

PARCO EOLICO MONTE CERCHIO

Il Committente:  **Windtek**

Sede Legale: Corso Vercelli n. 10
10152, Torino (TO)
P.IVA e C.F. 12930940015

Oggetto: **RELAZIONE GEOLOGICA E DI
PERICOLOSITA' SISMICA**

Titolo: **PIANO PRELIMINARE TERRE E ROCCE DA SCAVO**



Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
07/2023	AC/SS	Emissione	07/2023	AC/SS	07/2023	AC/SS

SCALA: N.A.

FORMATO: A4

LUGLIO 2023

Commessa	Tip. impianto	Fase Progetto	Disciplina	Tip. Doc	Titolo	N. Elab	REV
22102	EO	DE	GE	R	07	0004	A

RICERCA, SVILUPPO E COORDINAMENTO IMPIANTI EOLICI E FOTOVOLTAICI A CURA DI:



Sede Amministrativa e Operativa
via Benessia, 14 12100 Cuneo (CU)
tel 335.6012098
e-mail: emmecsrts@gmail.com

Geom. Domenico Bresciano

ANALISI GEOLOGICA A CURA DI:

**Studio Associato
di Geologia Tecnica**



Sede Legale: Piazza Diaz n° 11/5 - 17100 SAVONA (SV)
Tel. 3312334884/3935172231, email. geolab@studiogeolab.it
Website: www.studiogeolab.it

I Tecnici:

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini (O.R.G.L. n° 338)

Dott. Geologo Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)

File: testalino relazione geologo.dwg

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva del progettista ivi indicato sul quale si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dallo stesso progettista.

INDICE

0. SOMMARIO	3
1. OGGETTO DELL'INCARICO	3
2. INTERVENTO IN PROGETTO	5
3. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI	10
4. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO	11
4.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO	11
4.2 INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE CON INTERPRETAZIONE TOMOGRAFICA, MASW E HVSR.	
.....	12
5. QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE	13
6. MODALITÀ DI SCAVO E VOLUMETRIE PREVISTE	18
7. NUMERO E CARATTERISTICHE DEI PUNTI DI INDAGINE	19
8. PARAMETRI DA DETERMINARE	20

0. SOMMARIO

Gli Scriventi, Dott.ssa Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato la presente relazione geologica secondo il dettato del D.M. 17/01/2018 e della circolare n° 7 C.S.LL.PP. del 2019, su incarico Loro conferito dalla Windtek S.r.l.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico composto da 7 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2 MW, per una potenza globale di 43.4 MW, da collocare sotto i crinali montani che dal Bric della Posa raggiungono Bric Traverse passando per Bric del Ribera e Bric Cappelle nel territorio Comunale di Cairo Montenotte (SV), Cengio (SV) e Saliceto (CN).

1. OGGETTO DELL'INCARICO

Su incarico conferito dalla Windtek S.R.L., è stata condotta una campagna di rilevamento allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico il sedime dell'intervento di edificazione del Parco Eolico Monte Cerchio e di tutte le opere accessorie e connesse.

Lo studio è stato preceduto da una prima fase di raccolta bibliografica effettuata presso gli Uffici Regionali, Provinciali, Comunali, e tramite varie fonti ufficiali: IFFI, PAI, repertorio cartografico della Regione Liguria e Piemonte, ARPAL, ARPAP, ISPRA, ecc., al fine di reperire il maggior numero di informazioni possibili sull'areale d'interesse e programmare il piano delle attività previste.

La presente relazione definisce il piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo, escluse dalla disciplina dei rifiuti, per il progetto summenzionato

La normativa di riferimento per la redazione del presente documento è la seguente:

- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152 – norme in materia ambientale;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n.120 – Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

Dato che il "Parco Eolico Monte Cerchio" si configura come un cantiere di grandi dimensioni (>6000 mc) soggetto a VIA (Art.9 comma 7 DPR 120/2017) si predispose il presente piano di utilizzo secondo quanto previsto dall'art.24 del Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017 n.120.

Il regolamento per la gestione delle terre individua i criteri di qualificazione dei sottoprodotti di terre e rocce ed i limiti che le concentrazioni devono avere rispetto alle soglie di contaminazione. Definisce inoltre i metodi di campionamento necessari per la caratterizzazione ambientale da usare nella redazione dei piani di utilizzo delle terre e rocce da scavo laddove i cantieri siano di dimensioni rilevanti.

I requisiti che devono possedere le terre e rocce da scavo, affinché si possano qualificare come sottoprodotti, sono fissati dall'art. 184 bis del Decreto legislativo 3 aprile 2006 n.152 – Norme in materia ambientale (di seguito definito Testo Unico Ambiente). Mentre le procedure della loro verifica sono

stabilite dal nuovo regolamento e devono essere certificati e dimostrati mediante caratterizzazione chimico-fisica da un laboratorio di analisi con le modalità stabilite nell'allegato n.4 del regolamento. Dalla caratterizzazione deve risultare che non siano superati i valori di concentrazione soglia riportati nelle colonne A e B della Tabella 1 contenuta nell'allegato 5 del Titolo V Parte IV del Testo Unico Ambiente.

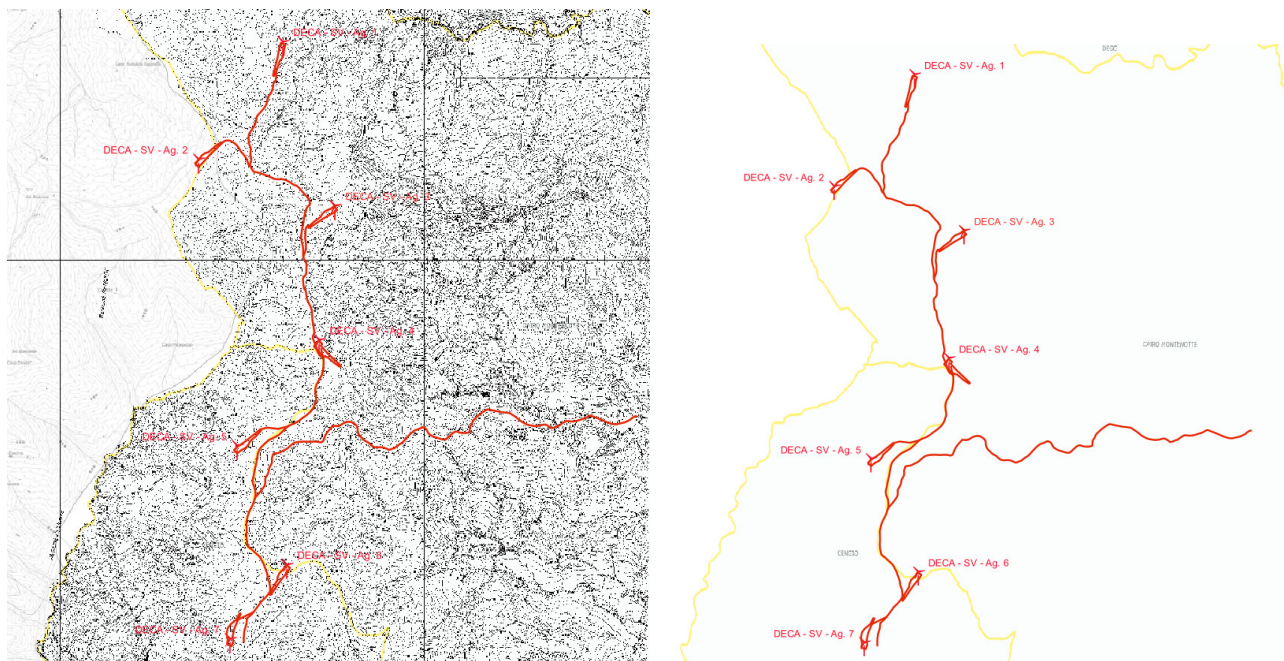


Figura 1.1: Inquadramento dell'area di intervento su base CTR regione Liguria (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico e sottostazione elettrica, strada di accesso al sito) e successivo inquadramento nell'abito amministrativo/territoriale.

