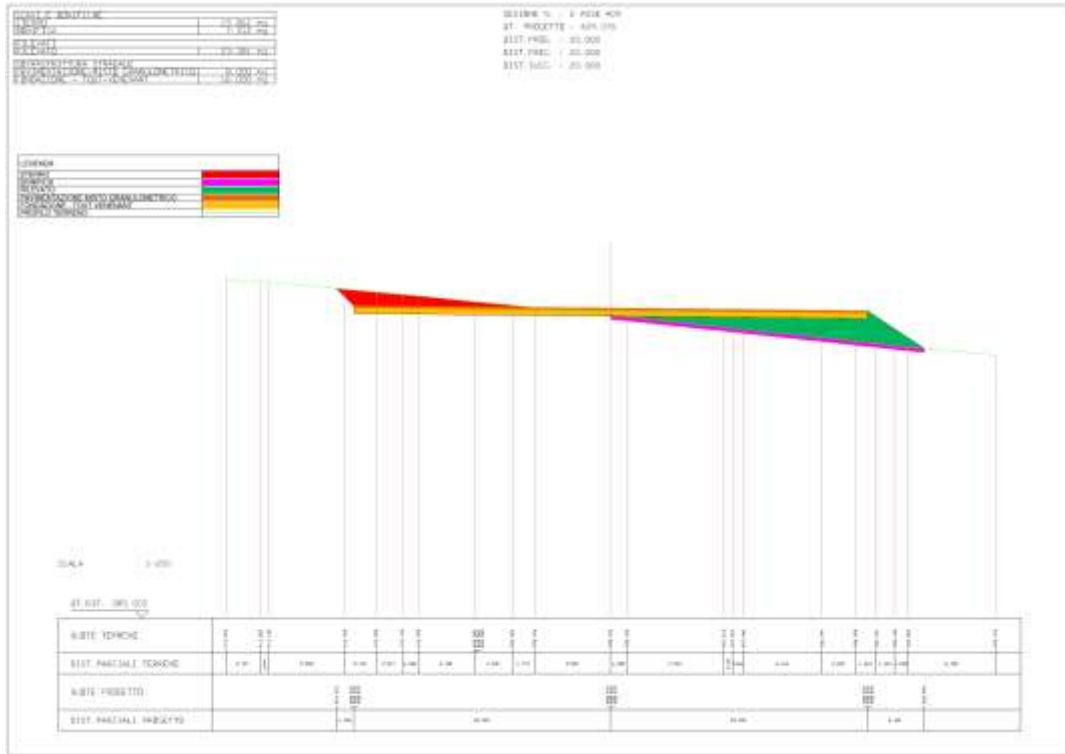
VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



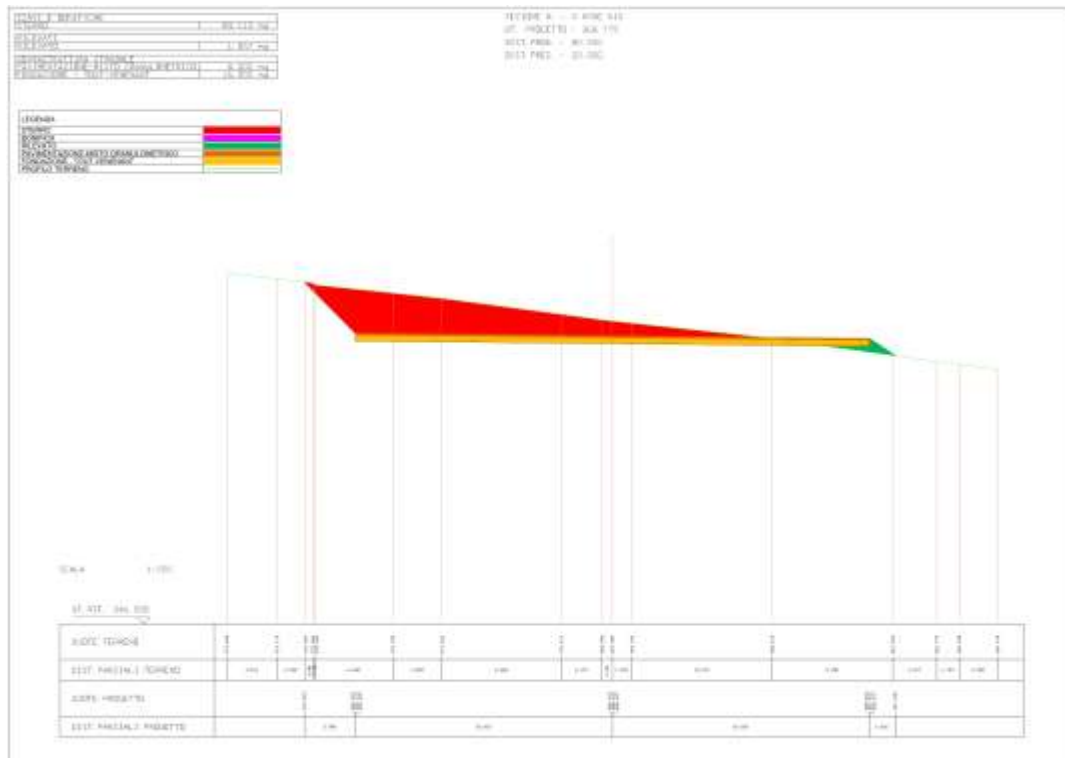
VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



Sezioni stradali più significative

PIAZZOLE

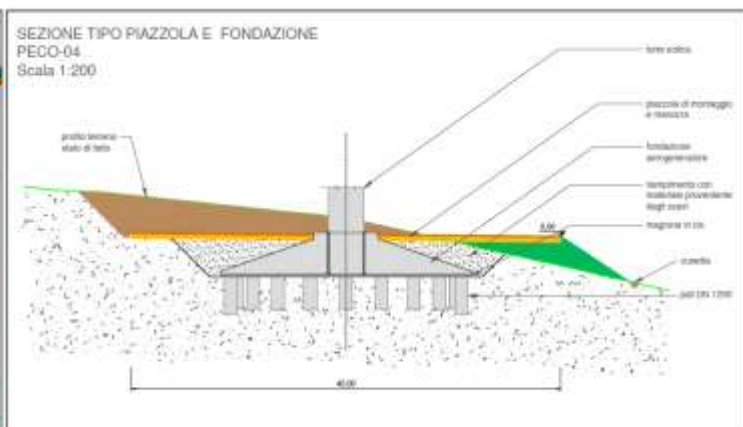
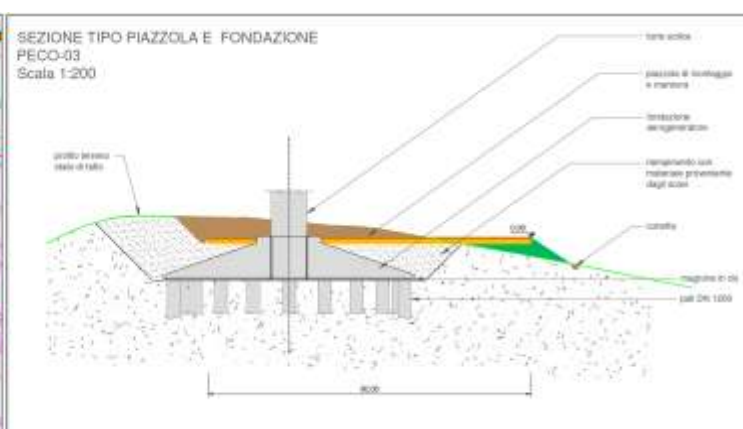
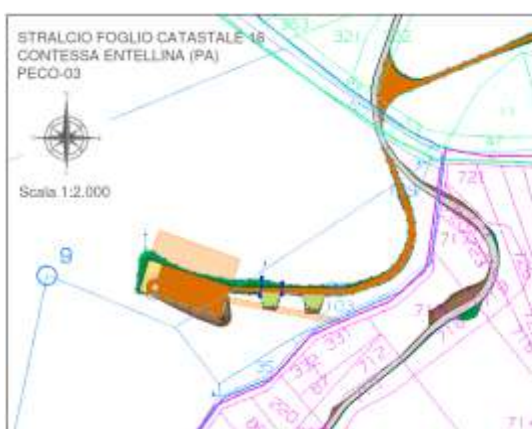
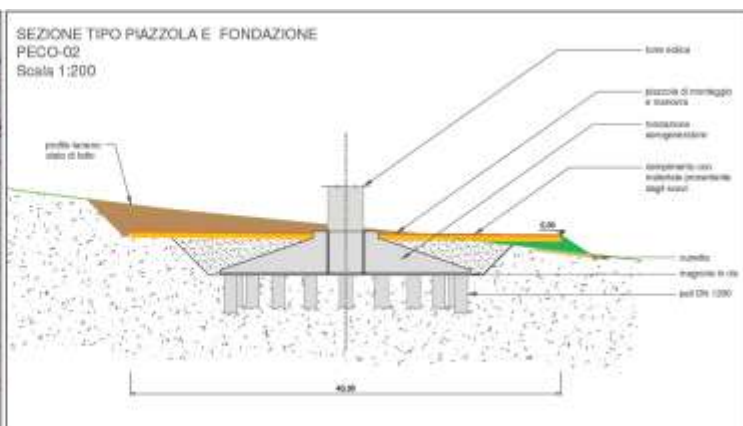
Per ogni turbina sarà realizzata una piazzola di montaggio e manutenzione dove si piazzerà la gru principale per il montaggio dell'aerogeneratore.

Al fine di poter montare il braccio tralicciato della gru principale si realizzeranno due piazzole ausiliarie di dimensioni medie di 10.00 m x 10.00 m. Quando possibile le piazzole ausiliarie saranno realizzate in adiacenza alla pista di accesso alla piazzola principale. Nei casi in cui non è possibile tale posizione si provvederà a realizzare un ulteriore pista per accedere alle piazzole ausiliarie. Tale pista avrà le stesse caratteristiche delle strade di nuova costruzione di cantiere.

