

Via Diocleziano, 107 - 80125 Napoli
 Tel. 081.19566613 - Fax. 081.7618640
 www.newgreen.it

cogein energy







REGIONE PUGLIA

Comune principale impianto



COMUNE DI ACQUAVIVA
 DELLE FONTI
 PROVINCIA DI BARI

Opere connesse

	COMUNE DI GIOIA DEL COLLE PROVINCIA DI BARI		COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE PROVINCIA DI BARI
	COMUNE DI LATERZA PROVINCIA DI TARANTO		COMUNE DI CASTELLANETA PROVINCIA DI TARANTO



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA, AI SENSI DEL D.LGS N. 387 DEL 2003, COMPOSTO DA N° 12 AEREOGENERATORI, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 72 MW, SITO NEL COMUNE DI ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA) E OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI GIOIA DEL COLLE (BA), SANTERAMO IN COLLE (BA), LATERZA (TA) E CASTELLANETA (TA)


COD.REG.

DESCRIZIONE

COD. INT.

Elab.38

Interventi di mitigazione e ripristino delle scarpate ed opere di presidio con tecniche di ingegneria naturalistica




REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	REVISIONE
ing. Viviana Criscuolo dott. Rino Castaldo	ing. Giuliana Faella ing. Federica Mallozzi dott. Rino Castaldo	ing. Giuseppe De Masi	Rev.0
			DATA
			06/2021

Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO	4
3. INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA.....	11
4. OPERE DI PRESIDIO PREVISTE	13
5. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PRESIDIO UTILIZZATE.....	14
6. MODALITA' DI REALIZZAZIONE DI OPERE IN SCAVO E IN TRINCEA	18
7. OPERE DI DRENAGGIO	20
8. OPERE DI COMPLETAMENTO	22
9. MANUTENZIONE.....	23
10. ANALISI DEI TRATTI DI NUOVA COSTRUZIONE E PIAZZOLE	25
10.1 RAMO H1 e relativa piazzola	26
10.2 RAMO H2-H8 e relative piazzole	27
10.3 RAMO H3 e relativa piazzola	29
10.4 RAMO H4 e RAMO H5 e relative piazzole.....	31
10.5 RAMO H6 e relativa piazzola	33
10.6 RAMO H7 e relativa piazzola	34
10.7 RAMO 9 E RAMO 12 e relative piazzole.....	35
10.8 RAMO 10 e 11 e relative piazzole.....	38
11. CONCLUSIONI	40

1. PREMESSA

Il presente elaborato analizza gli interventi da effettuare per il ripristino dello stato dei luoghi ante-operam, operazione necessaria da prevedere a valle della fase di cantiere per la costruzione del campo eolico ubicato nel Comune di Acquaviva delle Fonti (BA). La progettazione delle piazzole di montaggio degli aerogeneratori e della viabilità di nuova costruzione, infatti, prevede sterri e riporti nonostante il profilo del terreno sia sommariamente pianeggiante; infatti, il profilo lineare è interrotto da incisioni fluviali rilevanti tali da creare depressioni all'andamento costante del territorio. Visto l'andamento lineare della zona su cui è ubicato l'impianto, si arguisce che i movimenti di terra interessano maggiormente le piazzole di montaggio rispetto ai tratti di viabilità di nuova realizzazione. A tal proposito, gli interventi di Ingegneria Naturalistica sono considerati opere di mitigazione e, quindi, possono trovare una giusta collocazione nelle aree soggette a ripristino ambientale.

L'ingegneria naturalistica è una disciplina tecnico - scientifica che studia le modalità di utilizzo, come materiale da costruzione, di piante viventi, di parti di piante o addirittura di intere biocenosi vegetali, spesso in unione con materiali non viventi come pietrame, terra, legname, acciaio.

Pertanto, essa è una disciplina tecnica che accorre in aiuto nella realizzazione di interventi particolarmente efficaci per la sistemazione dei corsi d'acqua, delle loro sponde e dei versanti, limitando l'azione erosiva degli agenti meteorici, di scarpate e superfici degradate da fattori naturali (dissesto idrogeologico) o antropici (cave, discariche, opere infrastrutturali). Tali tecniche sono caratterizzate da un basso impatto ambientale e si basano essenzialmente sulle caratteristiche biotecniche di alcune specie vegetali, caratteristiche sintetizzabili principalmente nella capacità di sviluppo di un considerevole apparato radicale e nell'elevata capacità di propagazione vegetativa.