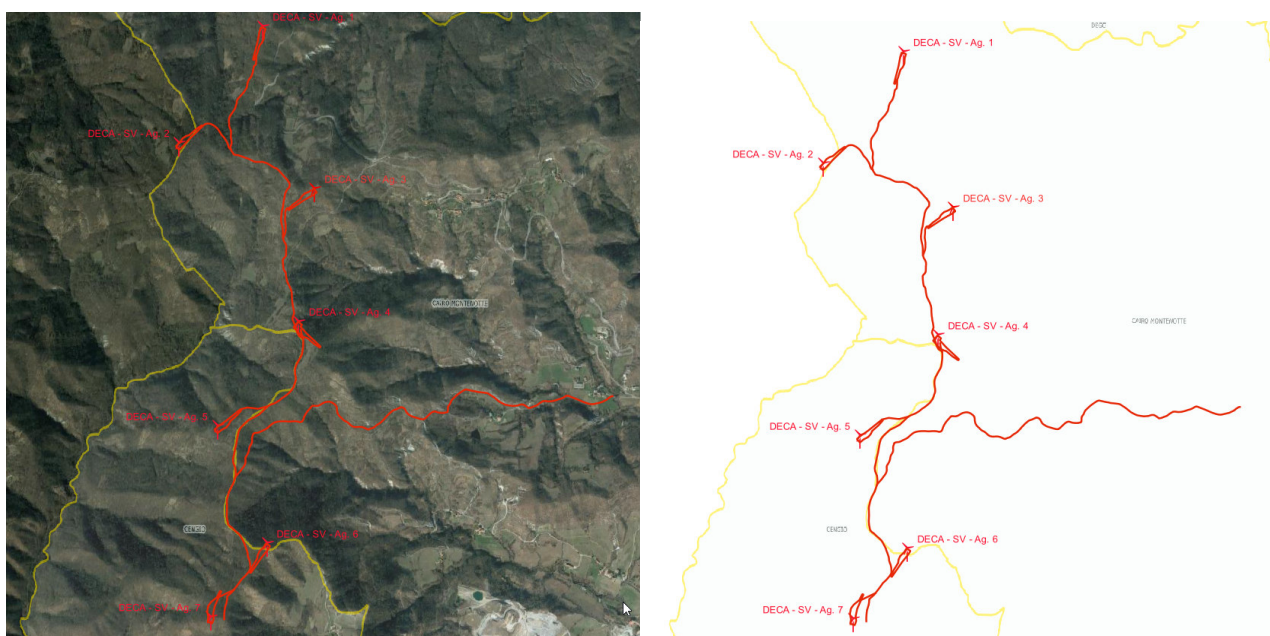


Figura 1.2: Inquadramento dell'area di intervento su base satellite Google Maps (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico e sottostazione elettrica, strada di accesso al sito), e successivo inquadramento nell'abito amministrativo/territoriale.

2. INTERVENTO IN PROGETTO

PARCO EOLICO MONTE CERCHIO

Al fine di semplificarne la trattazione il sito non è stato suddiviso in diverse zone unite dalla strada di collegamento, ma è stato trattato come un unico sito che dipartendosi dal Bric della Posa (metri 689 s.l.m.) raggiungono Bric Traverse (metri 695 s.l.m.) passando per Bric del Ribera (metri 680 s.l.m.) e Bric Cappelle (metri 686 s.l.m.).

I principali elementi in progetto sono i seguenti.

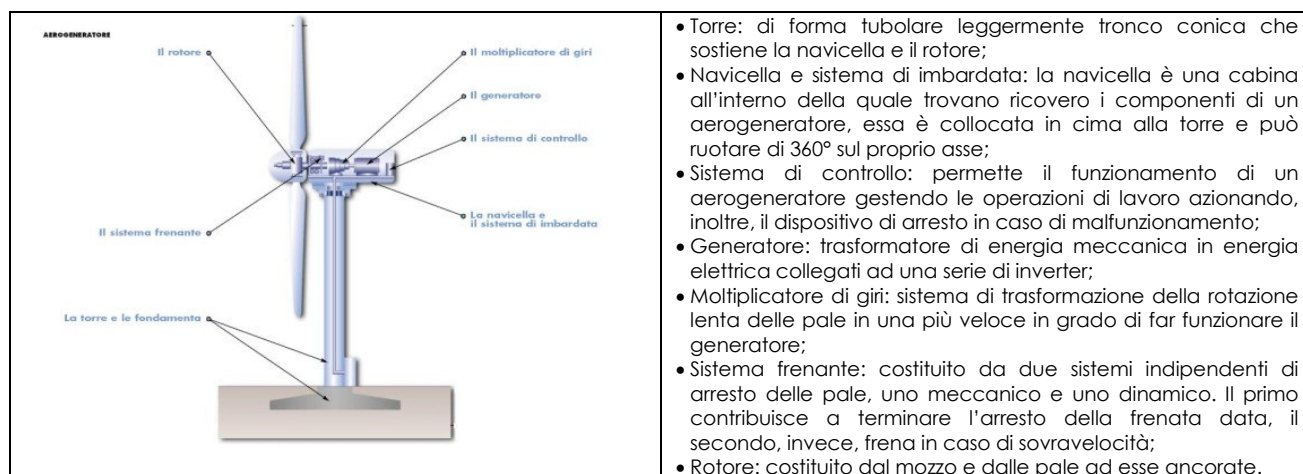
PIAZZOLA DI MONTAGGIO

Per ogni aerogeneratore si prevede la realizzazione di una piazzola dalla forma variabile, e avente una superficie totale di circa 3700 - 4000 mq, tuttavia, terminata la fase di cantiere, l'area effettiva permanente sarà pari a circa 1500 mq. I restanti mq verranno in parte ripristinati e in parte trasformati in strada di accesso al sito. Com'è possibile vedere nelle tavole specifiche la posizione delle piazzole sul territorio seguente a grandi linee l'orografia del terreno andandosi a incastrare all'interno delle forti pendenze che caratterizzano l'area. La piazzola di montaggio dell'aerogeneratore costituisce lo spazio di montaggio e successivamente manovra delle gru che permetteranno il montaggio dei vari componenti degli aerogeneratori

AEROGENERATORI

Gli aerogeneratori, tipo Vestas V162 che verranno utilizzati saranno di potenza nominale di 6,20 MW, altezza al mozzo del rotore pari a 162 m per una altezza complessiva di 206 metri. Il montaggio di dette strutture avverrà secondo schemi prestabiliti e collaudati da imprese specializzate. I mezzi principali utilizzati saranno le gru collocate nella piazzola riservata all'assemblaggio; nello specifico due saranno le gru necessarie, la prima, di dimensioni contenute, utilizzata principalmente per la fase di scarico dei componenti dai mezzi di trasporto mentre la seconda verrà utilizzata per il loro sollevamento e montaggio. Questa seconda gru ha come vincolo operativo la necessità di essere collocata alla minore distanza possibile rispetto al centro del posizionamento del pilone principale.

La struttura degli aerogeneratori e i loro componenti principali sono di seguito descritti.



STRUTTURE DI FONDAZIONE

Le torri degli aerogeneratori verranno fissate al terreno attraverso un sistema fondale di tipo diretto costituito da un plinto di fondazione di 25 metri di diametro per una altezza di circa 3.00 metri al quale, se le condizioni dell'ammasso roccioso lo rendessero necessario e sicuramente per gli

aerogeneratori 1, 2, 3 e 5 a causa delle condizioni locali di coltri e rocce tenere rilevate dall'indagine geofisica preliminare, saranno collegati 32 pali di fondazione di tipo trivellati con diametro 1.2 metri e lunghezza 20 metri l'uno, opportunamente immorsati nelle porzioni più sane ed inalterate del substrato roccioso. Sebbene per tutti gli aerogeneratori sia stata effettuata una campagna geofisica preliminare e/o rilevamenti geomeccanici in sito, la necessità d'uso e l'esatta lunghezza di tali fondazioni indirette dovrà essere calcolata turbina per turbina a seguito di indagini a carotaggio con recupero di campione, indagini geotecniche e geomeccaniche di laboratorio ed indagini geofisiche specifiche quali downhole e crosshole. Tali strutture di fondazione saranno opportunamente strumentate al fine di monitorarle in corso di edificazione e di funzionamento. La parte superiore delle fondazioni sarà di circa 20 cm sopra al piano campagna mentre il resto della fondazione verrà interrata ed il terreno sovrastante la stessa, rinverdito per una migliore mitigazione. Al pari dell'interramento della fondazione anche le scarpate generate dai fronti scavo per la loro realizzazione verranno adeguatamente stabilizzate per mezzo di opere di ingegneria naturalistica e inerbite allo scopo di ridurre l'effetto erosivo delle acque meteoriche che verranno comunque raccolte in canalette posate a terra e convogliate in impluvi naturali.