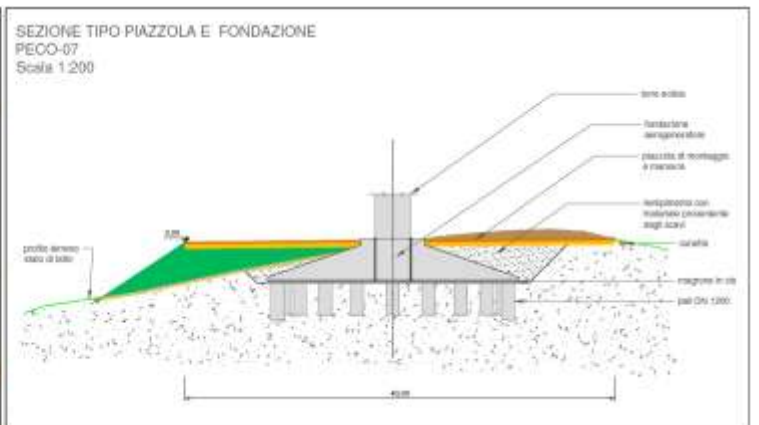
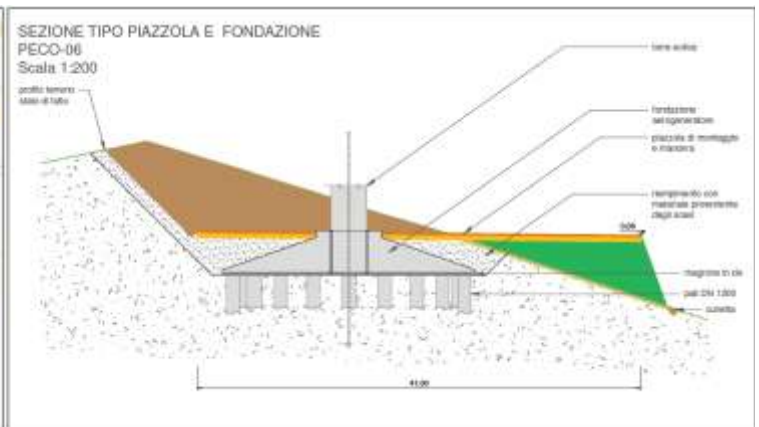
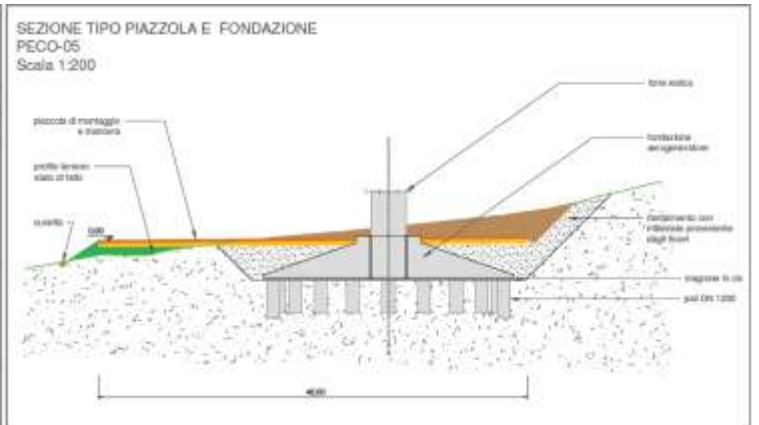
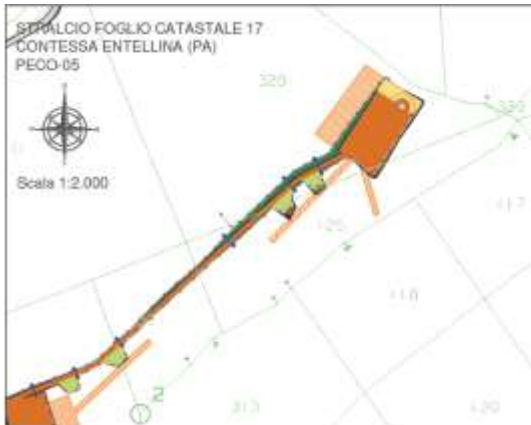
Sia le piazzole ausiliarie che le piste di accesso alle stesse sono temporanee e saranno smantellate entro la fine del cantiere. I terreni in questi casi saranno ripristinati come ante operam.



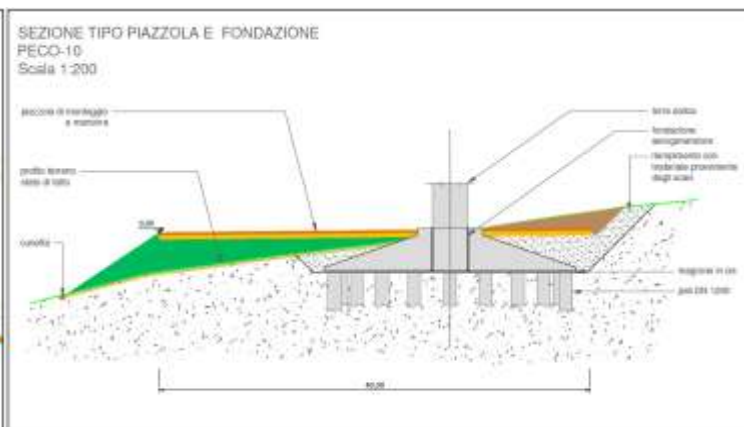
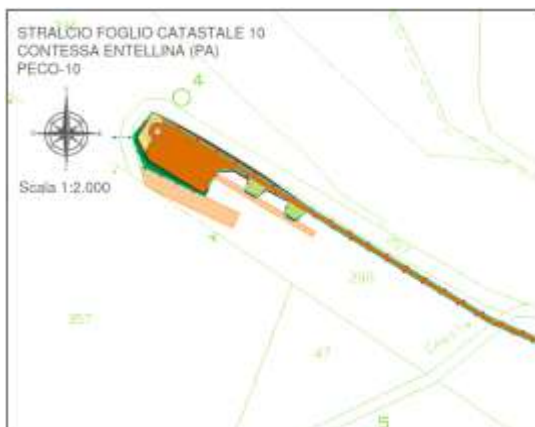
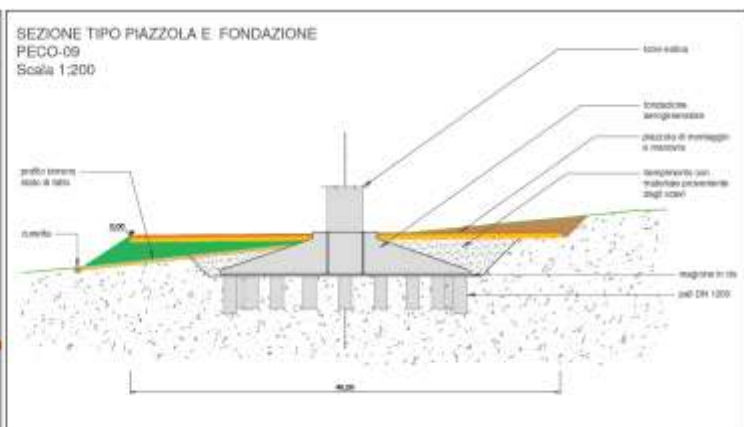
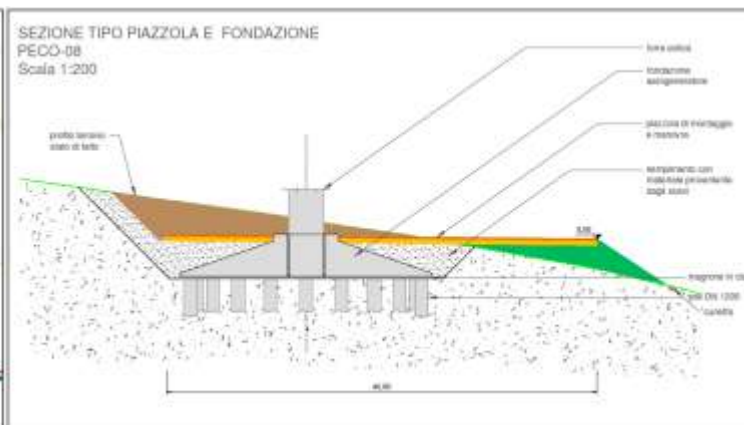
VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



Planimetrie e Sezioni Piazzole

FONDAZIONI

A seconda dei risultati delle indagini geognostiche esecutive, atte a valutare la consistenza stratigrafica del terreno, le fondazioni potranno essere a plinto diretto o su pali. Per la loro realizzazione si prevede generalmente l'utilizzo di calcestruzzo C30/37 ed armature costituite da barre ad aderenza migliorata del tipo B450C.

Nel progetto definitivo sono stati effettuati dei pre-dimensionamenti delle fondazioni per individuare le loro dimensioni. Il dimensionamento strutturale sarà effettuato in fase di progettazione esecutiva in funzione dei risultati ottenuti dalle indagini geotecniche di dettaglio e dalle specifiche tecniche indicate dalla casa fornitrice degli aerogeneratori.

Il pre-dimensionamento effettuato per la fondazione, nel caso dell'aerogeneratore in esame, ha portato ad ipotizzare una fondazione a plinto isolato a pianta circolare di diametro di 23.40 m. Il plinto è composto da un anello esterno a sezione troncoconico con altezza variabile tra 30 cm e 325 cm, e da un nucleo centrale cilindrico di altezza di 390 cm e diametro 600 cm.

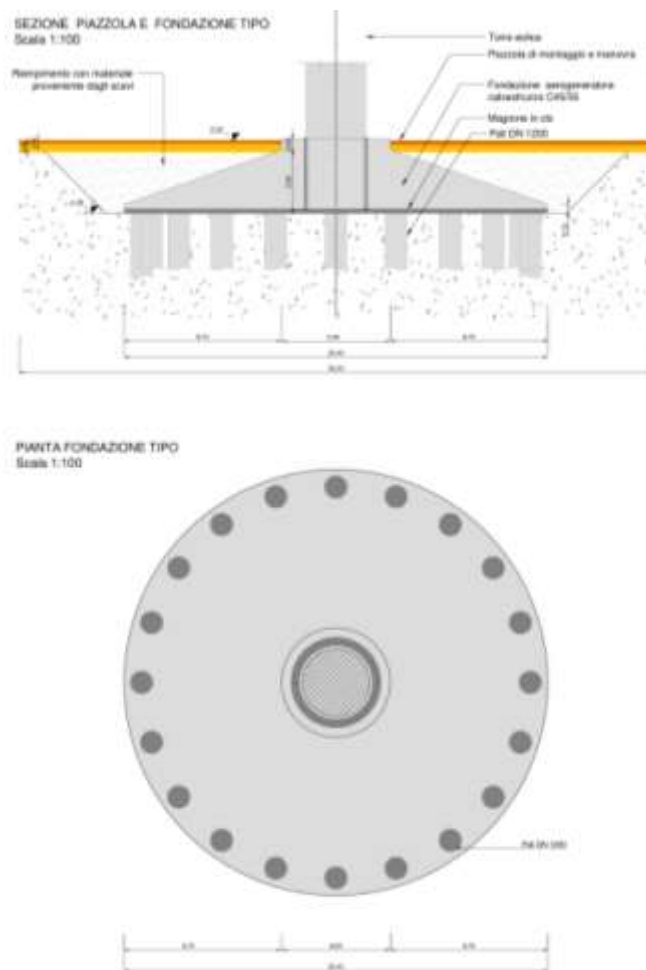
All'interno del nucleo centrale è annegato il concio di fondazione in acciaio che ha il compito di agganciare la porzione fuori terra in acciaio con la porzione in calcestruzzo interrata.

L'aggancio tra la torre ed il concio di fondazione sarà realizzato con l'accoppiamento delle due flange di estremità ed il serraggio dei bulloni di unione.

Al di sotto del plinto saranno realizzati 20 pali di diametro di 1200 mm e profondità variabile non inferiore a 15,00 m posti a corona circolare ad una distanza di 10,70 dal centro.

Prima della posa dell'armatura del plinto sarà gettato il magrone di fondazione di spessore di 15 cm minimo.

Si riporta di seguito la pianta e la sezione di una fondazione tipo per il parco eolico in oggetto.



Pianta e sezione fondazione tipo

Trascorso il tempo di maturazione del calcestruzzo (circa 28 giorni), la torre tubolare in acciaio dell'aerogeneratore, sarà resa solidale alla struttura di fondazione.