Queste qualità sono direttamente funzionali ad un'efficace azione di trattenimento delle particelle di terreno e ad una più veloce e diffusa ricolonizzazione vegetale di ambienti modificati dall'intervento umano. A questi materiali vivi possono poi essere affiancati sia materiali biodegradabili di origine naturale (legname, piante o loro parti, talee, fibre di cocco, juta, paglia, legname, biostuoie, ecc.) che altri materiali quali pietrame, ferro o prodotti di origine sintetica in diverse combinazioni (geotessili, ecc.), che consentano un consolidamento duraturo delle opere.

La scelta delle possibili mitigazioni che è possibile introdurre nell'ambito del ripristino dei luoghi, è stata effettuata sulla base degli studi specialistici affrontati sulla natura geologica del substrato affiorante nell'area interessata dal parco eolico.

Obiettivi del lavoro in esame sono:

- Fornire indicazioni progettuali per le opere a verde di riqualificazione ambientale;
- Fornire le specifiche tecniche di intervento delle opere a verde.

2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'intervento è ubicato nel Comune di Acquaviva delle Fonti (BA), in particolare nella porzione sud, alle località "Monticello", "Masseria Camiciarletta", "Masseria Bianco", "Masseria Serini" e "Masseria D'Addabbo". Le opere elettriche ad essa connesse percorrono, oltre il comune di Acquaviva delle Fonti, anche i comuni di Gioia del Colle (BA), Santeramo in Colle (BA), Laterza (TA) e Castellaneta (TA), dove è situata la stazione di trasformazione 150/380kV di Terna.