STRADA DI COLLEGAMENTO

Con il termine di "strada di collegamento" si intendono invece tutte le vie che collegano le singole turbine eoliche tra di loro fino al collegamento con la sottostazione elettrica.

Per questa categoria le strade definite esistenti sono in realtà delle strade sterrate in parte classificate come "strade Provinciali" e in parte come "strade interpoderali", tuttavia vista l'esistenza di questi tracciati si è optato di mantenerne inalterato il sedime originario provvedendo alla realizzazione di piste di cantiere rinforzate e in grado di sopportare il carico del transito dei mezzi.

La larghezza media della strada di collegamento sarà pari a circa 7 metri, salvo alcuni tratti stradali dove potrà arrivare anche a 10 metri per permettere di ottenere idonei raggi di curvatura. Nel complesso la strada di collegamento tra le tre aree di installazione e le piste necessarie al raggiungimento delle singole piazzole avrà una lunghezza complessiva di circa 3,75 km. La pendenza massima progettata per queste strade è del 16% oltre al quale i mezzi di trasporto e lavoro non riuscirebbero a transitare. Così come per le piazzole, anche la viabilità di collegamento verrà realizzata con sottofondo in misto naturale ed ulteriore strato di misto stabilizzato, mentre la formazione dei rilevati avverrà anche mediante l'impiego di materiale proveniente dagli scavi (se a seguito di analisi verrà classificato come idoneo) per la realizzazione delle sezioni in trincea.

Per quanto concerne l'approvvigionamento della materia prima, si prevede l'utilizzo di cave di inerti autorizzate presenti in zona.

SOVRASTRUTTURA VIARIA

Il corpo stradale, definito come l'insieme delle operazioni necessarie a realizzare la strada in rilevato e quelle complementari necessarie a garantire nel tempo la stabilità e la sicurezza dell'opera costruita, è stato dimensionato sulla base del numero di veicoli in transito e dei carichi agenti sullo stesso.

Oltre alle caratteristiche geometriche le nuove viabilità andranno a soddisfare anche i requisiti di capacità meccanica e di drenaggio superficiale; durante la realizzazione delle nuove piste tutti gli strati verranno adeguatamente compattati con appositi macchinari e dove necessario verranno previste delle opere di rinforzo dei terreni mediante posa di micropali. Inoltre laddove in fase esecutiva venga evidenziata la presenza di falde acquifere verrà prevista la posa di materiale in geotessuto per evitarne la risalita.

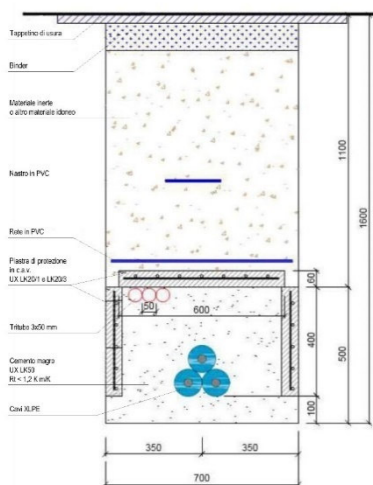
Come per la realizzazione delle piazzole, laddove gli esiti di laboratorio siano positivi, si prevede il riuso del materiale proveniente dagli scavi adeguatamente miscelato con misto stabilizzato granulometrico.

I materiali impiegati nella realizzazione del pacchetto stradale saranno appartenenti ai gruppi A1, A2 e A3 secondo la classificazione CNR-UNI 10006 in quanto dotati di buone capacità portanti in grado di limitare possibili cedimenti della pavimentazione stradale.

OPERE ELETTRICHE

Le opere elettriche necessarie a convogliare l'energia prodotta alla rete Nazionale sono:

- Posa cavidotto interrato MT di collegamento tra il parco eolico e la sottostazione;
- Realizzazione sottostazione elettrica;
- Posa cavidotto interrato di collegamento tra la sottostazione ed il punto di consegna



Il percorso del cavidotto interno al campo sarà posto in corrispondenza della nuova strada di collegamento tra le turbine eoliche mentre il cavidotto di collegamento tra la sottostazione e la cabina primaria verrà collocato lungo la viabilità esistente avendo cura di posarlo in corrispondenza della banchina, rispettando le disposizioni previste per legge e secondo le autorizzazioni dei proprietari delle strade.

I collegamenti su strada esistente asfaltata avranno una profondità massima di 1,70 m al cui interno verranno posati cavi XLPE e un

tritubo da 50 mm, gli stessi verranno prima ricoperti da uno strato di cemento magro e successivamente protetti da specifiche piastre di protezione in cav UX LK20/1 e LK20/3 come da immagine di seguito riportata.

Le tubazioni saranno, inoltre, segnalate nello scavo con un nastro monitor in PVC.

Il collegamento tra le turbine e la sottostazione avviene in un apposito cavidotto di nuova realizzazione ove si prevede di posare un tubo per ogni gruppo di turbine che vengono collegate in serie, così da avere un cavidotto nel tratto terminale che raggiunga la sottostazione di elevazione. Anche in questo caso si prevede la posa nella banchina della strada secondo le profondità dettate dal Gestore della rete per i cavi di alta tensione.

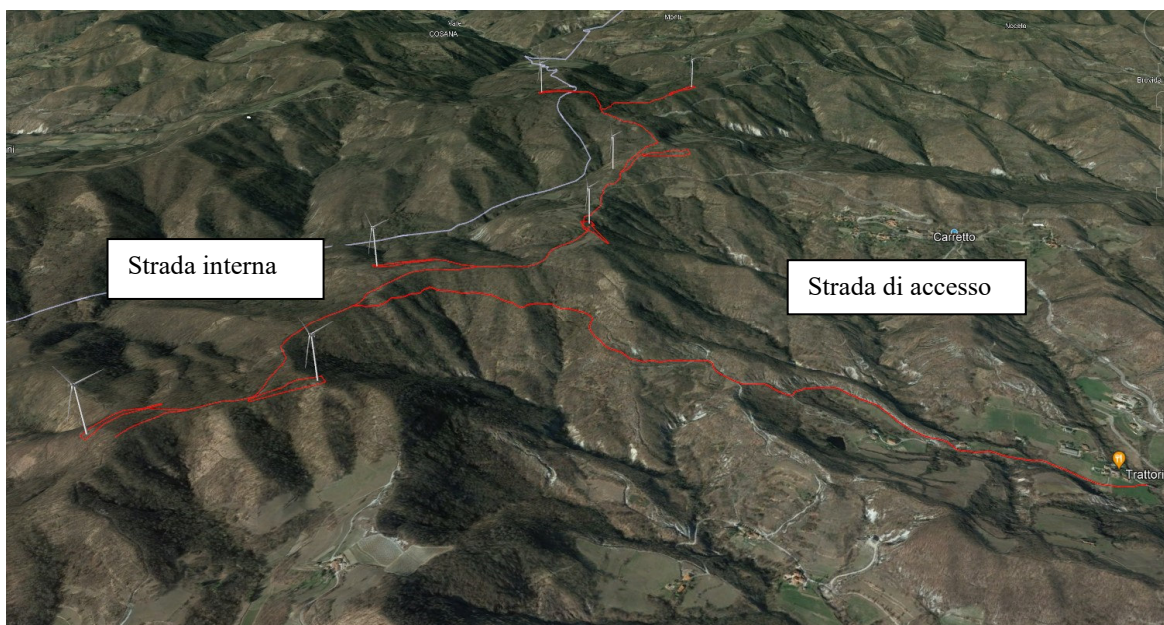
ADEGUAMENTI ALLE STRADE PROVINCIALI E COMUNALI

A seguito di una analisi della rete viaria esistente, effettuata mediante rilievi con scansione lidar e sopralluoghi specifici, si è ritenuto necessario provvedere all'adeguamento di alcuni tratti viari a partire dall'abitato di Ville, fino ad arrivare in prossimità dell'aerogeneratore 05 dove la strada si va ad innestare in quella di collegamento interna.