Nella fondazione saranno state precedentemente ubicate le tubazioni passacavo in PVC corrugato, nonché gli opportuni collegamenti alla rete di terra.

La parte superiore delle fondazioni si attesterà a circa 20 cm sopra il piano campagna e le restanti parti di fondazione saranno completamente interrate o ricoperte dalla sovrastruttura in materiale calcareo arido della piazzola di servizio.

Eventuali superfici inclinate dei fronti di scavo saranno opportunamente inerbite allo scopo di ridurre l'effetto erosivo delle acque meteoriche, le quali saranno raccolte in idonee canalette in terra e convogliate negli impluvi naturali per consentire il loro naturale deflusso.

Dove necessario inoltre, sarà prevista la realizzazione di opere di contenimento con tecniche di ingegneria naturalistica, al fine di mitigare il più possibile gli effetti dell'impatto ambientale.

Le fondazioni saranno completamente interrate, così come le linee elettriche della rete interna al parco, pertanto non risulteranno visibili.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione saranno eseguite con i metodi e i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni che la struttura trasmette al terreno.

Le massime sollecitazioni sul terreno saranno calcolate con riferimento alla normativa vigente (DM 17/01/2018).

Il piano di posa delle fondazioni sarà ad una profondità tale da non ricadere in zona ove risultino apprezzabili le variazioni stagionali del

contenuto d'acqua. I pali avranno un'armatura calcolata per la relativa componente sismica orizzontale ed estesa a tutta la lunghezza ed efficacemente collegata a quella della struttura sovrastante.

Tutte le opere saranno realizzate in accordo alle prescrizioni contenute nella Legge n. 1086 del 5/11/1971 e susseguenti D.M. emanati dal Ministero dei LL.PP e conformi alle NTC 2008.

AREA CANTIERE DI BASE ED AREA TRASBORDO

L'area del campo base avrà le dimensioni di 40x80 m circa e sarà realizzata nelle adiacenze del cantiere. In fase preliminare si è individuato un terreno in contrada Praino indicato in tutte le carte tematiche fuori testo. Essa sarà realizzata mediante la posa di uno strato di materiale arido di spessore di 50 cm.

L'area sarà utilizzata per lo stoccaggio dei mezzi e materiali necessari per il cantiere, bobine di cavi, apparecchiature da montare nelle turbine, mezzi di cantiere. All'interno della stessa area saranno installati le baracche ed i servizi del cantiere.

Alla fine dei lavori l'area verrà ripristinata come ante operam.

Per permettere lo scarico delle pale e il successivo trasporto entro il cantiere con il blade lifter sarà realizzata un'area di trasbordo.

Su tale area le pale saranno momentaneamente stoccate e successivamente caricate sul blade lifter per permetterne la consegna sulle piazzole di montaggio delle turbine.

L'area di trasbordo avrà una dimensione di 100x100 m circa e sarà realizzata in contrada Miccina su terreno adiacente la strada comunale utilizzata per il percorso dei trasporti eccezionali.

L'area di trasbordo sarà realizzata con uno strato di materiale arido di spessore di 50 cm circa.

Alla fine dei lavori l'area verrà ripristinata come ante operam.

Dall'analisi delle carte tematiche e dal sopralluogo eseguito si evince che l'ubicazione di tali aree è ottimale in quanto impongono impatti praticamente nulli sia per la modestia degli interventi necessari per renderle utilizzabili allo scopo, sia perché estrane a qualunque vincolo/tutela/aree protette, sia infine perché dopo un breve periodo di utilizzo (circa 12 mesi) verranno ripristinati e riconsegnate al loro attuale utilizzo.

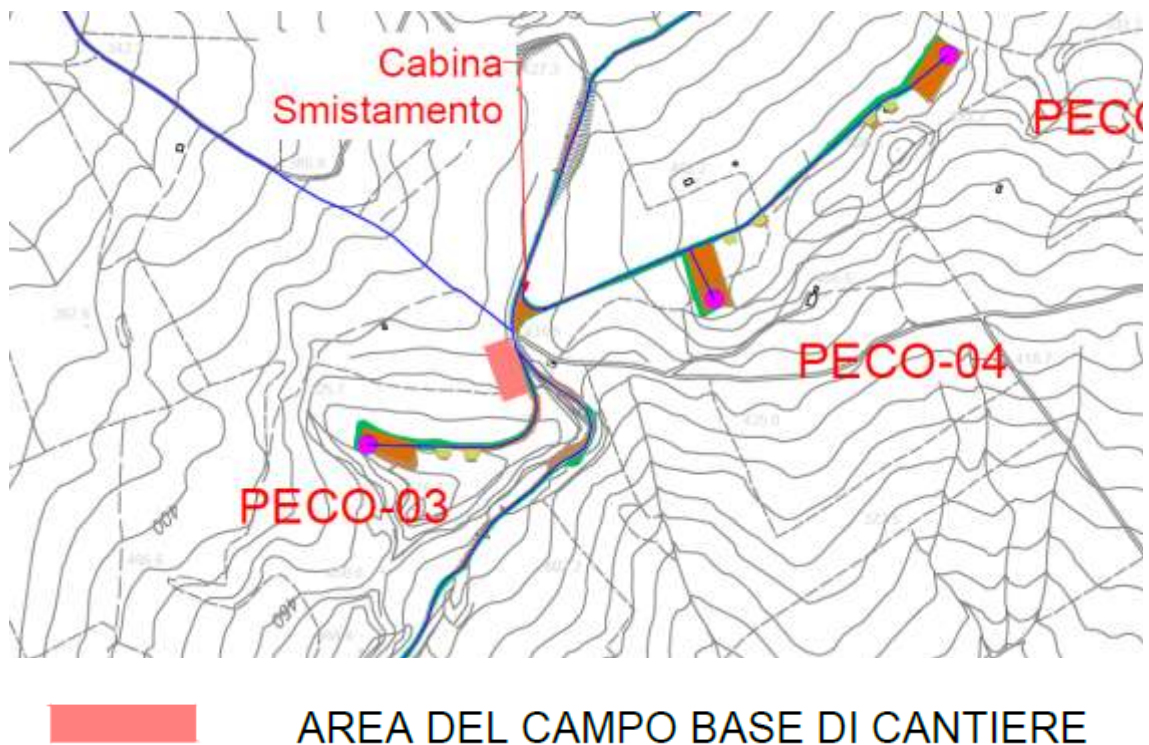
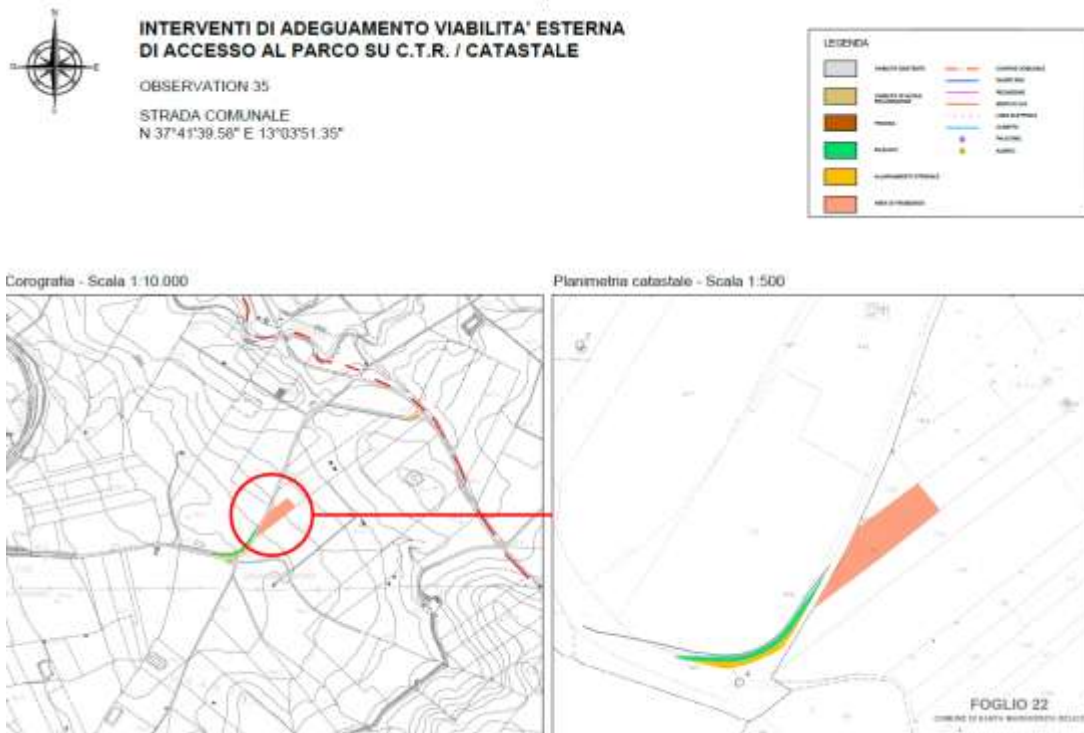


Fig. 6.45 - Ubicazione dell'area del campo base di cantiere

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)



Ubicazione dell'area di trasbordo

4. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE

Lo studio degli aspetti geologici/geomorfologici ed idrogeologici, nonché geotecnici e della sismicità ha previsto l'esecuzione di tutti i rilievi, le indagini e le prove tecniche necessarie per:

- determinare la costituzione geologica dell'area interessata dal progetto;
- studiarne le caratteristiche geomorfologiche con particolare riguardo alle condizioni di stabilità dei versanti;
- definire l'assetto idrogeologico con riguardo alla circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- individuare tutte le problematiche geologico-tecniche che possono interferire con le opere in progetto;
- indicare, in linea di prima approssimazione, eventuali opere di consolidamento o presidio per garantire la realizzazione ottimale delle opere in progetto;
- determinare le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni con maggiore interesse a quelle che più da vicino riguardano gli aspetti progettuali;
- verificare l'eventuale presenza di problematiche legate a fenomeni di liquefazione;
- indicare un programma di indagini geognostiche e geotecniche da eseguire nelle successive fasi di progettazione esecutiva.

Lo studio è stato, quindi, articolato come segue:

a) Studio geologico dell'area interessata comprendente la descrizione delle formazioni geologiche presenti, delle loro caratteristiche

litologiche, dei reciproci rapporti di giacitura, dei loro spessori, nonché l'indicazione di tutti i lineamenti tettonici.

b) Studio geomorfologico dell'area interessata comprendente la descrizione dei principali lineamenti morfologici, degli eventuali fenomeni di erosione e dissesto, dei principali processi indotti da antropizzazione.

c) Studio idrogeologico dell'area interessata comprendente la descrizione dei lineamenti essenziali sulla circolazione idrica superficiale e sotterranea in relazione alla loro interferenza con le problematiche geotecniche ed all'individuazione delle aree soggette ad esondazione.

d) Studio delle pericolosità geologiche dell'area interessata comprendente tutto quanto necessario ad evidenziare le aree interessate da “pericolosità geologiche” quali frane, colate, crolli, erosioni, esondazioni, rappresentando, cioè, un'attenta analisi ed interpretazione degli studi precedenti.

e) Studio della pericolosità sismica locale atto ad evidenziare le aree con particolari problematiche sismiche e tali da poter provocare fenomeni di amplificazione, liquefazione, cedimenti ed instabilità.