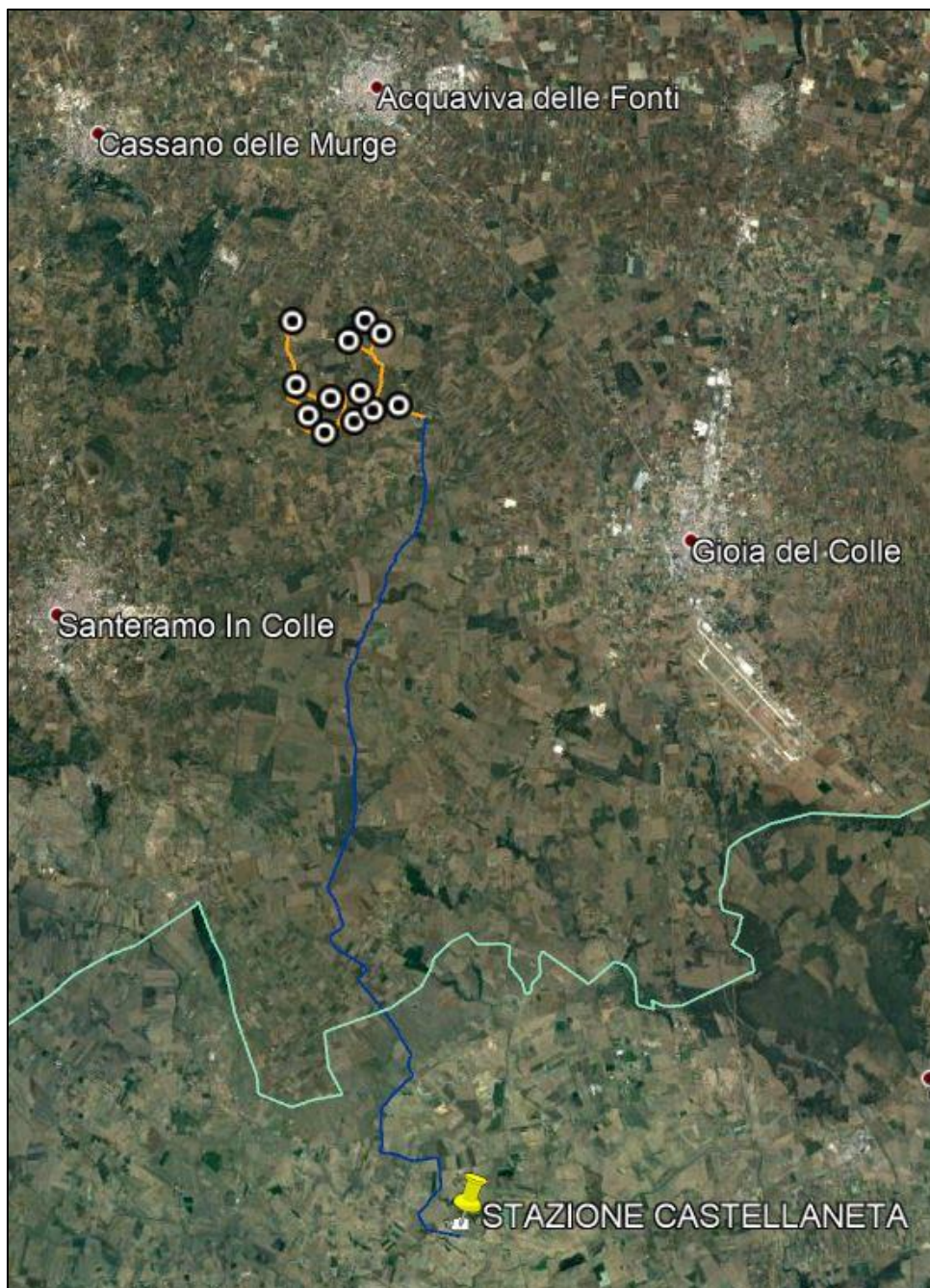


Figura 1 - Ubicazione parco eolico di Acquaviva delle fonti

Il parco eolico sarà caratterizzato da una potenza elettrica nominale installata di 72 MW ottenuti attraverso l'installazione di 12 aerogeneratori di ultima generazione, le WTG Vestas V162 con H hub 119 m, della potenza unitaria di 6 MW.

Di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori di progetto.

PIAZZOLA	UTM WGS84 EST	UTM WGS84 NORD	LATITUDINE	LONGITUDINE
H1	653388,617	4523612,302	40° 50' 57",1786	16° 49' 10",7935
H2	653426,446	4522141,931	40° 50' 09",4922	16° 49' 11",1042
H3	654633,398	4523080,668	40° 50' 39",1200	16° 50' 03",4400
H4	655042,493	4523565,306	40° 50' 54",5300	16° 50' 21",3300
H5	655404,973	4523244,434	40° 50' 43",8876	16° 50' 36",5338
H6	653684,877	4521429,68	40° 49' 46",2309	16° 49' 21",5011
H7	654041,883	4521019,475	40° 49' 32",6934	16° 49' 36",3710
H8	654201,995	4521800,003	40° 49' 57",8853	16° 49' 43",8985
H9	654878,018	4521902,008	40° 50' 00",7332	16° 50' 12",8396
H10	654715,926	4521251,984	40° 49' 39",7735	16° 50' 05",3411
H11	655144,341	4521486,374	40° 49' 47",0797	16° 50' 23",8327
H12	655736,117	4521580,217	40° 49' 49",7179	16° 50' 49",1704