Tali interventi si rendono necessari in quanto le caratteristiche geometriche dei tratti viari di seguito indicati non rispondono in maniera adeguata al transito dei mezzi previsti.

Tra gli interventi necessari per garantire il passaggio di mezzi da cantiere pesanti troviamo:

- Realizzazione di una variante stradale che bypassa alcuni caseggiati prossimi alla frazione Ville;
- Realizzazione di adeguamento viario dalla variante stradale sopracitata per circa 400mt verso fondo valle;
- Realizzazione nuovo asse viario per il raggiungimento degli aerogeneratori previsti in quota.



Gli allargamenti stradali saranno di carattere permanente in modo da migliorare la qualità viaria della zona che ad oggi risulta avere caratteristiche geometriche minime al passaggio di due autoveicoli.

In generale gli adeguamenti stradali prevedono un ampliamento del sedime stradale che può arrivare anche al raddoppio dello stesso; l'entità dell'intervento deriva dal risultato dell'analisi svolta per singoli tratti stradali mediante studio della traiettoria del mezzo impiegato con l'ingombro di un concio tipo. Dove il mezzo semovente richiede delle traiettorie che vanno oltre la geometria stradale esistente sono stati studiati appositi ampliamenti stradali mirati al superamento dell'impedimento.

Per quanto concerne il passaggio dei singoli elementi verranno inoltre previste delle aree di pulizia a ciglio strada per evitare che la vegetazione esistente possa interferire con il loro regolare transito.

La variante stradale a progetto prevede invece la realizzazione di un nuovo tracciato stradale che dalla Strada Provinciale 9 si stacca verso il fondo valle siti ad ovest e si ricongiunge con una strada

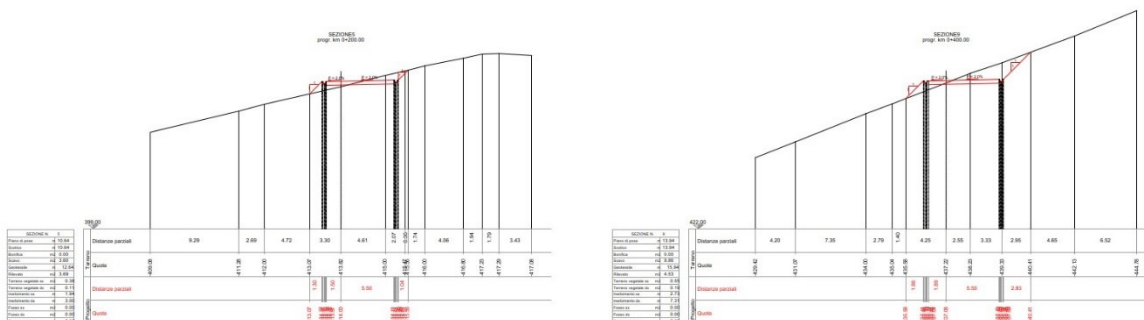
esistente di servizio ad alcuni caseggiati. Detto intervento risulta essere necessario al superamento di un piccolo agglomerato di case e il conseguente disagio che ne deriverebbe in fase di cantiere.



Nuova variante stradale prevista a progetto

La nuova carreggiata avrà una larghezza di 7 metri e necessita della progettazione di un ponte a singola campata per il superamento di un rio esistente. Nel complesso questo tratto viario ha pendenze minime o nulle non comportando, di conseguenza, la movimentazione di grosse quantità di terreno.

Così come per la variante stradale anche il tratto terminale della strada di accesso sarà di nuova realizzazione. Il suo tracciato ricalca sentieri esistenti non carrozzabili e pertanto viene considerata, all'interno del progetto, di nuova realizzazione. La larghezza media di questa nuova strada, in continuità con gli allargamenti stradali che la precedono, sarà di circa 7 metri, dimensione necessaria sia a permettere il transito in doppio senso di marcia dei mezzi da lavoro, che il passaggio delle singole componenti degli aerogeneratori senza incontrare ulteriori impedimenti.



Nel complesso la realizzazione di nuovi tratti stradali comporterà una piccola variazione del profilo trasversale del versante interessato dai lavori per permettere opere di sbancamento e realizzazione del sedime stradale.

OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Scopo del progetto è stato anche quello di limitare quanto più possibile la realizzazione di opere civili che potessero creare forti impatti ambientali sul contesto in cui vengono inserite pertanto, laddove non sia possibile limitare gli scavi e i riporti si provvederà, attraverso opere di ingegneria naturalistica, al ripristino delle scarpate mediante i seguenti accorgimenti:

- Applicazione di idrosemina su tutte le superfici libere e sulle scarpate a monte delle piste di servizio;
- Rivestimenti di terreni acclivi mediante utilizzo di geocomposito al fine di preservare il terreno da agenti atmosferici che potrebbero compromettere la stabilità delle scarpate;
- Stabilizzazione delle scarpate mediante realizzazione di vimate e/o palizzate.

3. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI

Il programma di realizzazione dei lavori sarà articolato in una serie di fasi lavorative che si svilupperanno nella sequenza di seguito descritta:

Le macro attività che si prevedono sono le seguenti:

- Tracciamento nuove opere;
- Allestimento cantiere;
- Sistemazione delle strade Provinciali fino all'inizio del cantiere;
- Realizzazione delle varianti stradali;
- Realizzazione centrale di betonaggio;
- Spostamento dei sovraservizi esistenti e presenti tra il porto di Imperia e il cantiere;
- Realizzazione strada tra turbina 1 turbina 32 con cavidotto elettrico;
- Realizzazione connessione tra sottostazione e punto di consegna;
- Realizzazione sottostazione di elevazione;
- Realizzazione strada di accesso, scavo, fondazione indiretta (dove necessaria), plinto, piazzole;
- Realizzazione plinto per traliccio anemometrico;
- Trasporto aerogeneratori fino all'area di cantiere;
- Trasporto e montaggio aerogeneratori;
- Trasporto e montaggio traliccio anemometrico;
- Sistemazione piazzole aerogeneratori;
- Sistemazione strada di accesso agli aerogeneratori e riduzione sezioni dove necessario;
- Eliminazione varianti stradali;
- Eliminazione centrale di betonaggio;
- Completamenti vari.

L'area di cantiere necessaria per il deposito delle attrezzature e lo stoccaggio del materiale verrà realizzata, in via temporanea, su terreni identificati nel comune di Pieve di Teco così come pure la centrale di betonaggio necessaria alla realizzazione delle opere. L'area verrà recintata e sarà accessibile solamente da personale qualificato.

Per quanto riguarda invece le aree di cantiere previste nei pressi degli allargamenti stradali queste interesseranno anche i terreni limitrofi al fine di permettere ai mezzi lo stoccaggio del materiale necessario per la fase lavorativa in atto e per permettere lo stazionamento dei mezzi di lavoro.

Per quanto concerne, invece, le fasi lavorative necessarie per la posa degli elettrodotti sono:

- Allestimento cantiere temporaneo;
- Scavo in trincea;
- Posa tubazioni e cavi;
- Esecuzione di opere di protezione e rinterro;

- Giuntatura cavi e terminali;
- Rinterro buche di giunzione

In questo caso l'area di cantiere, se eseguita fuori dall'area già cantierizzata, sarà di tipo mobile e seguirà i metri di scavo giornalieri necessari alla posa totale.

4. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO

Il sedime dei diversi aereogeneratori nonché delle opere ad esso collegate ed accessorie è stato soggetto a studi geologici e geomorfologici di dettaglio ed a una campagna di indagine geofisica avente lo scopo di individuare le peculiarità dei siti d'indagine.

4.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO

Il lavoro è consistito in un accurato rilievo geolitologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area, il supporto cartografico utilizzato è quello del rilievo Lidar sviluppato a mezzo di drone dedicato da parte del Ing. Bauducco, professionista incaricato dalla Committenza della progettazione globale dell'intervento.

Nella fase preliminare si è proceduto alla ricerca, raccolta ed analisi attenta e critica dei dati bibliografici esistenti che è stato possibile reperire e/o consultare presso i siti istituzionali dei diversi enti territoriali interessati, analizzando, anche con lo studio delle foto aeree, i fenomeni morfologici e l'evoluzione degli stessi sui versanti in studio. Da questa base di partenza si è proceduto, successivamente, ad una verifica diretta dei dati bibliografici esistenti mediante l'esecuzione di un rilevamento di campagna che ha permesso un'ulteriore acquisizione di dati necessari alla loro successiva elaborazione e alla stesura degli elaborati tematici di base (cartografia contenente informazioni relative alla geologia, geomorfologia ed idrogeologia).

Localmente sono stati effettuati puntuali rilievi geomeccanici degli ammassi rocciosi che sono sempre risultati a comportamento estremamente variabile, da buono a debole e complesso, dove per rocce deboli possono essere considerate quelle costituite da materiali a bassa resistenza oppure perché, indipendentemente dalla resistenza del materiale del continuum, si presentano fortemente interessate da piani di discontinuità dovuti a fratturazione, stratificazione, scistosità etc.

Nel primo gruppo ricadono le rocce a comportamento lapideo buono con importanti bancate conglomeratiche mentre nel secondo quelle definite deboli in quanto costituite prevalentemente da materiali deboli (ad es. marne). Le rocce deboli che, indipendentemente dalla resistenza dei minerali costituenti, risultano poco cementate (ad es. arenarie) unitamente ad altri materiali diventati deboli a seguito di processi d'alterazione chimica, degradazione fisica o di metamorfismo retrogrado. In tale categoria ricadono anche le rocce sottilmente stratificate, intensamente scistose e tutte quelle che, indipendentemente dalla genesi, hanno subito intensi processi di fratturazione.

Inoltre, nella classe delle rocce deboli possono essere inoltre inseriti gli ammassi rocciosi costituiti da alternanze di litotipi a differente comportamento meccanico di cui quello debole è nettamente prevalente. Alla classe delle rocce complesse vengono anche riferiti tutti gli ammassi rocciosi costituiti da alternanze di litotipi a differente comportamento meccanico di cui nessuno nettamente prevalente. In ogni caso le rocce deboli presentano un comportamento in qualche modo intermedio

tra i terreni e le rocce propriamente dette e questo fa sì che le weak rock (terminologia anglosassone) siano generalmente difficili da descrivere, campionare e sottoporre a test.

La valutazione critica di tutti i dati presenti nella cartografia sopra citata, unitamente all'acquisizione della vincolistica vigente nei diversi territori comunali ha permesso di verificare la fattibilità geologica dell'intervento previsto.

4.2 INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE CON INTERPRETAZIONE TOMOGRAFICA, MASW E HVSR.

Al fine di approfondire le conoscenze sui singoli siti di installazione, ove possibile, sono state condotte delle prospezioni sismiche a rifrazione in grado di indagare i terreni in maniera non distruttiva al fine di caratterizzare il sottosuolo sulla base della velocità di propagazione delle onde sismiche negli orizzonti di terreno attraversati ed utilizzando l'energia sismica che torna in superficie dopo aver percorso il sottosuolo lungo le traiettorie dei raggi rifratti.

Questo metodo è normalmente usato per localizzare superficie che separano strati caratterizzati da una diversa velocità di propagazione delle onde sismiche e si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12, 24 o 48 geofoni allineati a distanza nota che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di diversi punti di energizzazione dislocati in posizione nota: generalmente con due o più punti all'esterno dell'allineamento dei geofoni, in offset rispetto al primo e all'ultimo geofono ed intermedi all'interno dello stendimento.

Ogni singolo geofono è collegato mediante un cavo bipolare che trasmette il segnale al sismografo; il segnale sismico viene così registrato, opportunamente amplificato, visualizzato sullo strumento e memorizzato per le successive elaborazioni ed interpretazioni.

- Per le energizzazioni è stata utilizzata la massa battente di 8÷10 Kg.

La profondità massima alla quale è possibile individuare un orizzonte sismico è proporzionale allo sviluppo dello stendimento sismico e corrisponde indicativamente a 1/3, massimo 1/2 in casi molto particolari, della lunghezza dello stendimento (distanza fra il primo e l'ultimo geofono).

Nel caso di uno stendimento di sismica a rifrazione l'obiettivo della registrazione è l'individuazione dei primi arrivi delle onde P (onde longitudinali) oppure SH (onde trasversali) che si registrano in corrispondenza di geofoni via via più distanti dalla sorgente (punto di energizzazione): note la distanza ed il tempo di percorrenza dell'onda si possono individuare le superfici di discontinuità che separano orizzonti caratterizzati da una diversa velocità di propagazione delle onde P e/o SH ottenendo delle sezioni sismiche (distanza/profondità) in cui si individuano gli orizzonti caratterizzati da velocità costanti.

L'indagine sismica è consistita nell'esecuzione di profili sismici a rifrazione, utilizzando un sismografo PASI 16S24U predisposto con 12 geofoni verticali da 4.5 Hz, mentre l'elaborazione dei sismogrammi acquisiti è stata effettuata mediante software regolarmente licenziato Rayfract® 3.35.

I profili MASW sono stati eseguiti in sovrapposizione alle stese sismiche a rifrazione con 24 geofoni verticali a 4.5 Hz, le acquisizioni sono state eseguite con un tempo di campionamento di 125 µs e una durata di acquisizione su singola battuta di 2048 ms. L'elaborazione delle registrazioni ha portato all'individuazione nei primi 30 metri di profondità di diverse discontinuità sismiche rappresentate graficamente nei report di elaborazione.

Le acquisizioni HVSR sono state eseguite tramite un geofono 3D avente frequenza di 2 Hz .

5. QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da una configurazione morfologica collinare, dove si riscontrano i rilievi anche mediamente elevati, con vette aventi altitudine comprese tra i 695 e i 680 metri s.l.m. L'aspetto morfologico risulta collegato alle caratteristiche litologiche delle formazioni geologiche affioranti e all'evoluzione strutturale da queste subita durante la storia geologica dell'intera regione, in particolare l'ubiquitaria presenza, anche con presenza di vasti affioramenti, di litotipi calcareo-marnoso-arenacei ben stratificati riconducibili a litologie del Bacino Terziario Piemontese (BTP) con pendenza monoclinale uniforme verso NW, garantisce sui versanti esposti ad E, SE la presenza di versanti molto acclivi, spesso dirupati coperti da bosco, sui versanti esposti a N, NW la presenza di vaste aree debolmente acclivi fortemente antropizzate e intensamente coltivate, localmetne molto incise dai corsi d'acqua e nelle aree sommitali la presenza di nuclei abitativi, aree coltivate, prative e/o a pascolo. Il reticolato idrografico secondario appare localmente embrionale per poi incidersi profondamente nel substrato dando luogo a vallecole caratterizzate da aspri e ripidi versanti fino all'immissione, a valle, nei corpi idrici principali.

Il progetto prevede l'edificazione di sette aerogeneratori, da AG01 a AG07, su una zona collinare/montuosa con un reticolo idrografico ancora in fase di sviluppo.