Da quanto detto prima si evince che in una prima fase il nostro lavoro è stato organizzato eseguendo numerosi sopralluoghi finalizzati allo studio di una zona più vasta rispetto a quella direttamente interessata dal progetto per inquadrare, in una più ampia visione geologica, la locale situazione geostrutturale.

Nostro interesse era, inoltre, quello di definire l'habitus geomorfologico e l'assetto idrogeologico concentrando la nostra attenzione sulle condizioni di stabilità dei versanti, sullo stato degli agenti morfogenetici attivi e sulla presenza e profondità di eventuali falde freatiche.

Per la caratterizzazione della serie stratigrafica locale, per l'individuazione delle profondità del livello piezometrico e per la definizione delle problematiche sismiche delle aree in studio, in questa prima fase di lavoro, sono stati realizzati/installati.

- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato "S3" di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO03;
- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato "S9" di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO09;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO03;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO09;
- ⇒ n. 11 sondaggi di sismica passiva (tomografia) per definire le velocità delle onde sismiche V_s nei primi 30 m di profondità dal p.c. in corrispondenza degli aerogeneratori PECO01, PECO02, PECO03, PECO04, PECO05, PECO06, PECO07, PECO08, PECO09, PECO10 e in corrispondenza della sottostazione.

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni sono state, inoltre, eseguite prove in laboratorio su n. 5 campioni indisturbati e n. 1 prova penetrometriche "SPT" in situ.

I risultati sono visibili negli allegati riportati nei capitoli successivi.

Lo studio geologico, di insieme e di dettaglio, è stato realizzato conducendo inizialmente la necessaria ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente, la raccolta ed il riesame critico dei dati disponibili ed, infine, una campagna di rilievi effettuati direttamente nell'area strettamente interessata dallo studio.

L'insieme dei terreni presenti, delle relative aree di affioramento e dei rapporti stratigrafici e strutturali è riportato nella carta geologica allegata alla presente relazione.

I tipi litologici affioranti nell'area studiata sono riferibili ad un ampio periodo di tempo che va dall'Oligocene medio - superiore all'Olocene e che distinguiamo dal più recente al più antico:

- **Depositi eluvio-colluviali (Pleistocene sup. Olocene):** si tratta di coperture detritiche dovute ad alterazione "in situ" o depositi mobilizzati da processi di ruscellamento, costituiti da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e/o sabbiosa.
- **DETRITI DI FALDA (Olocene):** sono costituiti da materiale eterometrico caratterizzato dalla presenza di blocchi angolosi di varia natura immersi in matrice sabbio limosa.
- **DEPOSITI ALLUVIONALI (Olocene):** si tratta prevalentemente di rocce sciolte costituite da limi, silt, ghiaie, sabbie e sabbie limose con inclusi sporadici blocchi con giacitura sub-orizzontale. Le sabbie presentano granulometria variabile da fine a grossolana. Le ghiaie

sono caratterizzate da sporadici clasti quarzarenitici arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche.

- **DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI (Pleistocene sup.):** sono costituiti prevalentemente da un'alternanza di ortoconglomerati e paraconglomerati di natura calcarea, immersi in matrice arenitico-siltosa. A luoghi sono presenti corpi lentiformi di conglomerati poligenici eterometrici e livelli di ghiaie.
- **FM. AGRIGENTO (Santerniano):** si tratta di sublitareniti, biocalcareni e biocalciruditi con ricche associazioni di molluschi e con intercalazioni sabbiose, contenenti microfaune banali e malacofaune ad *Artica islandica* (L.) e marno-argillose grigio-azzurre.
- **COMPLESSO CALCARENITICO SABBIOSO (Pliocene):** E' prevalentemente costituito da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con intercalazioni di strati e banchi calcarenitici di colore biancastro.
- **FM. MARNOSO ARENACEA DEL BELICE (Piacenziano-Gelasiano):** si tratta di argille ed argille marnose grigio-azzurre con foraminiferi planctonici con intercalazioni di sabbie, arenarie torbiditiche e biocalcareni a molluschi.
- **TRUBI (Zancleano - Piacenziano inf.):** si tratta di marne e calcari marnosi bianchi a foraminiferi planctonici (*Globigerine*).
- **FM. PASQUASIA (Messiniano):** E' costituita da calcari bianchi marnosi con ostracodi e gasteropodi con locali intercalazioni di calciruditi grossolane, con clasti angolosi di marne calcaree;
- **FM. CATTOLICA (Messiniano):** si tratta di una formazione prevalentemente costituita da gessi selenitici passanti lateralmente a gessi alabastrini;

- **FM. CIMINNA (Tortoniano-Messiniano inf.):** si tratta di marne e marne sabbiose brune con microfaune a foraminiferi con la presenza di lenti di gessi selenitici e gessi alabastrini;
- **FM. TERRAVECCHIA (Tortoniano-Messiniano inf.):** Questa formazione è stata introdotta da Schmidt di Friedberg nel 1962 e prende il nome dalla località tipo: il fianco settentrionale di Cozzo Terravecchia, circa 2 km a nord di S. Caterina Villaerosa. I depositi sono costituiti in basso da una sequenza conglomeratica più o meno potente, passante verso l'alto a sabbie, arenarie, molasse calcaree, molasse dolomitiche, quindi ad argille ed argille marnose, spesso siltose, ricche di livelli sabbiosi di potenza variabile, talora anche con lenti conglomeratiche. Si distinguono due litofacies tipiche:
 1. **Litofacies sabbioso-arenacea-conglomeratica:** comprende le sequenze prevalentemente sabbiose, arenacee e conglomeratiche presenti nella formazione. I conglomerati sono costituiti da conglomerati poligenici e ghiaie con elementi a spigoli arrotondati di natura arenacea e quarzarenitica. La sequenza continua con le sabbie e/o arenarie in cui si distinguono sabbie, sabbie limose ed arenarie, di colore da giallastro al tabacco, limi sabbiosi e sabbie limose. In particolare si rinvencono sabbie quarzose da bruno giallastre a rossastre, in genere incoerenti o debolmente cementate, cui si alternano banchi di arenarie quarzose e sottili livelli conglomeratici con ciottoli appiattiti.
 2. **Litofacies argilloso-marnosa:** Si tratta di argille ed argille sabbiose, di colore grigio e tabacco, con intercalati sottili livelli

sabbiosi che ne marcano la stratificazione e da marne e marne argillose con tenori variabili di sabbie quarzose con foraminiferi planctonici passanti verso l'alto a marne e marne sabbiose brune a foraminiferi. Dal punto di vista mineralogico sono costituite da un abbondante scheletro sabbioso in cui prevalgono quarzo, gesso, calcite, tracce di dolomite, feldspati, pirite, ossidi di ferro, mentre la frazione argillosa è costituita da kaolinite, illite e scarsa clorite, cui si aggiungono in minori quantità interlaminazioni illitiche-montmorillonitiche. La tessitura è brecciata e talora a scaglie; la stratificazione è marcata dai sottili livelli sabbiosi intercalati. Le argille spesso si presentano piuttosto tettonizzate con giunti variamente orientati con superfici lucide.

- **FM. MARNE DI SAN CIPIRELLO (Langhiano sup. – Tortoniano inf.):** si tratta di marne grigio-azzurrognole contenenti modesti tenori di sabbie quarzose.
- **CALCARENITI DI CORLEONE (Aquitano sup. - Langhiano inf.):** si tratta di biocalcareni ed arenarie quarzose glauconitiche alternate a marne e marne sabbiose bruno-verdastre contenenti foraminiferi planctonici.
- **COMPLESSO ARGILLOSO (Miocene):** sono rocce di deposizione marina riferibili ad ambienti profondi. Sono plastiche e prevalentemente costituite da argille grigie con intercalati livelli e strati sabbiosi. La frazione alterata è costituita da limi di colore grigio-marrone con tracce di alterazione sabbiose ed argille grigie con venature limose di colore marrone. Il complesso argilloso si presenta

normalconsolidato di consistenza da scarsa a media anche in profondità, la struttura è omogenea.

- **FM. RAGUSA – Membro Leonardo (Oligocene medio-sup.):**
Calcari marnosi biancastri in spessi banchi che si alternano a marne bianche o grigiastre.

In questa fase di studio, sono stati eseguiti i sondaggi geognostici in corrispondenza dei punti S3 ed S9 che sono i più rappresentativi dell'intera area di progetto.

Dall'analisi della carta geologica e dai rilievi eseguiti in campagna, nonché dalle indagini sismiche eseguite in corrispondenza di ciascun aerogeneratore si evince che il modello geologico del sondaggio S3 è assimilabile a quello degli aerogeneratori PECO_01, PECO_02, PECO_03, PECO_04 e PECO_05, mentre il modello geologico del sondaggio S9 è assimilabile a quella degli aerogeneratori PECO_07, PECO_08, PECO_09 e PECO_10.

In corrispondenza dell'aerogeneratore PECO_06 invece sono presenti i terreni afferenti ai Depositi terrazzati che poggiano sulla Fm. Terravecchia.

Di seguito sono descritti i litotipi intercettati durante l'esecuzione dei sondaggi ritenuti rappresentativi.

Il sondaggio S3 è stato eseguito in corrispondenza dell'affioramento della Fm. Ciminna costituita prevalentemente da un esiguo spessore di circa 1 m di limi sabbiosi di colore giallastro, mediamente consistenti, a struttura omogenea che poggiano sui limi argillosi a tratti debolmente sabbiosi, a struttura alterata e rimaneggiati, scarsamente consistenti, di colore variabile dall'ocra al grigio con intercalati livelli di colore nerastro

dovuti alla presenza di sostanza organica in decomposizione. I limi sopra descritti sono stati intercettati fino alla profondità di 9.50 m dal p.c.

Seguono, fino alla profondità di 20.00 m, le argille sabbiose e sabbie argillose, consistenti, con intercalati strati di gessi micro e macro cristallini molto fratturati.

Da 20.00 a 30.00 m si riscontra la presenza di gessi microcristallini, fratturati, con intercalati livelli di sabbie gessose molto addensate.

L'area dove verrà realizzata l'aerogeneratore PECO_6 è caratterizzata dall'affioramento dei depositi alluvionali terrazzati costituiti da conglomerati immersi in matrice arenitico siltosa che poggiano sulla frazione argillo-marnosa della Fm. Terravecchia.

Detta Formazione è costituita prevalentemente da argille ed argille sabbiose, di colore grigio e tabacco, con intercalati sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione e da marne e marne argillose con tenori variabili di sabbie quarzose con foraminiferi planctonici passanti verso l'alto a marne e marne sabbiose brune.

L'area dove è stato realizzato il sondaggio S9 è riferibile alla Fm. Marnoso – Arenacea del Belice costituita prevalentemente da sabbie fini e sabbie fini limose di colore ocra, scarsamente addensate presenti fino a circa 4.50 dal p.c. Questi terreni poggiano sulle argille ed argille sabbiose debolmente limose a struttura omogenea di colore grigio, da mediamente consistenti a consistenti, con intercalati strati di sabbie fini, calcareniti e calciruditi cementate e fossilifere che si presentano alterate per uno spessore di circa 3 m. Tale formazione si intercetta sino alla profondità di 30 m. Da evidenziare la presenza di uno strato calcarenitico/calciruditico cementato di colore ocra alla profondità compresa tra 14.70 e 17.50.