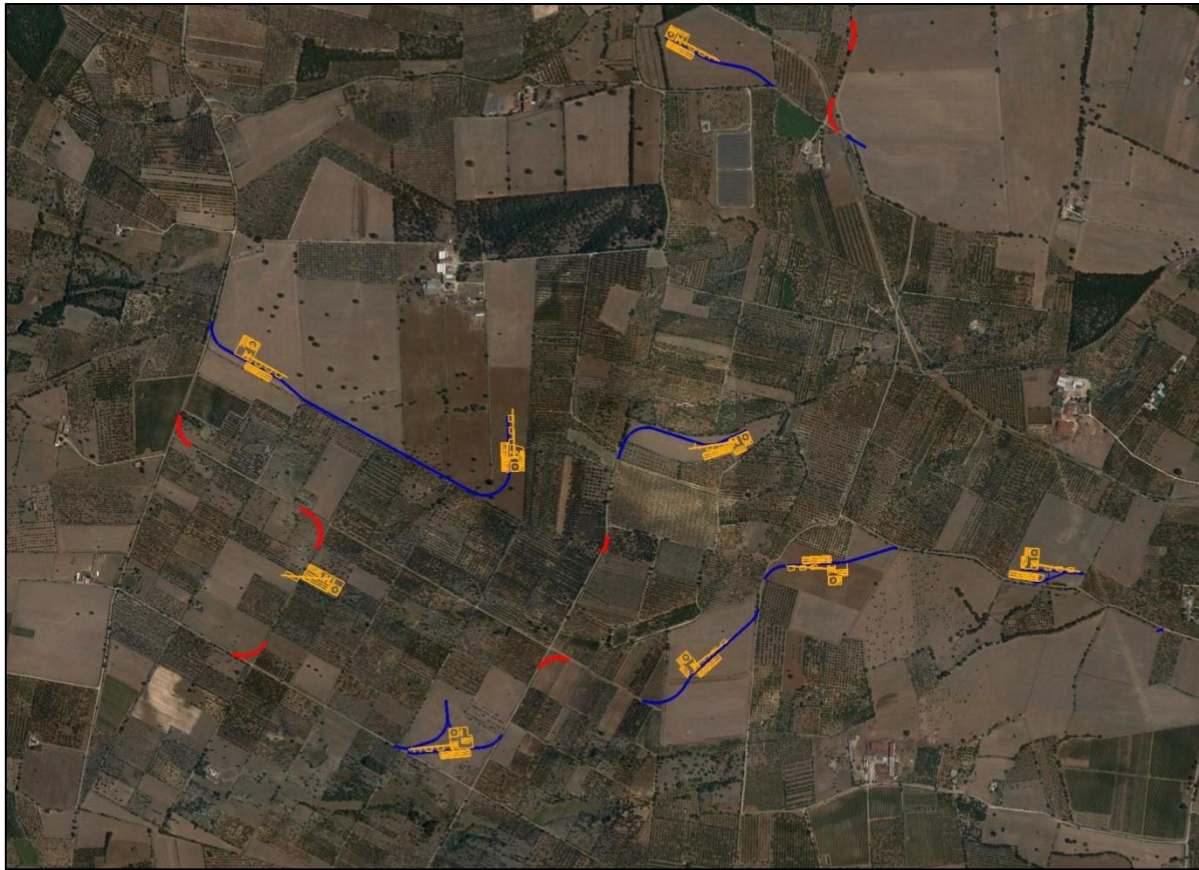


Figura 2 - Layout di progetto - Piazzole (giallo), viabilità di nuova realizzazione (blu) e viabilità da adeguare (rosso)

Di seguito è indicato il calcolo della viabilità del parco eolico, distinguendo viabilità di nuova realizzazione dalla viabilità da adeguare, dato dalla somma relativa ai singoli tratti:

VIABILITA' PARCO EOLICO ACQUAVIVA DELLE FONTI – INTERNA AL CAMPO			
WTG	STRADE DI NUOVA COSTRUZIONE TEMPORANEA (m)	ADEGUAMENTI STRADE-SENTIERI ESISTENTI (m)	STRADE ESISTENTI CHE NON NECESSITANO DI ADEGUAMENTI (m)
H1	254,5		
H2	125,8		1487
H3	422,6	195,9	531,9
H4	120		
H5	299		344
H6		248,9	740,9
H7	289,5	113,7	728
H8	1116,3		
H9	448	54,3	615
H10	480	98,6	467
H11	486		90,5

H12	687,4		428
STAZIONE MT/AT UTENTE	18		
TOTALE INTERNO	4747,1	711,4	5432,3

Di seguito, una tabella esplicativa con l'indicazione delle lunghezze relative alla viabilità esterna al campo:

VIABILITA' PARCO EOLICO ACQUAVIVA DELLE FONTI – ESTERNA AL CAMPO			
DESCRIZIONE	STRADE DI NUOVA COSTRUZIONE TEMPORANEA (m)	ADEGUAMENTI STRADE- SENTIERI ESISTENTI (m)	STRADE ESISTENTI CHE NON NECESSITANO DI ADEGUAMENTI (m)
STRADA ESTERNA AL CAMPO		859	9874,6
TOTALE ESTERNO		859	9874,6