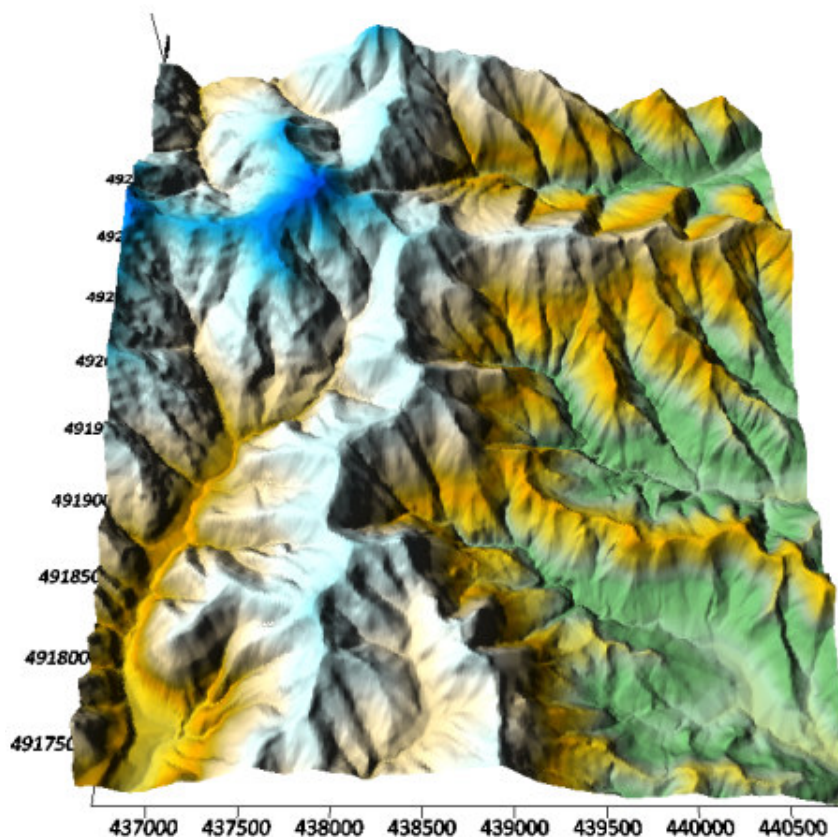


Figura 6.1: Modello 3D da DTM 10 m – presenza di esagerazione verticale.

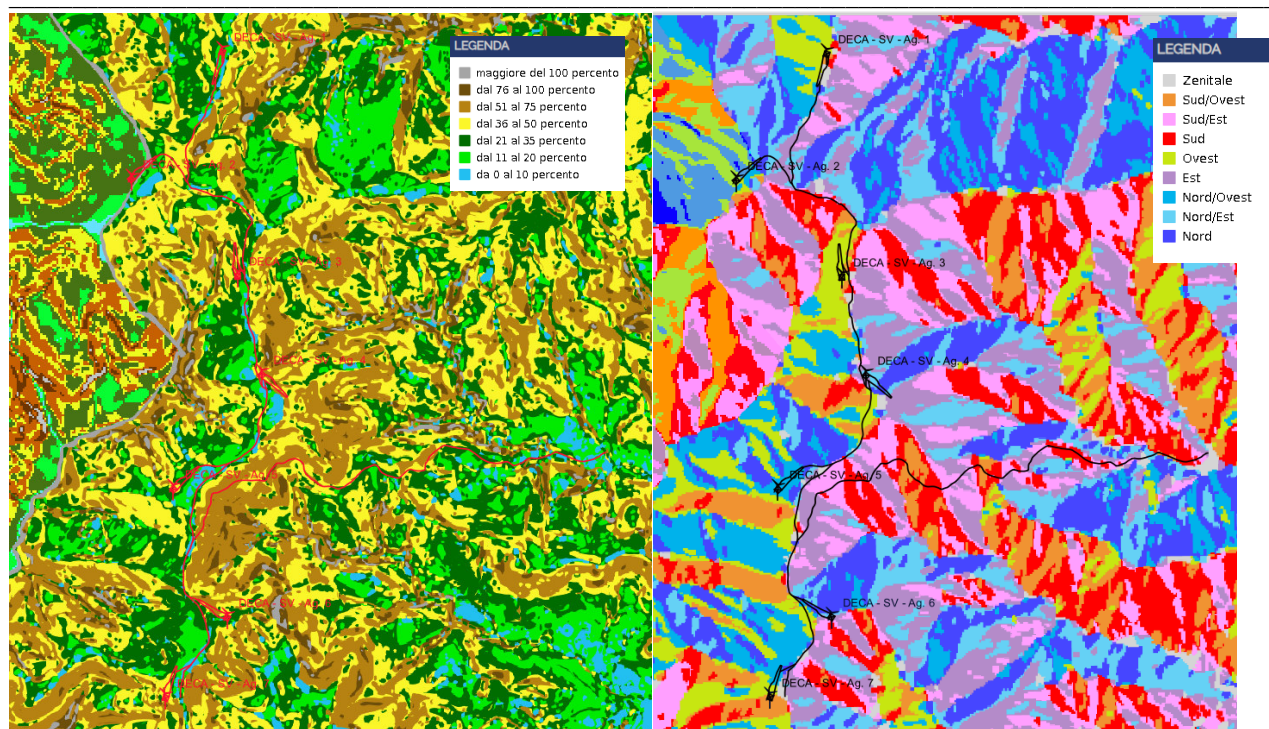


Figura 6.2: Carta dell'acclività 7 classi e Carta dell'esposizione dei versanti 9 classi – Regione Liguria/Elaborazione originale.

Gli studi geologici sono stati redatti mediante controlli diretti sul terreno e usando come base la Carte Geologica F.o CARG 211 DEGO 1:50.000, riportando con sufficiente approssimazione, la distribuzione areale delle successioni litologiche affioranti nell'areale di intervento che sono sempre risultate ascrivibili al complesso sedimentario denominato come "Formazione di Rocchetta - Monesiglio" qui rappresentata da diversi membri che la caratterizzano ed è costituita da una "massa di fondo" prevalentemente pelitica con intercalazioni saltuarie di arenarie fini in strati centimetrici o decimetrici.

La Formazione di Rocchetta-Monesiglio è in quest'area rappresentata da diversi membri quali: RTm6, RTm8a, RTm

- **Formazione di Rocchetta – Monesiglio s.s. (RTM)**, lo spessore complessivo della formazione può raggiungere 1200 m ed è costituita da una "massa di fondo" prevalentemente pelitica con intercalazioni saltuarie di arenarie fini in strati centimetrici o decimetrici (RTM). Tali peliti sono rappresentate da marne argillose grigie, che danno luogo a forme calanchive
- **Membro delle Arenarie di Castelnuovo di Ceva (RTM₆)**, rappresentato da arenarie, arenarie conglomeratiche, localmente conglomerati, in banchi spessi fino a qualche metro, con gradazione o con aspetto massivo, frequentemente amalgamati. Si associano arenarie più fini, in strati alternati a letti pelitici, con gradazione poco evidente e laminazioni parallele ben sviluppate. Costituiscono più corpi, separati da peliti, osservabili all'estremità meridionale del foglio tra le Valli Bormida di Millesimo e di Spigno. Il membro presenta il suo maggiore sviluppo nella zona di Castelnuovo di Ceva, ove raggiunge uno spessore massimo di circa 100 m.. L'attribuzione cronologica è riconducibile all'Oligocene superiore.

- **Membro delle Arenarie di Noceto (RTM_{8a})**, di spessore massimo di 350 metri è costituito da arenarie da medie a grossolane, in strati da medi a molto spessi, frequentemente amalgamati, con gradazione normale o di aspetto massivo, localmente con accenni di laminazioni parallele, talora associate a lenti o banchi arenaceo-conglomeratici. L'attribuzione cronologica è riconducibile all'Oligocene superiore.

Su tali litologie appaiono localmente sovrapposti depositi quaternari che comprendono gran parte dei sedimenti attuali e quelli che li hanno preceduti in tempi relativamente recenti. Essi comprendono: frane; detriti di versante, detriti di versante a grossi blocchi; detriti di falda; coltri eluvio colluviali.