Tutti i suddetti terreni sono ricoperti da uno spessore variabile tra circa 0.5 e 3.00 m di terreno vegetale poco consistente e scarsamente addensato.

Da un punto di vista geomorfologico, l'area vasta in cui sono ubicate le opere in progetto può essere divisa in due settori: un settore orientale ed un settore occidentale separati dall'attraversamento del Fiume Belice.

Nel settore occidentale l'habitus geomorfologico è piuttosto regolare e costituito da un paesaggio contraddistinto da terrazzi marini formatisi durante il Plio-Pleistocene e caratterizzati dall'affioramento dei terreni riferibili al complesso calcarenitico – sabbioso, mentre il settore orientale risulta tormentato e caratterizzato da valli circondate da rilievi a differente andamento morfologico.

Infatti, da un lato le litologie di tipo pseudocoerente, che sono rappresentate dai termini argillo-marnosi, affiorano in corrispondenza di rilievi dall'andamento dolce e mammellonare, dall'altro quelle coerenti, ovvero le litologie conglomeratiche, calcaree e gessose danno luogo a rilievi molto più acclivi e dall'andamento accidentato.

E' quindi, possibile effettuare una prima grande distinzione in quattro zone ad assetto morfologico generale differente:

- ❖ una zona nella quale affiorano i termini argillosi e sabbiosi, caratterizzata da rilievi collinari a morfologia arrotondata con versanti da poco a mediamente acclivi, con frequenti fenomeni geodinamici sia attivi che quiescenti anche di notevoli proporzioni;
- ❖ una zona in cui affiorano i termini conglomeratici, gessosi, trubacei, calcarei caratterizzata da rilievi acclivi a morfologia

piuttosto accidentata, con frequenti rotture di pendenza e generalmente stabili;

- ❖ una zona di fondovalle stabile dove affiorano i termini alluvionali recenti caratterizzati dalla presenza di limi sabbiosi, sabbie e ghiaie;
- ❖ una zona sub-pianeggiante stabile dove affiorano i termini alluvionali terrazzati e calcarenitico-sabbiosi plio-pleistocenici.

Questa marcata differenziazione di origine “strutturale” viene ulteriormente accentuata dalla cosiddetta “erosione selettiva”, ossia dalla differente risposta dei terreni agli agenti morfogenetici, che nel sistema morfoclimatico attuale sono dati essenzialmente dalle acque di precipitazione meteorica e da quelle di scorrimento superficiale.

Le litologie più coerenti vengono erose in misura più ridotta e tendono, quindi, a risaltare nei confronti delle circostanti litologie pseudo-coerenti o incoerenti.

I processi morfodinamici prevalenti nel sistema morfoclimatico attuale vedono, infatti, come agente dominante l'acqua, sia per quanto riguarda i processi legati all'azione del ruscellamento ad opera delle acque selvagge, che per i processi di erosione e/o sedimentazione operati dalle acque incanalate.

Sono essenzialmente i processi fluviali quelli che hanno esplicito e tutt'ora esplicito un ruolo fondamentale nell'evoluzione geomorfologica dell'area.

Per quanto riguarda i processi fluviali, il reticolato idrografico risulta organizzato in maniera abbastanza indipendente da discontinuità

iniziali, con un pattern molto articolato dove affiorano i materiali fini da poco permeabili ad impermeabili, mentre diventa poco articolato in corrispondenza delle aree caratterizzate dalla presenza di litologie calcaree, gessose, sabbiose e conglomeratiche permeabili, come desumibile dal rilievo aerofotogeologico.

Per quanto concerne le forme di dissesto legate ai movimenti franosi presenti nei versanti interessati dalle opere in progetto si mette in evidenza che tramite il P.A.I. ed i rilievi di superficie, integrati dallo studio delle fotografie aeree del territorio, sono state individuate alcune aree coinvolte da fenomeni di instabilità che si distinguono in:

1. Frane di tipo “scivolamento” attive e quiescenti;
2. Frane di tipo “franosità diffusa” attive e quiescenti;
3. Frane di tipo “colamenti lenti” attivi;
4. Frane complesse attive, inattive e quiescenti;
5. Frane di tipo “crollo” attive, in corrispondenza della “Rocca Entella” ad elevata distanza dall’impianto e dalle opere in progetto.

Le frane di cui ai punti 1 sono generalmente scoscendimenti di varie proporzioni all’interno dei quali si sono innescati, successivamente, fenomeni di colate di fango superficiali. Mentre il movimento principale ha spessori anche notevoli, i movimenti secondari sono più superficiali e legati all’azione delle acque.

I fenomeni gravitativi di cui ai punti 2 sono aree caratterizzate da un elevato grado di franosità di varie tipologie (colamenti, smottamenti, ect.) spesso interferenti tra loro. Si tratta, comunque, di fenomeni di modesta entità.

I fenomeni di cui al punto 3 sono, invece, esclusivamente legati all'azione delle acque essendo legati al fatto che la coltre superficiale dei terreni argillosi e sabbiosi incoerenti, denudati dall'azione erosiva di versante e fortemente alterati, si imbibisce durante i periodi di piogge prolungate e si trasforma in un fluido che tende a muoversi verso valle anche con pendenze limitate.

In tal senso molto pericolose sono le frane di questo tipo anche quando quiescenti, soprattutto per il cavidotto.

Le frane del tipo 4 sono quelle caratterizzate da diffusi dissesti, anche se spesso di limitate estensioni, comprese quelle già descritte.

Con questa terminologia si sono, infatti, indicate tutte quelle aree caratterizzate da varie forme di movimenti gravitativi che spesso non interessano spessori consistenti ma sono di notevole pericolosità per la realizzazione dell'opera in progetto, anche in relazione alla notevole estensione areale dei fenomeni franosi.

Inoltre nell'area vasta sono state rilevate per il presente studio numerose "Aree a franosità diffusa" interessate da un'attività geodinamica piuttosto spinta che si sviluppa gradualmente seguendo alcuni stadi: in un primo tempo si ha un'*erosione diffusa*, ad opera del velo d'acqua che bagna la superficie secondo la linea di massima pendenza; in seguito si genera la cosiddetta *erosione per rigagnoli*, in cui l'erosione si concentra nei solchi generati dalla precedente erosione ed in cui scorre l'acqua; infine si ha l'*erosione a solchi*, in cui l'acqua è riuscita a scavare nel terreno incisioni profonde.

Per quanto riguarda le opere in progetto, di seguito sono indicati alcuni dissesti che possono interessare alcuni aerogeneratori ed alcuni tratti di cavidotto.

In particolare le aree di seguito indicate sono interessate da “Aree a franosità diffuse” che bisogna tenere nella dovuta considerazione nella scelta delle fondazioni al fine di evitare che l’evoluzione retrogressiva dello stesso fenomeno possa in futuro interferire con le stesse.

In particolare:

- ✓ il versante a Ovest dell’Aerogeneratore PECO_07;
- ✓ i versanti ad est ed a Ovest dell’Aerogeneratore PECO_06;
- ✓ il versante a Nord-est dell’Aerogeneratore PECO_03.
- ✓ n.1 tratto di cavidotto tra gli Aerogeneratori PECO_02 e PECO_03;
- ✓ n.2 tratti di cavidotto tra gli Aerogeneratori PECO_03 e PECO_06;
- ✓ n. 3 tratti di cavidotto a sud di Cozzo Caparrina.

Si tratta di fenomeni geodinamici che non ostano la realizzazione degli aerogeneratori ma che devono essere studiati approfonditamente in fase di progettazione esecutiva a valle dell’autorizzazione per poter prevedere tutte quelle opere di ingegneria naturalistica necessarie a mitigare ed annullare l’attività erosiva che ha causato i suddetti fenomeni.

Le aree dell’impianto eolico non sono interessate da dissesti indicati dal P.A.I. come a rischio e pericolosità geomorfologica ed idraulica, mentre il cavidotto, nel tratto compreso tra il Fiume Belice e lo scorrimento veloce Palermo-Sciacca, attraversa aree interessate da dissesti indicati dal P.A.I. come:

- frane complesse quiescenti e stabilizzate;
- colamento lento attivo e quiescente;
- soliflusso attivo;
- franosità diffusa attiva.

Anche in questo caso si tratta di fenomeni che non ostano la realizzazione dell'opera ma nella progettazione esecutiva delle opere accessorie (viabilità, piazzole, cavidotto) si dovrà prevedere qualche intervento di ingegneria naturalistica al fine di evitare che un'eventuale evoluzione dei fenomeni geodinamici possa in futuro danneggiare il cavidotto, la viabilità e l'area delle piazzole e degli aerogeneratori sopra citati, tenendo conto che, nelle vicinanze degli aerogeneratori, della piazzola e della viabilità di accesso, tali fenomenologie geodinamiche coinvolgono prevalentemente la coltre alterata superficiale.

Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dall'affioramento di terreni diversi che, da un punto di vista idrogeologico, abbiamo suddiviso in 4 tipi di permeabilità prevalente:

- ❖ **Rocce permeabili per porosità:** Si tratta di rocce incoerenti e coerenti caratterizzate da una permeabilità per porosità che varia al variare del grado di cementazione e delle dimensioni granulometriche dei terreni presenti. In particolare la permeabilità risulta essere media nella frazione calcarenitica cementata ed in quella sabbiosa fine mentre tende ad aumentare nei livelli sabbiosi grossolani e ghiaiosi. Di conseguenza la circolazione idrica sotterranea è discontinua con livelli acquiferi sospesi. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti ai depositi eluvio-colluviali, al detrito di falda, ai depositi alluvionali in evoluzione e terrazzati, al

Complesso Calcarenitico-sabbioso, alla frazione arenitica della Formazione Marnoso Arenacea del Belice, alla frazione tripolacea della Fm. Ciminna e della Fm. Terravecchia e alle Calcareniti di Corleone.

❖ **Rocce impermeabili:** Questo complesso è costituito dalle argille che presentano fessure o pori di piccole dimensioni in cui l'infiltrazione si esplica tanto lentamente da essere considerate praticamente impermeabili. Si mette in evidenza, però, che l'acqua, riuscendo a permeare la frazione alterata superficiale ed aumentare le pressioni neutre, tende a destrutturare la frazione alterata azzerando la coesione e rendendola soggetta a possibili movimenti gravitativi lungo i versanti. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti al Complesso argilloso miocenico, alla frazione argillosa e marnosa della Formazione Marnoso Arenacea del Belice e delle Fm. Terravecchia, alla Fm. Ciminna ed alle Marne di San Cipirello.

❖ **Rocce poco permeabili per porosità e fratturazione:** Sono i trubi. Si tratta di rocce che presentano fratture e pori di piccole dimensioni in cui l'infiltrazione si esplica lentamente da essere considerate con permeabilità bassa per porosità e fratturazione. Questi terreni possono essere interessati da falde idriche a carattere stagionale che si riscontrano soltanto nelle coltri superficiali alterate.