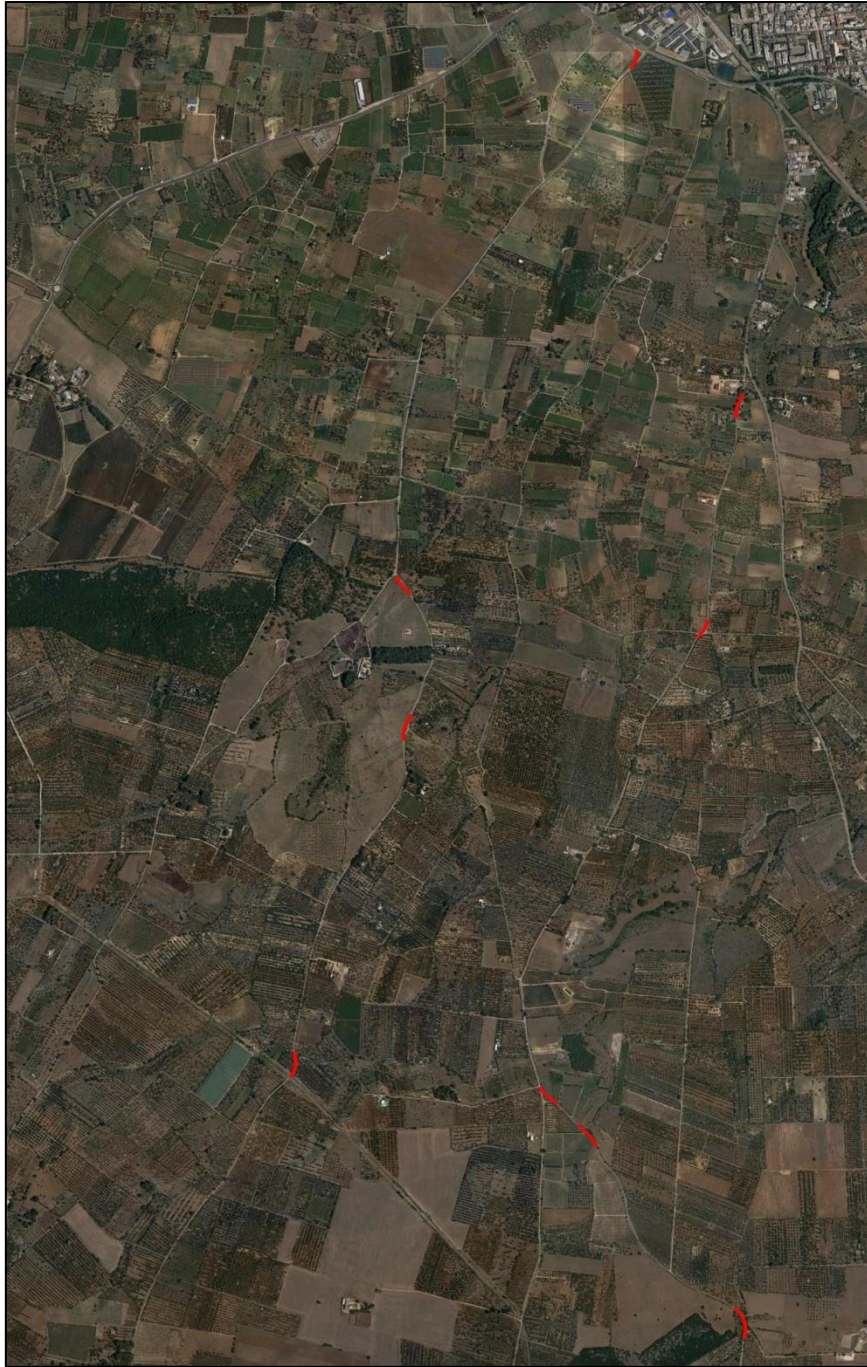


Figura 3 - Tratti di viabilità considerati nel conteggio della viabilità esterna al campo eolico

Tutte le opere civili da realizzare per il completamento dell'impianto sono state dettagliatamente descritte nelle relazioni tecniche allegate alla progettazione generale.

In sintesi i lavori per la realizzazione del parco eolico consisteranno in :

- Lavori civili per la realizzazione delle piazzole di montaggio
- Lavori civili per la realizzazione della viabilità di nuova realizzazione a servizio dell'impianto
- Lavori civili per l'adeguamento delle strade e sentieri esistenti per il trasporto delle turbine

- Lavori civili per lo scavo delle canalizzazioni per il posizionamento dei cavi MT

Più in particolare, dall'analisi dettagliata del progetto, si evidenzia che l'incidenza maggiore sul territorio, in particolare sulle componenti suolo e sottosuolo, è data dai lavori per la realizzazione delle piazzole di montaggio degli aerogeneratori. Infatti, queste ultime hanno una conformazione particolare, composta da una porzione permanente, di dimensioni 25,5 m x 27 m, per un totale di 688,5 mq e di una restante parte temporanea necessaria allo stoccaggio e all'assemblaggio degli aerogeneratori, di maggiore entità e variabile in base alla disposizione degli elementi che compongono la piazzola stessa (in media circa 4700 mq). Tale superficie si rende necessaria per consentire l'installazione della gru e delle macchine operatrici, l'assemblaggio della torre, l'ubicazione della fondazione e la manovra degli automezzi.