Nel dettaglio:

- **Coltre colluviale e detritico-colluviale (UID_{b2})**, costituisce il deposito arealmente più rappresentato, ciò è dovuto soprattutto all'elevata degradabilità che contraddistingue i termini pelitico-arenacei costituenti la successione oligo-miocenica delle Langhe. Sui versanti ad andamento monoclinale lo spessore dei depositi è generalmente di pochi decimetri, eccezionalmente di qualche metro. Alla base dei versanti maggiormente acclivi, sovrastanti le estese superfici terrazzate di modellamento fluviale presenti sul fondovalle, i depositi possono invece raggiungere spessori di alcuni metri interdigitandosi con i depositi fluviali: in questo caso le coltri sono generate da fenomeni di fluidificazione delle coltri superficiali (soil slip e secondariamente mud flow) che coinvolgono i versanti maggiormente acclivi, ovvero quelli generalmente coincidenti con un assetto della stratificazione a reggipoggio. Localmente le coltri colluviali possono infine costituire il prodotto di colmamento di trincee (con vario grado di apertura) e depressioni di origine gravitativa. Le coltri colluviali sono rappresentate da depositi massivi o eterogenei a supporto di matrice costituiti da silt e silt sabbiosi con subordinate percentuali di clasti di taglia centimetrico-decimetrica; quest'ultimi si presentano di forma da angolosa a subangolosa nel caso di coltri formate a spese del substrato a composizione marnoso-arenacea, mentre hanno una forma arrotondata nel caso di coltri formate a spese di unità a composizione conglomeratica. All'interno delle coltri sono localmente presenti livelli e lenti detritiche di spessore decimetrico con struttura a supporto di clasti. In base al grado di alterazione e ai rapporti con le altre unità, la coltre colluviale e detritico-colluviale può essere riferita ad un intervallo cronologico compreso tra la parte inferiore del Pleistocene superiore e l'Attuale
- **Depositi di frana (UID_{a1})**, l'area è contraddistinta dalla notevole diffusione degli accumuli di frana, parte dei quali cartograficamente rappresentati nell'ambito dei settori di versante. La distribuzione degli accumuli e conseguentemente i loro caratteri sedimentologici rispecchiano fedelmente le caratteristiche litologiche, strutturali e giacaturali del substrato pre-quaternario. La maggior parte degli accumuli sono infatti localizzati sui versanti nord-occidentali dei rilievi delle Langhe ad andamento monoclinale (con pendenze comprese tra 10 e 20°) sui quali si sviluppano diffusi ed estesi scivolamenti di tipo planare: questi generalmente coinvolgono pacchetti di roccia di dimensioni variabili ma talvolta di notevole estensione e di spessore

compreso tra pochi metri e le decine di metri (fino ad un massimo di 45 m). Gli accumuli sono costituiti da volumi di roccia sostanzialmente integri oppure caratterizzati da un grado più o meno elevato di scompaginamento e destrutturazione in relazione all'entità del movimento subito lungo il versante, talvolta così elevato da evolvere in fenomeni di colata a. Sui versanti a franappoggio esposti a Sud-Ovest (con pendenze comprese tra 20 e 45°) gli accumuli, meno frequenti e di minori dimensioni, costituiscono il più delle volte il prodotto di fenomeni di crollo o di tipo complesso. Sono costituiti da accumuli detritici con clasti e blocchi eterometrici di forma angolosa e con scarsa matrice sabbioso-siltosa, oppure sono costituiti da grossi volumi di roccia disarticolata. In rari casi gli accumuli sono connessi a fenomeni di colata, costituiti da depositi caotici con clasti e blocchi immersi in una matrice sabbioso-siltosa. Quantitativamente subordinata è invece la frazione grossolana, costituita il più delle volte da frammenti di substrato lapideo a composizione marnosa o arenacea, che conferisce al deposito una spiccata eterometria. In base al grado di rimodellamento e ai rapporti con le altre unità, gli accumuli gravitativi presenti nel Foglio possono essere riferiti ad un intervallo cronologico compreso tra la parte alta del Pleistocene superiore e l'Attuale.



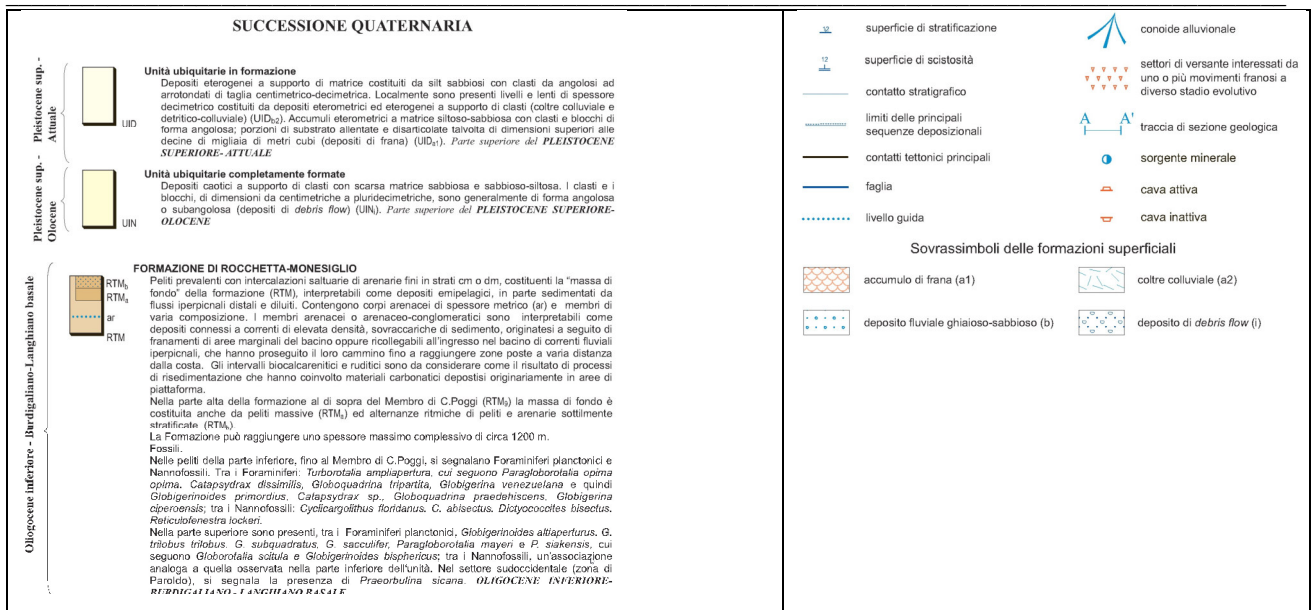


Figura 5.4: Carta geologica estratto CGR San Remo, CGI Boves e Albenga-Savona- Ubicazione totalità aereogeneratori

I rilievi hanno uno sviluppo plano-altimetrico complesso, in stretto rapporto con la natura del substrato e il suo assetto strutturale: ciò ha determinato una diversificazione dell'area collinare in due distinti settori, ciascuno dei quali caratterizzato da un ben preciso stile morfologico.

Con la sola esclusione del bacino del F. Bormida di Spigno, il carattere dominante nel paesaggio è dato dalla morfologia a "cuesta, con i versanti immergenti verso i quadranti nord-occidentali debolmente inclinati di 5-15° e controllati dall'assetto monoclinale delle superfici di strato delle unità costituenti la successione del BTP; per contro i versanti esposti a SE mostrano valori di acclività sensibilmente maggiori (25-35°) e un andamento della stratificazione a reggipoggio.