❖ **Rocce permeabili per fratturazione e carsismo:** Questa categoria comprende quelle rocce caratterizzate da una bassa o nulla porosità primaria ma che acquistano una permeabilità notevole a

causa della fratturazione secondaria piuttosto articolata e dei fenomeni carsici per dissoluzione. Appartengono a questa categoria i litotipi afferenti alla Fm. Ragusa, alla Fm. di Pasquasia ed alla Fm. di Cattolica.

Nello specifico dalle misure acquisite all'interno dei piezometri installati in corrispondenza dei sondaggi S3 ed S9 la presenza della falda freatica è stata rinvenuta alle profondità rispettivamente di 18 m e 16 m.

E', però, presumibile che nel periodo delle piogge invernali la parte rimaneggiata ed alterata possa essere in condizioni di saturazione per il notevole potere di assorbimento che caratterizza le porzioni superficiali dei complessi argillo-marnosi.

Infine, il P.A.I., include il tratto di cavidotto che attraversa il fiume Belice all'interno di un'area caratterizzata da pericolosità idraulica P4 per fenomeni di esondazione ma essendo completamente interrato e realizzato con la tecnica del microtunnelling tale rischio non crea alcun problema all'opera in progetto.

Ai fini sismici il territorio interessato è incluso nell'elenco delle località sismiche con livelli di pericolosità 1

Detto livello è dettato dalla “Classificazione sismica al 31 gennaio 2020” e recepita da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'OPCM 20 marzo 2003, n. 3274 e dell'OPCM 28 aprile 2006, n. 3519, ed in particolare confermata dalla Regione Sicilia (DGR 15/31 del 30/03/2004).

Esiste nella letteratura scientifica (Baratta 1934, De Panfilis 1959, Cosentino, Mulone 1985, Barberi 1985) tutta una serie di notizie relative ad

eventi sismici che hanno avuto i loro epicentri in zone limitrofe all'area in oggetto.

Le prime notizie di eventi che in qualche maniera si sono avvertite nella zona risalgono al 1593 e ricordano un terremoto con epicentro Corleone, successivamente nel 1724 e 1740 scosse sismiche furono avvertite a Contessa Entellina e dintorni.

Nel 1816-17 si sono avvertite in zona una serie di scosse sismiche con epicentro a Sciacca, Menfi e Sambuca di Sicilia.

Nel 1897 una nuova scossa sismica interessa Corleone, nel dicembre del 1909 una forte scossa con intensità pari al VII° grado si verificò con epicentro nella zona di Camporeale.

Un'intensa attività sismica si è verificata tra il 18 ed il 20 novembre 1954, con area epicentrale localizzata nei pressi dell'abitato di Grisi; la scossa principale, di intensità valutata del VI° grado della scala Mercalli, fu registrata negli osservatori di Palermo e Messina e fu risentita con intensità del IV° grado a Contessa Entellina; successivamente nel 1956 un movimento sismico a carattere locale ha interessato nuovamente il territorio di Grisi.

Nel 1957 alcune scosse sismiche, prevalentemente di carattere strumentale, furono avvertite con intensità pari al V° grado a Contessa Entellina, a Castelvetro, S. Margherita Belice e Sambuca di Sicilia.

Nel 1968 si è registrato il terremoto più importante della zona risentito a Contessa Entellina con intensità pari al VI°. In quella occasione una vasta area situata a cavallo della Valle del Belice fu interessata da una serie di forti scosse sismiche che provocarono gravissimi danni e vittime negli abitati di Gibellina, Salaparuta, Montevago, Poggioreale, Santa

Margherita Belice, Salemi, Partanna, Menfi, mentre danni minori si ebbero a Camporeale, Bisacquino, Calatafimi, Castelvetro e Contessa Entellina.

Da allora numerose scosse di lieve entità sono state registrate e tutte legate ai terremoti che hanno coinvolto l'area del palermitano ed in particolare 06/09/02 (M=4.3), 09/04/07 (M=3.7), 22/10/08 (M=3.6), 25/04/11 (M=3.9), 13/04/12 (M=4.3), che sono stati avvertiti dalla popolazione ed hanno causato parecchi danni a monumenti ed edifici ubicati in particolari aree del centro abitato.

Per quanto riguarda l'interpretazione geotettonica degli eventi sismici che hanno interessato la zona, bisogna certamente ricollegarla alla più vasta area della Sicilia Occidentale ed in particolare della valle del Belice.

Vari autori hanno cercato di fornire valide spiegazioni all'improvvisa attivazione sismica di questa area.

In un lavoro preliminare sul terremoto della Valle del Belice (Bosi, Cavallo e Manfredini, 1968) gli autori identificano nella regione interessata dagli eventi sismici due zone, che almeno durante l'intervallo Miocene medio-Calabriano, hanno avuto una evoluzione geologica sensibilmente diversa.

A Sud e a Sud-Est dell'allineamento Montevago-Contessa Entellina-Corleone, i Monti Sicani e le loro propaggini occidentali (M. Magaggiaro) costituiscono una zona in massima parte emersa durante il Miocene ed il Pliocene. A Nord ed a Nord-Ovest dell'allineamento precedentemente indicato, la valle di Mazara e probabilmente la massima parte della valle del Belice sono state interessate da una notevole subsidenza che ha portato il tetto della serie prevalentemente calcarea (Eocene – Oligocene) ad oltre

1000 m di profondità, come dimostrato dai sondaggi per ricerca petrolifera e da studi geofisici (Regione Siciliana, 1961).

Il bacino subsidente è colmato da depositi argilloso-arenacei, attribuibili al Miocene medio e dai terreni della serie gessoso-solfifera, che rappresenta la fine del riempimento del bacino subsidente ed il termine del relativo ciclo sedimentario.

I sedimenti del successivo ciclo pliocenico, almeno dalla parte alta del Pliocene inferiore, si sono depositati in due bacini subsidenti distinti, separati da una dorsale orientata circa NE-SO, disposta grosso modo lungo la direttrice Castelvetro-M.te Finestrelle, e corrispondenti dal punto di vista paleogeografico a due golfi del mare pliocenico che si aprivano verso Sud.

La notevole inclinazione degli strati miocenici e pliocenici verso i quadranti meridionali e l'andamento della linea di costa del mare Calabriano, che presenta una marcata insenatura nella zona di Partanna (Goggi, 1965), sono forse una conferma del prolungarsi della subsidenza durante il Calabriano in corrispondenza della zona compresa tra le due linee strutturali precedentemente illustrate, e cioè la linea Montevago-Bisacchino-Corleone e la linea Castelvetro-M.te Finestrelle.

La zona epicentrale del terremoto del Belice può essere situata grosso modo nella zona di Gibellina e Salaparuta, cioè in vicinanza della linea strutturale Castelvetro-M.te Finestrelle. Dall'esame delle notizie raccolte sembra che, della lunga serie di eventi sismici che hanno distrutto gli abitati di Gibellina, Salaparuta e Montevago, le zone di Contessa Entellina, Bisacchino e Corleone potrebbero essere indicate come aree epicentrali di queste scosse.

Sulla base di tali risultanze il terremoto della Valle del Belice potrebbe essere inquadrato in uno schema geologico abbastanza preciso: l'area sismica, infatti, verrebbe a coincidere con la zona compresa tra due linee accelerogrammi che hanno separato per lunghi periodi zone a differente evoluzione geologica e che potrebbero rivestire pertanto carattere di giunzioni tra zolle crostali a diversa mobilità.

In questo quadro trova conferma la classificazione sismica dell'area e la necessità di studiare, nei siti interessati da edificazione, le eventuali modificazioni che dovessero subire le sollecitazioni sismiche ad opera dei fattori morfologici, strutturali e litologici.

Tali studi, eseguiti anche in Italia nelle zone dell'Irpinia, del Friuli, dell'Umbria e più recentemente di Palermo e del Molise, hanno evidenziato notevoli differenze di effetti da zona a zona nell'ambito di brevi distanze, associate a differenti morfologie dei siti o a differenti situazioni geologiche e geotecniche dei terreni.

In tal senso sembra opportuno soffermarsi su alcuni aspetti di carattere generale riguardanti la tematica in oggetto, utili all'inquadramento del "problema sismico".

La propagazione delle onde sismiche verso la superficie è influenzata dalla deformabilità dei terreni attraversati.

Per tale ragione gli accelerogrammi registrati sui terreni di superficie possono differire notevolmente da quelli registrati al tetto della formazione di base, convenzionalmente definita come substrato nel quale le onde di taglio, che rappresentano la principale causa di trasmissione degli effetti delle azioni sismiche verso la superficie, si propagano con velocità maggiori o uguali a 1.000 m/sec.

Si può osservare in generale che nel caso in cui la “formazione di base” sia ricoperta da materiali poco deformabili e approssimativamente omogenei (es. calcari e calcareniti) gli accelerogrammi che si registrano al tetto della formazione di base non differiscono notevolmente da quelli registrati in superficie: inoltre in tale caso lo spessore dei terreni superficiali non influenza significativamente la risposta dinamica locale.

Nel caso in cui la formazione di base è ricoperta da materiali deformabili, gli accelerogrammi registrati sulla formazione ed in superficie possono differire notevolmente, in particolare le caratteristiche delle onde sismiche vengono modificate in misura maggiore all’aumentare della deformabilità dei terreni.

La trasmissione di energia dal bed-rock verso la superficie subisce trasformazioni tanto più accentuate quanto più deformabili sono i terreni attraversati; all’aumentare della deformabilità alle alte frequenze di propagazione corrispondono livelli di energia più bassi e viceversa a frequenze più basse corrispondono livelli di energia più alti.

Il valore del periodo corrispondente alla massima accelerazione cresce quanto la rigidità dei terreni diminuisce; nel caso di rocce sciolte tale valore aumenta anche all’aumentare della potenza dello strato di terreno.

Di particolare importanza è, inoltre, lo studio dei contatti stratigrafici in affioramento soprattutto tra terreni a risposta sismica differenziata.

Nel complesso, pur in presenza di un alto rischio che possono ripetersi eventi sismici di elevata intensità, paragonabili a quello del '68, nel particolare della risposta sismica locale le indagini sismiche dimostrano che non vi sono problemi legati alla presenza di terreni a risposta sismica

differente e, quindi, nulla osta alla realizzazione del progetto purché i calcoli delle strutture tengano presenti gli elevati gradi di sismicità che caratterizzano il sito.

Ai sensi del DM 17/01/2018, in corrispondenza degli aerogeneratori e della sottostazione, la categoria di suolo è la C “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*”.

Il problema della liquefazione dei terreni è di estrema importanza in aree a rischio sismico, come quella in cui si deve realizzare il progetto.

Si tratta di un fenomeno estremamente importante e pericoloso in particolari condizioni.

Il termine *liquefazione* viene usato, per definire un processo per cui una massa di terreno saturo, a seguito dell'intervento di forze esterne, statiche o dinamiche perde resistenza al taglio e si comporta come un fluido.

Ricordando la relazione di un terreno incoerente saturo:

$$\tau_f = (\sigma_f - u) \operatorname{tg} \varphi$$

se per effetto delle azioni esterne la pressione applicata si trasferisce integralmente alla fase liquida, ossia $\sigma = u$, viene $\tau_f = 0$ e quindi resistenza tangenziale nulla.

Sono soprattutto le azioni dinamiche a disturbare l'equilibrio dello scheletro solido orientando le particelle di roccia, immerse in acqua, verso una maggiore compattezza.