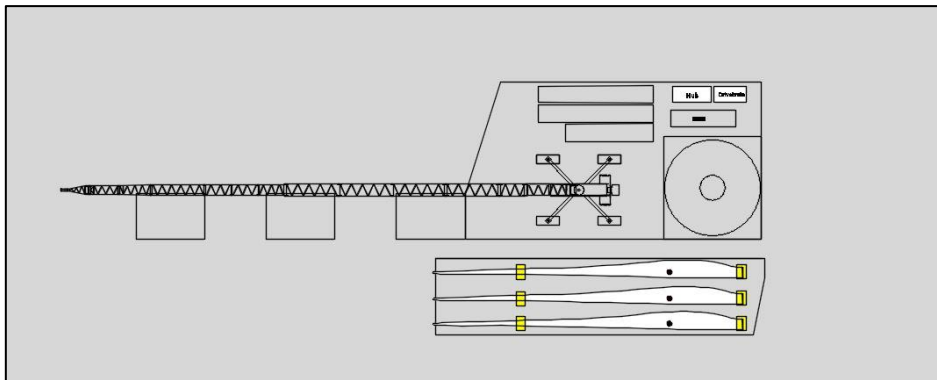


Figura 4– Piazzola tipo di montaggio degli aerogeneratori

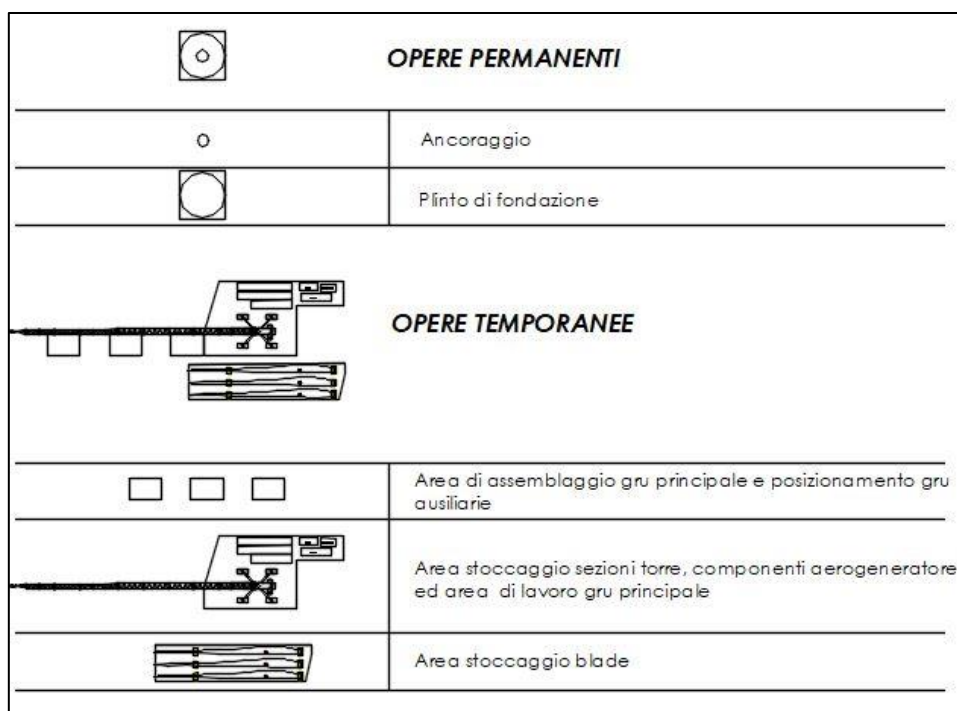


Figura 5 - Componenti della piazzola di montaggio delle turbine

Pertanto, pur essendo il contesto prevalentemente pianeggiante, le piazzole di montaggio si estendono per lunghezze elevate rendendo necessario il livellamento del terreno, progettato, per quanto possibile, a compenso. Gli spianamenti di compenso vengono realizzati in modo che il volume di sterro eguagli quello di riporto e, quindi, non occorra prendere terreno da cave di prestito né portare terreno a rifiuto.

La progettazione del reticolo stradale di nuova costruzione ha previsto sterri e riporti di lieve entità sul territorio interessato dalle opere di progetto, in modo da rendere agevole il passaggio dei mezzi di trasporto adibiti a montaggio del parco eolico, si è tenuto conto di precisi raggi di curvatura e pendenze, in modo da rendere agevole il passaggio ai mezzi pesanti. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei volumi di sterro e riporto relativo alle piazzole di montaggio di ogni aerogeneratore e relativi rami stradali di accesso.

PIAZZOLE (comprehensive di rami stradali di accesso)	STERRO	RIPORTO
H1	1259,59	1390,53
H2-H8	3298,34	3467,94
H3	1112,42	1087,48
H4	1161,47	1129,98
H5	1715,99	1660,29

H6	1165,15	3838,92
H7	1681,14	1630,66
H9	1013,26	1080,14
H10-H11	1803,76	1863,83
H12	1369,11	1326,67
TOTALE	15580,23	18476,44

Come si può notare dalla tabella riepilogativa dei movimenti terre, le piazzole, prese singolarmente, sono quasi tutte a compenso; generalmente, infatti, lo scostamento tra un valore e l'altro non è superiore a 170 mc, l'unico caso in cui la differenza è più cospicua è quello relativo alla wtg H6.

Inoltre, è d'obbligo precisare che le piazzole sorgono su un territorio prevalentemente pianeggiante, pertanto, in quasi tutti i casi, l'altezza delle scarpate relative alle piazzole è inferiore a 1,50 m, evitando l'utilizzo di opere di presidio. Infatti, come già detto, molte delle piazzole sono state progettate a compenso, in modo da ridurre al massimo gli impatti sul territorio.

3. INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Il ripristino dello stato dei luoghi post – operam è essenziale, al fine di attenuare notevolmente gli impatti sull'ambiente naturale e garantire una maggiore conservazione degli ecosistemi montani ed una maggiore integrazione dell'impianto con l'ambiente naturale.