La configurazione marcatamente asimmetrica dei rilievi collinari e dei solchi vallivi è il risultato della diversa evoluzione che ha caratterizzato gli opposti versanti per effetto delle diverse condizioni giaciture del substrato. Contestualmente all'esumazione generalizzata del substrato e all'approfondimento erosivo del reticolato idrografico, i versanti esposti a NW si sono evoluti per effetto del periodico distacco e scivolamento lungo le superfici di strato di cospicui volumi di roccia, soprattutto in occasione di eventi pluviometrici particolarmente intensi. Le dimensioni dei fenomeni sono talvolta ragguardevoli, sia in termini di spessore che di volume della massa traslata: si segnalano in particolare degli scivolamenti planari chilometri a Nord, Nord/Ovest del sito di intervento con spessore massimo dell'accumulo valutabile in 40-45 m e un'estensione di 0,56 km² (Paroldo) e di con uno spessore dell'accumulo stimabile in alcuni punti in almeno 45 m e un'estensione complessiva di 9,01 km²) (Feisoglio/Cravanzana)

In tali zone il ripetuto distacco e scivolamento di porzioni di substrato ha dato luogo a versanti con un caratteristico profilo "a gradini": questi sono contraddistinti da altezze comprese tra qualche metro e le decine di metri e da un profilo da mediamente inclinato a subverticale. I gradini rappresentano pertanto la nicchia di distacco di antichi scivolamenti planari, privi tuttavia dei rispettivi accumuli in quanto rapidamente smantellati dall'erosione. L'andamento planimetrico dei gradini, talvolta arcuato ma il più delle volte "segmentato" (talvolta con angoli di 50-90° tra le singole

scarpate), è quasi sempre connesso alla presenza nel substrato di faglie o fratture che costituiscono superfici di distacco gravitativo preferenziali: in particolare il sistema di strutture ad andamento NE-SW controlla l'andamento delle superfici di distacco nel settore di coronamento, mentre le strutture ad andamento NW-SE costituiscono le superfici di svincolo laterale degli scivolamenti.

L'evoluzione dei versanti secondo il modello descritto è favorita dal forte approfondimento erosivo che nel tempo ha caratterizzato l'evoluzione dei corsi d'acqua, i quali scalzando la base dei versanti hanno messo a nudo, intersecandole, le potenziali superfici di scivolamento. Inoltre, il distacco di pacchetti di roccia ha coinvolto anche le dorsali spartiacque, generando profonde insenature verticali nel profilo di cresta, che in taluni casi possono simulare la presenza di selle di modellamento fluviale.

6. MODALITÀ DI SCAVO E VOLUMETRIE PREVISTE

Per la realizzazione del "Parco Eolico Monte Cerchio" è prevista la sistemazione del terreno per la regolarizzazione dei piani di posa dei singoli aerogeneratori, delle piazzole di montaggio, della sottostazione elettrica, nonché delle strade di accesso e di cantiere. Tale sistemazione prevede la movimentazione di circa 208.3040 mc che verranno solo parzialmente riutilizzati all'interno dell'area di cantiere per un volume totale di circa 49.340 mc con un esubero di circa 159.000 mc di materiale che dovrà trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero.

Il dettaglio del calcolo dei quantitativi sopra riportati viene di seguito esplicitato.

Aerogeneratori				
Lavorazione	Quantità (mc)	Destinazione di riutilizzo	Riutilizzo (mc)	Rimanenza (mc)
Piazzola AG 01	1903,96	Riutilizzo in sito	8042,026	-6138,07
Piazzola AG 02	11824,73	Riutilizzo in sito	3950,18	7874,55
Piazzola AG 03	4170,23	Riutilizzo in sito	8405,77	-4235,54
Piazzola AG 04	13713,882	Riutilizzo in sito	2658,81	11055,07
Piazzola AG 05	475,65	Riutilizzo in sito	8929,32	-8453,67
Piazzola AG 06	4303,47	Riutilizzo in sito	6628,5	-2325,03
Piazzola AG 07	20615,9	Riutilizzo in sito	1654,25	18961,65
TOTALE	57007,82		40268,86	16738,97

A carico delle piazzole afferenti ai diversi aerogeneratori, circa 57.000 mc di materiale verranno escavati dei quali saranno riutilizzati circa 40.270 mc con un esubero di circa 16.740 mc di materiale che dovrà trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero.

Aerogeneratori

Lavorazione	Quantità (mc)	Destinazione di riutilizzo	Riutilizzo (mc)	Rimanenza (mc)
Fondazione AG 01	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 02	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 03	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 04	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 05	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 06	6867,18	---	---	6867,18
Fondazione AG 07	6867,18	---	---	6867,18
TOTALE	48070,26			48070,26

A carico delle fondazioni afferenti ai diversi aerogeneratori la totalità degli scavi, circa 48.070 mc di materiale dovranno trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero.

Strada di collegamento ed adeguamenti stradali				
Lavorazione	Quantità (mc)	Destinazione di riutilizzo	Riutilizzo (mc)	Rimanenza (mc)
Strada di accesso al parco eolico	76846,48	Riutilizzo in sito	4023,22	72823,26
Viabilità interna Ramo 1	14693,24	Riutilizzo in sito	2472,07	12221,17
Viabilità interna ramo 2	11718,35	Riutilizzo in sito	2571,99	9146,356
TOTALE	103258,1		9067,28	94190,79

A carico della strada di collegamento e degli adeguamenti stradali, verranno escavati circa 103.260 mc di materiale dei quali saranno riutilizzati circa 9.070 mc con un esubero di circa 95.200 mc di materiale che dovrà trovare diversa collocazione o essere conferito a centro di smaltimento e/o recupero

7. NUMERO E CARATTERISTICHE DEI PUNTI DI INDAGINE

La caratterizzazione ambientale sarà eseguita mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee).

Per quanto riguarda i singoli punti di installazione la densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione è basata su considerazioni di tipo statistico: campionamento sistematico su griglia. I punti d'indagine saranno ubicati all'interno di ogni maglia in posizione opportuna (ubicazione sistematica casuale). Il numero di punti d'indagine non può essere inferiore a tre e, in base alle dimensioni delle singole aree d'intervento, è aumentato secondo i criteri minimi riportati nella tabella seguente.

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3 + 1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7 + 1 ogni 5.000 metri quadri

Nel caso specifico per piazzole con un'estensione areale dell'area di intervento di circa 2500 mq si ottengono 3 punti di indagine a Fondazione che possono crescere fino a 4 per piazzole sotto i 5000 mq. Il lato di ogni maglia può variare da 10 a 100 m a seconda del tipo e delle dimensioni del sito oggetto dello scavo. Nel caso specifico si ritiene che possa essere rappresentativa una maglia quadrata di lato 10 m che consente l'individuazione di almeno 25 aree di indagine dalle quali saranno presi campioni singoli a blocchi di 8 che a seguito di miscelazione e quartatura daranno forniranno i 4 campioni da sottoporre ad indagine analitica.

Per quanto riguarda invece la linea elettrica e la strada di collegamento, trattandosi di opere infrastrutturali lineari, il campionamento è effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato. Nel caso specifico la linea ha uno sviluppo di circa 6.4 Km lineari e pertanto si prevedono n°13 punti di indagine. Insistendo, per la sua quasi totalità, su viabilità esistente la caratterizzazione ambientale del materiale da scavo prodotto per la posa della linea elettrica sarà eseguita in corso d'opera secondo le modalità previste nell'Allegato 9 del regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri come nel caso in analisi, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno due: uno per ciascun metro di profondità. Il prelievo dei campioni potrà essere effettuato con l'ausilio di mezzo meccanico poiché le profondità da investigare risultano compatibili con l'uso normale dell'escavatore meccanico (ove risulti impossibile effettuare il prelievo a mezzo di escavatore potrà essere svolto con tecniche di carotaggio). Di seguito si riporta il riepilogo del numero di punti di indagine previsti e di campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisica.

Intervento	Punti di indagine	Campionamenti da effettuare
Piazzole aerogeneratori	28	56
Strada di collegamento	13	26

8. PARAMETRI DA DETERMINARE

I parametri analitici da ricercare sono definiti in base alle sostanze che si ritiene possano essere presenti a causa delle attività antropiche avvenute nelle aree di interesse o nelle immediate vicinanze. Nel caso specifico, sulla base di quanto riportato in precedenza, si ritiene esaustivo il set analitico minimale riportato in Tabella 4.1 del DPR 120/2017 è il seguente:

Arsenico
Cadmio
Cobalto

Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto
BTEX*
IPA*
(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152

Savona, li luglio 2023

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini (O.R.G.L. n° 338)

Documento firmato digitalmente da Sabrina Santini

Dott. Geologo Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)

Documento firmato digitalmente da Alessandro Canavero