Le particelle di terreno sotto la vibrazione, si dispongono infatti facilmente in un nuovo assetto ed in questa fase di transizione perdono il contatto fra di loro e, quindi, sono «flottanti» temporaneamente nell'acqua perdendo ogni funzione portante.

La presenza dell'acqua pone le sabbie, sottoposte a rapide alternanze di carico, in situazione analoga a quella delle argille sature sottoposte rapidamente a carichi statici; infatti la velocità con la quale si producono le variazioni di volume è talmente elevata che, nonostante la forte permeabilità dello scheletro granulare della sabbia, l'acqua non riesce a sfuggire mentre avviene la riduzione di volume del tessuto e, quindi, le pressioni interstiziali annullano la resistenza di attrito.

Di qui la liquefazione del terreno e lo sprofondamento delle opere.

La predisposizione alla liquefazione dipende, quindi, dalla capacità del terreno ad aumentare la propria densità, il che è legato evidentemente alla percentuale di vuoti iniziale.

Il fenomeno della liquefazione si verifica per stratificazioni superficiali, a profondità di 15 m può dirsi che esso sia escluso a causa della compattezza prodotta dalla pressione geostatica.

Notevoli assestamenti possono verificarsi con terreni anche asciutti sottoposti a vibrazioni ma senza la presenza della falda non è possibile l'istaurarsi del fenomeno della liquefazione.

I metodi con cui si calcola la tendenza alla liquefazione sono divisi in due categorie: a) Metodi semplificati; b) Metodi empirici ed il nostro studio utilizza quelli definiti dal programma Liquiter della Geostru.

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal

terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ ed indagini geofisiche per il calcolo delle Vs30.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene, quindi, valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0)F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione.

Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove di misurazione delle onde di taglio Vs.

I metodi di calcolo del potenziale di liquefazione adottati dal programma sono:

- *Metodo di Seed e Idriss (1982);*
- *Metodo di Iwasaki et al. (1978; 1984);*
- *Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983);*
- *Metodo di Finn (1985);*
- *Metodo di Cortè (1985);*
- *Metodo di Robertson e Wride modificato (1997);*
- *Metodo di Andrus e Stokoe (1998);*
- *Metodi basati sull'Eurocodice 8 (ENV 1998-5);*

➤ *Metodo basato sull'NTC 2008.*

In base all'Eurocodice 8 (ENV 1998-5) si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando $a_g < 0,15$ e, contemporaneamente, il terreno soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- ❖ contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10;
- ❖ contenuto di limo superiore al 10% e resistenza $N_{1,60} > 20$;
- ❖ frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$.

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, *la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.*

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} S \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF}$$

dove **S** è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

<i>Categoria suolo</i>	<i>Spettri di Tipo 1- S (M > 5,5)</i>	<i>Spettri di Tipo 2 - S (M < 5,5)</i>
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,15	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** consigliato dalla normativa è quello di Ambraseys.

Nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove SPT, la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di Blake, 1997:

(a)

$$CRR = \frac{0,04844 - 0,004721 (N_{1,60})_{cs} + 0,0006136 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,00001673 [(N_{1,60})_{cs}]^3}{1 - 0,1248 (N_{1,60})_{cs} + 0,009578 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,0003285 [(N_{1,60})_{cs}]^3 + 0,000003714 [(N_{1,60})_{cs}]^4}$$

dove $(N_{1,60})_{cs}$ viene valutato con il metodo proposto da Youd e Idriss (1997) e raccomandato dal NCEER:

$$(N_{1,60})_{cs} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

dove $N_{1,60}$ è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice N_m (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova SPT rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 KPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:

$$N_{1,60} = C_N C_E N_m$$

$$C_N = \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,5}$$

$$C_E = \frac{ER}{60}$$

dove ER è pari al rapporto dell'energia misurato rispetto al valore teorico x 100 e dipende dal tipo di strumento utilizzato.

Attrezzatura	C_E
Safety Hammer	0,7 – 1,2
Donut Hammer (USA)	0,5 – 1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1 – 1,4
Automatico-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8 – 1,4

I parametri α e β , invece, dipendono dalla frazione fine (FC):

$$\alpha = 0 \quad \text{per } FC \leq 5\%$$

$$\alpha = \exp[1,76 - (190 / FC^2)] \quad \text{per } 5\% < FC \leq 35\%$$

$$\alpha = 5 \quad \text{per } FC > 35\%$$

$$\beta = 1,0 \quad \text{per } FC \leq 5\%$$

$$\beta = [0,99 + (FC^{1,5} / 1000)] \quad \text{per } 5\% < FC \leq 35\%$$

$$\beta = 1,2 \quad \text{per } FC > 35\%$$

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (CPT), i valori di resistenza alla punta misurati q_c devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 KPa e vanno calcolati mediante la seguente formula

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Per poter tenere conto della eventuale presenza di particelle fini, il software utilizza il metodo di Robertson e Wride.

Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$\frac{(q_{c1N})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5$$

come proposto dall'EC8, derivato $(N_{1,60})_{cs}$, si utilizza la (a) per il calcolo di CRR.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la formula:

$$V_{S1} = V_s \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$$

e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e

Stokoe:

$$CRR = 0,03 \left(\frac{V_{S1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[\frac{1}{(V_{S1})_{cs} - V_{S1}} - \frac{1}{(V_{S1})_{cs}} \right]$$

Rispetto alla normativa europea, la normativa italiana (NTC 2008) è meno accurata e non fornisce proposte di metodologie per valutare il potenziale di liquefazione.

La normativa richiede che il controllo della possibilità di liquefazione venga effettuato quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Secondo le normative europea e italiana è suscettibile di liquefazione un terreno in cui lo sforzo di taglio generato dal terremoto supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato liquefazione durante terremoti passati.

La probabilità di liquefazione P_L , invece, è data dall'espressione di Juang et al. (2001):

$$P_L = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_s}{0,72} \right)^{3,1}}$$

Nello specifico del nostro lavoro e dai dati in nostro possesso, si evince che in corrispondenza degli aerogeneratori sono presenti i litotipi argillosi, argillo-marnosi, marnosi, tubacei e gessosi delle formazioni che

non consentono la formazione di fenomeni di liquefazione, così come in corrispondenza della sottostazione dove sono presenti le calcareniti.

Da quanto desumibile dalle indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche in situ ed in laboratorio eseguite in questa prima fase, i terreni che costituiscono il volume geotecnicamente significativo delle opere in progetto sono riferibili alle seguenti litologie: **a) Fm. Ciminna (Frazione argillosa e gessosa); b) Fm. Marnoso Arenacea del Fiume Belice (Frazione Argillosa e calcarenitica); c) Fm Terravecchia (Frazione argilloso-marnosa).**

a) Formazione Ciminna (Frazione argillosa): Si tratta di rocce "pseudo-coerenti" costituite da limi argillosi a tratti debolmente sabbiosi, argille sabbiose e sabbie argillose. Nello spessore compreso nei primi 10 m di profondità si presentano a struttura alterata e rimaneggiata. Per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche di questi terreni la loro valutazione va fatta tramite prove geotecniche in laboratorio. Per i risultati ottenuti si rimanda alle tabelle allegate ed ai certificati delle prove eseguite vedi campioni S3C1 ed S3C2).

b) Formazione Ciminna (Frazione gessosa): Si tratta di rocce "coerenti" fratturate costituite da gessi microcristallini con intercalati livelli di sabbie gessose molto addensate. Per la caratterizzazione fisico-meccanica, come è noto, non è possibile eseguire alcuna sperimentazione in laboratorio, può quindi farsi riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, ai seguenti parametri desunti dall'esperienza maturata su questi terreni e dalle sperimentazioni scientifiche: $\varphi' = 35^\circ$; $c' = 30,0 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 2,0 \text{ kN/m}^3$.

- c) Fm. Marnoso Arenacea del Fiume Belice (Frazione agillosa):** Si tratta rocce "pseudo-coerenti" costituite da argille sabbiose debolmente limose e limi sabbiosi a struttura omogenea di colore grigio, da mediamente consistenti a consistenti. Per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche di questi terreni la loro valutazione va fatta tramite prove geotecniche in laboratorio. Per i risultati ottenuti si rimanda alle tabelle allegate ed ai certificati delle prove eseguite (vedi campioni S9C1, S9C2 ed S9C3).
- d) Fm. Marnoso Arenacea del Fiume Belice (Frazione calcarenitica):** Si tratta di rocce coerenti a grana grossolana costituite da calcareniti e calciruditi cementate di colore ocra. Per la caratterizzazione fisico-meccanica di tale complesso su cui, come è noto, non è possibile alcuna sperimentazione in laboratorio, il progettista può fare riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, all'esperienza maturata su questi terreni e alle sperimentazioni scientifiche: $\varphi' = 30^\circ$; $c' = 20,0 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,9 \text{ kN/m}^3$.
- e) Fm Terravecchia:** si tratta di "rocce pseudocoerenti" costituite da argille ed argille sabbiose, di colore grigio e tabacco, con intercalati sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione e da marne e marne argillose con tenori variabili di sabbie quarzose con foraminiferi planctonici passanti verso l'alto a marne e marne sabbiose brune. Per la caratterizzazione fisico-meccanica di tale complesso, il progettista può fare riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, all'esperienza maturata su questi terreni e alle sperimentazioni scientifiche: $\varphi' = 25^\circ$; $c' = 20,0 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,9 \text{ kN/m}^3$.

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_a KN/m ³	Wn %	Wl %	Wp %	Ws %	S %	n %
S3C1	2.00	17.03		15.10	12.77	40.12	17.36	11.09		
S3C2	9.00	18.54		14.42	28.54	44.86	29.77	19.30		
S9C1	5.50	19.85		16.06	23.58	49.14	21.54	20.92		
S9C2	9.00	19.72		16.80	17.39	40.65	19.59	18.02		
S9C3	12.00	20.61		18.00	14.52	42.56	20.83	13.37		

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	C'	ϕ'	Ed
		KN/m ²	gradi	KN/m ²
S3C1	2.00			2.7E+03
S3C2	9.00	26.0	31°	
S9C1	5.50	9.0	25°	9.3E+03
S9C2	9.00	32.0	21°	
S9C3	12.00	38.0	29°	

GRANULOMETRIA
Limo sabbioso debolmente argilloso (mamoso)
Limo argilloso e sabbioso
Argilla sabbiosa con limo
Argilla sabbiosa con limo
Limo sabbioso con argilla

Riepilogo delle caratteristiche fisiche e meccaniche

5. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO

Conformemente al già citato art. 24 del DPR 120/217 si rende necessaria la verifica prima dell'inizio dei lavori della compatibilità dei materiali scavati al loro riutilizzo nello stesso sito in cui vengono scavati.

In tal senso si deve eseguire la necessaria caratterizzazione ambientale finalizzata all'accertamento della sussistenza dei requisiti di qualità ambientale dei materiali da scavo e della sua conformità alla destinazione urbanistica del sito.

Il rispetto dei requisiti di *qualità ambientale* per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti (art. 184 bis del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.), è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo è inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione e del sito di destinazione, nel nostro caso "Verde Agricolo".