Per questo tutte le aree sulle quali sono state effettuate opere che comportano modifica dei suoli, delle scarpate, ecc. saranno ricondotti allo stato originario, come detto, attraverso le tecniche, le metodologie ed i materiali utilizzati dall'Ingegneria naturalistica. A differenza dell'ingegneria civile tradizionale, questa disciplina utilizza piante e materiali naturali, per la difesa e il ripristino dei suoli.

L'Ingegneria Naturalistica è una disciplina tecnico-scientifica e tecnico – biologica che annovera numerose tecniche costruttive a basso impatto ambientale da utilizzare negli interventi antiersosivi e di consolidamento di terreni inclinati (pendii, scarpate, sponde, ecc.).

E' una disciplina perché le tecniche costruttive proprie dell'ingegneria naturalistica non sono pratiche empiriche ma applicano un complesso di regole, norme e metodi lungamente studiati, praticati ed ormai ben conosciuti.

E' una disciplina tecnico-scientifica perché le tecniche costruttive fanno riferimento a concetti, principi, elaborazioni ed approfondimenti propri di varie discipline scientifiche sia "ingegneristiche" che "naturalistiche".

E' una disciplina tecnico – biologica perché utilizza le piante vive o parti di esse come materiali da costruzione da sole o in abbinamento con altri materiali (paglia, legno, pietrame, reti metalliche, biostuoie, geotessuti, ecc.).

Quest'ultima è appunto la principale peculiarità dell'ingegneria naturalistica, per la quale le piante non hanno funzione di semplice mascheramento di un intervento per ridurre l'impatto visivo, ma contribuiscono in maniera determinante all'efficacia dell'opera sia sotto il profilo funzionale che sotto quello ecologico. L'ingegneria naturalistica mette a frutto, infatti, le capacità meccaniche, biologiche ed ecologiche delle piante per realizzare opere antierosive e di consolidamento dei terreni soggetti a frane superficiali.

La realizzazione di un intervento di ingegneria naturalistica consente il raggiungimento di varie finalità:

- Tecnico - Funzionali (funzione anti-erosiva, riduzione della forza battente delle piogge, contrasto del dilavamento superficiale, aumento della resistenza a taglio del terreno)
- Naturalistiche (in quanto non semplice copertura a verde ma ricostruzione o innesco di ecosistemi paraturali mediante l'impiego di specie autoctone)
- Paesaggistiche (di "ricucitura" al paesaggio naturale circostante)
- Ecologiche (elevata compatibilità ambientale, creazione di habitat per la fauna, ridotto impatto ambientale)
- Economiche (in quanto strutture competitive ed alternative ad opere tradizionali).

Nel caso della realizzazione di una fattoria eolica, in particolar modo se situata in ambienti sensibili dal punto di vista naturalistico, tali interventi giocano un ruolo di assoluta importanza. Difatti le operazioni di ripristino possono consentire, attraverso una efficace minimizzazione degli impatti, la conservazione degli habitat naturali presenti. Le opere di ingegneria naturalistica sono impiegate anche per evitare o limitare i fenomeni erosivi innescati dalla sottrazione e dalla modifica dei suoli. Inoltre la ricostruzione della coltre erbosa può consentire notevoli benefici anche per quanto riguarda le problematiche legate all'impatto visivo.

A fine lavori si prevede di ripristinare il più possibile l'ambiente come nelle condizioni preesistenti. Il tracciato stradale realizzato per la movimentazione dei carichi in fase di cantiere rimarrà immutato in configurazione definitiva.

In particolare si prevede, durante i lavori, di estirpare, zollare e mantenere in vita le piante esistenti che vengono intercettate dal tracciato della nuova pista, per riposizionarle alla fine dei lavori.

In aggiunta, si prevede di inserire le nuove strutture delle scarpate e delle palizzate di sostegno mediante la posa di talee di specie autoctone.

Gli interventi di ingegneria naturalistica previsti dopo la costruzione del cantiere sono:

- Ripristino morfologico del rilievo collinare
- Ripristino del versante su scarpata

4. OPERE DI PRESIDIO PREVISTE

Esistono in commercio diversi tipi di opere di ingegneria naturalistica, che vengono utilizzati a seconda delle caratteristiche meccaniche dei terreni, dell'entità degli sterri e dei riporti e delle tipologie del terreno: la progettazione, infatti, include opere di presidio studiate nello specifico per ogni caso, in quanto le scarpate sono state progettate a 45° e, nei casi più gravosi, si rende necessario intervenire con opere di sostegno.