L'art. 240, comma 1, del D.Lgs. 152/2006 riporta la seguente definizione:

«b) concentrazioni soglia di contaminazione (CSC): i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'Allegato 5 alla parte quarta del presente decreto.....».

La Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs. 152/2006 riporta i valori di "Concentrazione Soglia di Contaminazione" nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da utilizzare.

Nella suddetta tabella, la colonna A si riferisce alle concentrazioni di sostanze inquinanti in “Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale”, mentre la colonna B si riferisce a “Siti ad uso commerciale e industriale”.

Nel nostro caso per il riutilizzo in situ dei materiali scavati i valori di CSC dei campioni analizzati dovranno essere conformi alla colonna A.

Ai sensi della normativa vigente la caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo deve essere eseguita indicando in particolare:

- ✓ le modalità di campionamento, preparazione e analisi dei campioni, con indicazione del set dei parametri analitici considerati che tenga conto della composizione naturale dei materiali da scavo, delle attività antropiche pregresse svolte nel sito di produzione e delle tecniche di scavo che si prevede di adottare;
- ✓ l’indicazione della necessità o meno di ulteriori approfondimenti in corso d’opera e dei relativi criteri generali da eseguirsi.

6. PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO

La normativa vigente stabilisce le procedure di campionamento che dovranno essere adottate e prevede che la densità dei punti di indagine, nonché la loro ubicazione dovrà basarsi su un modello concettuale preliminare delle aree (campionamento ragionato) o sulla base di considerazioni di tipo statistico (campionamento sistematico su griglia o casuale).

Dall'analisi eseguita sull'uso pregresso del suolo, risulta che l'area interessata, si trova all'interno un'importante area agricola, dove non risultano fonti di potenziali fenomeni di inquinamento.

Inoltre, il sito oggetto dello studio risulta di tipo “Verde agricolo” secondo gli strumenti urbanistici vigenti e dunque afferente alla destinazione d'uso di tipo A (siti ad uso verde pubblico, privato o residenziale), secondo la classificazione riportata nella Tabella 1 - Colonna A dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs. 152/2006.

Considerata l'estensione delle aree in studio oggetto di operazioni di scavo e la lunghezza delle infrastrutture lineari (cavidotti) sono stati ubicati n. 64 punti di campionamento che verranno eseguiti nella misura di uno ogni 500 mt di lunghezza del cavidotto.

7. ATTIVITA' DI CAMPIONAMENTO

Preliminarmente alle attività di campionamento, nell'area da caratterizzare saranno effettuati una serie di sopralluoghi volti a verificare l'idoneità del sito prescelto in relazione alle operazioni da eseguire (accessibilità con attrezzatura e mezzi per il campionamento).

Tutti i punti previsti per la caratterizzazione del sito saranno localizzati sulle aree di indagine con l'ausilio di un topografo e materializzati mediante l'infissione di picchetti identificativi.

Il contesto areale del punto di indagine sarà documentato mediante l'ausilio di macchina fotografica.

Il materiale estratto sarà adagiato sopra un telo di plastica pulito e su di esso saranno eseguite le operazioni di preparazione del campione.

Mediante l'ausilio di una paletta e di un setaccio, il campione sarà privato della frazione grossolana maggiore di 2 cm; successivamente sarà mescolato ed omogeneizzato.

Una volta preparato il campione, lo stesso sarà posto all'interno di barattoli di vetro trasparente, avendo cura di impermeabilizzare ed isolare il contenitore da ogni forma di contaminazione.

Il barattolo di vetro, contenente il campione, sarà etichettato al fine di identificarlo univocamente. Su ciascuna etichetta adesiva saranno riportate le seguenti informazioni:

- ✓ identificativo del progetto di riferimento;
- ✓ data di campionamento;
- ✓ nome dell'area di prelievo del campione;
- ✓ identificativo del punto e della profondità di campionamento.

L'elenco dei campioni inviati al laboratorio, le informazioni ad essi relativi, riportati su ciascuna etichetta, e l'elenco delle analisi chimiche previste sarà riportato su apposito verbale che ha accompagnato i campioni durante la spedizione.

Tutti i campioni, a seguito del prelievo, durante il trasporto e una volta giunti in laboratorio, saranno conservati al buio e alla temperatura di 4 +/- 2 °C. Il trasporto dei contenitori sarà effettuato mediante l'impiego di idonei imballaggi refrigerati (frigo box rigidi o scatole in polistirolo), resistenti e protetti dagli urti, al fine di evitare la rottura dei contenitori di vetro ed il loro surriscaldamento.

Si precisa che, prima di procedere ad ogni nuovo campionamento, tutta l'attrezzatura utilizzata al prelievo precedente sarà lavata accuratamente al fine di evitare fenomeni di cross-contamination.

Si allega, fuori testo, la planimetria con l'ubicazione dei punti di prelievo.

8. PROCEDURE DI DECONTAMINAZIONE

Tutte le operazioni di prelievo, conservazione, stoccaggio, trasporto dei campioni saranno effettuate in condizioni rigorosamente controllate, in modo da evitare fenomeni di contaminazione o perdita di rappresentatività del campione a causa di possibili alterazioni delle caratteristiche chimico-fisiche della matrice ambientale investigata.

In particolare saranno messi in atto i seguenti accorgimenti:

- utilizzo, nelle diverse operazioni, di strumenti ed esattamente attrezzature costruiti in materiale quali acciaio inox e PVC, tali che il loro impiego non modifichi le caratteristiche del campione e la concentrazione delle sostanze contaminanti;
- rimozione di qualsiasi grasso o lubrificante dalle zone filettate degli utensili;
- uso di guanti monouso per prevenire il diretto contatto con il materiale estratto;
- uso di contenitori nuovi;
- lavaggio della strumentazione tra un campionamento e il successivo.

9. PARAMETRI CHIMICO-FISICI DA RICERCARE, DETERMINAZIONE DEL NUMERO DI CAMPIONI E CONCLUSIONI

Le determinazioni analitiche dei campioni prelevati dal sito di conferimento saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. Inoltre la concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

Il set di parametri analitici da ricercare è stato definito tenendo conto delle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. Considerando che il sito individuato per il conferimento risulta caratterizzata esclusivamente da attività agricola e che su di esso non è stata svolta in passato alcuna attività potenzialmente impattante dal punto di vista ambientale, ma in alcuni casi, è limitrofo ad infrastrutture viarie, si è scelto a vantaggio della sicurezza di investigare il set analitico previsto dal D.P.R. 120/2017, riportato nella Tabella successiva.

Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi pesanti C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto

Gli analiti, i limiti di concentrazione e i metodi di prova saranno riportati nei certificati allegati redatti da un laboratorio d'analisi certificato ACCREDIA.

Il numero dei punti di indagine è stato determinato in base alle dimensioni dell'area di intervento (estensione eccessiva rispetto a quella che sarà computata in fase esecutiva in quanto realmente soggetta ad attività di scavo), secondo il criterio esemplificativo di seguito schematizzato, conforme al D.P.R. 120/2017.

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 m²	Minimo 3
Tra 2.500 m² e 10.000 m²	3 + 1 ogni 2.500 m ²
Oltre i 10.000 m²	7 + 1 ogni 5.000 m ² eccedenti

Quindi, sono state calcolati il numero dei punti indicati nelle tabelle visibili di seguito considerando che gli scavi da eseguire interesseranno:

- 1) Le aree in cui verranno realizzati gli aerogeneratori, le piazzole e la viabilità interna al parco;
- 2) le aree in cui verrà realizzato il cavidotto;
- 3) le aree in cui verrà realizzata la stazione di utenza.

La profondità d'indagine è stata determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche saranno almeno:

- ⇒ Campione 1: da 0 m a 1 m dal p.c.;
- ⇒ Campione 2: nella zona di fondo scavo;
- ⇒ Campione 3: nella zona intermedia tra i due.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 m, i campioni da sottoporre ad analisi saranno almeno 2 ed in particolare, 1 per ciascun metro di profondità.

Di seguito sono indicati il numero dei campioni individuati e l'ubicazione dei punti di prelievo sono visibili nella planimetria allegata.

In particolare si prevede di eseguire:

- ⇒ n. 1 sondaggio spinto sino alla profondità delle fondazioni per ogni aerogeneratore per un totale di n. 10 sondaggi;
- ⇒ n. 2 pozzetti esplorativi per ogni piazzola spinti alla profondità del piano di sedime;
- ⇒ prelievo ed analisi ai sensi del DPR 120/2017 di n. 3 campioni (0-1 mt, fondo foro, a metà del foro) per ogni sondaggio/pozzetto per un totale di n. 90 campioni;
- ⇒ esecuzione di n. 64 pozzetti esplorativi lungo il tracciato del cavidotto (1 ogni 500 mt.);
- ⇒ prelievo ed analisi ai sensi del DPR 120/2017 di n. 1 campione per ogni pozzetto per un totale di n. 64 campioni;
- ⇒ esecuzione di 4 pozzetti esplorativi in corrispondenza della sottostazione;
- ⇒ prelievo ed analisi ai sensi del DPR 120/2017 di n. 3 campioni (0-1 mt, fondo foro, a metà del foro) per ogni sondaggio/pozzetto per un totale di n. 12 campioni.

Nel complesso, quindi, i campioni da prelevare ed analizzare saranno:
 $90 + 64 + 12 = 166$

Considerato che saranno prelevati in tutto 166 campioni e tenuto conto che i terreni da scavare risultano pari a 150.106,03 mc, di cui 68.407,77 mc

da riutilizzare all'interno del cantiere, verrà analizzato n. 1 campione ogni 904,25 mc di terre movimentate.

Nello studio del progetto, delle dimensioni della carreggiata e delle livellette, particolare attenzione è stata prestata nel limitare al minimo indispensabile i movimenti terra e quindi a ridurre al minimo l'impatto rispetto all'attuale orografia del terreno.

I volumi di terra movimentati inizialmente per la fase di cantiere, così come lo strato vegetale del terreno verranno inoltre stoccati all'interno delle singole aree di lavoro in piazzole appositamente individuate e separate dalla restante parte di cantiere e le terre e rocce da scavo saranno individuabili con specifica tabellonistica per poter essere riposizionati nella fase di sistemazione finale del sito.

Di seguito si riassumono in tabelle i volumi di movimento terra quantificati per le opere in progetto:

	Fondazioni	Piazzole e Viabilità interna Parco	Adeguaamento Viabilità	Cavidotto	Edificio di controllo, chiosco e apparecchiature AT	TOTALE
Scavo m ³	30.699,57	71.492,44	11.735,89	35.717,06	461,07	150.106,03
Riporto m ³	16.966,29	31.704,89	6.735,89	12.844,41	156,29	68.407,77
Trasporto a discarica m ³	13.733,28	39.787,55	5.000,00	22.872,65	304,78	81.698,26

Di seguito la tabella riepilogativa dove sono riportati i materiali da scavare, da riutilizzare in situ e da conferire in discarica e/o centri di recupero.

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
*Piano Preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo – Progetto per la
realizzazione di un parco eolico, sito nel territorio comunale di Contessa Entellina (Pa), Santa
Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)*

Volume da scavare (mc)	Volume da riutilizzare (mc)	Volume da allontanare in regime di rifiuto (mc)
150.106,03	68.407,77	81.698,26

Dr. Bellomo Gualtiero