In particolare, è prevista una distinzione tra le opere di presidio da utilizzare a seconda dell'altezza del pendio, come indicato di seguito:

-per scarpate fino a 1,5m non è previsto alcun tipo di opera di ingegneria naturalistica in quanto il dislivello è tale da non necessitare di opere di presidio e la progettazione della pendenza della scarpata a 45° permette di lasciare il terreno compattato senza alcun tipo di sostegno;

-tra 1,5m e 3m la scarpata è tale da permettere l'inserimento di un rivestimento in geotessuto finalizzato a proteggere il pendio dall'erosione idrica ed eolica, legando meccanicamente le particelle di terreno nell'immediato, in modo da permettere alla vegetazione di radicare e svolgere l'azione antierosiva;

-da 3m a 5m si prevede l'inserimento di gabbionate incastrate all'interno del profilo della scarpata, non interessando dunque altre porzioni di territorio rispetto a quelle già evidenziate; questo tipo di opera è realizzata con elementi scatolari in rete metallica riempiti con pietrame avente dimensione maggiore della maglia della rete, questo tipo di opera di sostegno lavora sulla gravità:

le gabbionate, infatti, si oppongono alle forze instabilizzanti con il proprio peso, creando una naturale azione drenante che facilita l'integrazione con il terreno circostante e facilita lo sviluppo vegetale.

Inoltre, nei casi di progettazione in riporto, si prevede uno scotico superficiale del terreno di 40-50 cm per tutta la larghezza dell'ingombro, in modo da ottenere una maggiore aderenza: l'obbiettivo è quello di eliminare la crosta superficiale, le cui caratteristiche meccaniche sono inferiori rispetto a quelle in profondità, e posizionare il rilevato su una tipologia di terreno migliore per aumentare l'attrito e la stabilità.

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PRESIDIO UTILIZZATE

Considerata l'entità di scavi e riporti, dettata dall'orografia del territorio, al fine di migliorare l'impatto sul territorio circostante l'area del parco eolico, si è deciso di inserire nel progetto opere di ingegneria naturalistica che di seguito saranno esplicitate a seconda della gravità dei casi.

- RIVESTIMENTO IN GEOSTUOIA

E' l'intervento meno gravoso, finalizzato al rivestimento vegetale di terreni, la funzione fondamentale è quella di proteggere il pendio dall'erosione idrica ed eolica, legando meccanicamente le particelle di terreno nell'immediato. Ciò avviene grazie alla radicazione della vegetazione inserita. In funzione dei materiali impiegati, questo tipo di intervento, può anche: apportare sostanze organiche e arricchire il suolo (materiali biodegradabili), migliorare i movimenti e gli equilibri idrici sub-superficiali, migliorare l'equilibrio termico del substrato.

Danno ottimi risultati su superfici acclivi (fino a 45°) caratterizzate da assenza o scarsa presenza di humus e scarsa copertura vegetale. I siti d'intervento possono collocarsi ovunque: su sponde fluviali, scarpate naturali ed artificiali in aree costiere ed interne, in aree degradate (cave e discariche), lungo infrastrutture viarie e ferroviarie, ecc.

Fondamentalmente, per la scelta dei materiali e delle tecnologie da utilizzare, è necessario approfondire il tipo di dissesto, natura e caratteristiche dei terreni interessati e le caratteristiche pedo-climatiche del sito. E' possibile utilizzare materiali di tipo biodegradabile (reti stuoie, feltri in fibre naturali) o sintetici (reti metalliche o in materiale plastico). Tra i materiali sintetici si trovano reti bidimensionali o tridimensionali (strutture alveolari). E' possibile anche realizzare interventi di

tipo misto, che utilizzano ad esempio reti tridimensionali in materiale plastico abbinata a fibrebiodegradabili.

Precedentemente all'intervento, il terreno deve essere opportunamente preparato attraverso lo scoronamento di eventuali zone instabili, il livellamento e l'eliminazione di pietre, detriti e ramaglia. Dopo aver profilato la scarpata, viene realizzato il fosso di guardia e ,successivamente, se necessario, viene steso uno strato di terreno vegetale lungo la superficie da trattare. Successivamente viene realizzata la semina, la concimazione, e quindi la messa in opera degli elementi antierosivi e di rivestimento lungo la linea di massima pendenza del versante.

La sovrapposizione dei vari pezzi contigui necessita di particolari accortezze: a seconda della consistenza del terreno, il fissaggio può avvenire con picchetti di legno o acciaio, inoltre, la sovrapposizione non deve essere inferiore a 10cm. Le parti terminali dell'intervento vanno risvoltate, fissate e protette con riguardo. Una leggera copertura di terreno vegetale su tutto il versante e l'eventuale idrosemina completeranno l'opera.

Questa tecnica non è idonea sui pareti rocciose in quanto la semina non attecchirebbe.

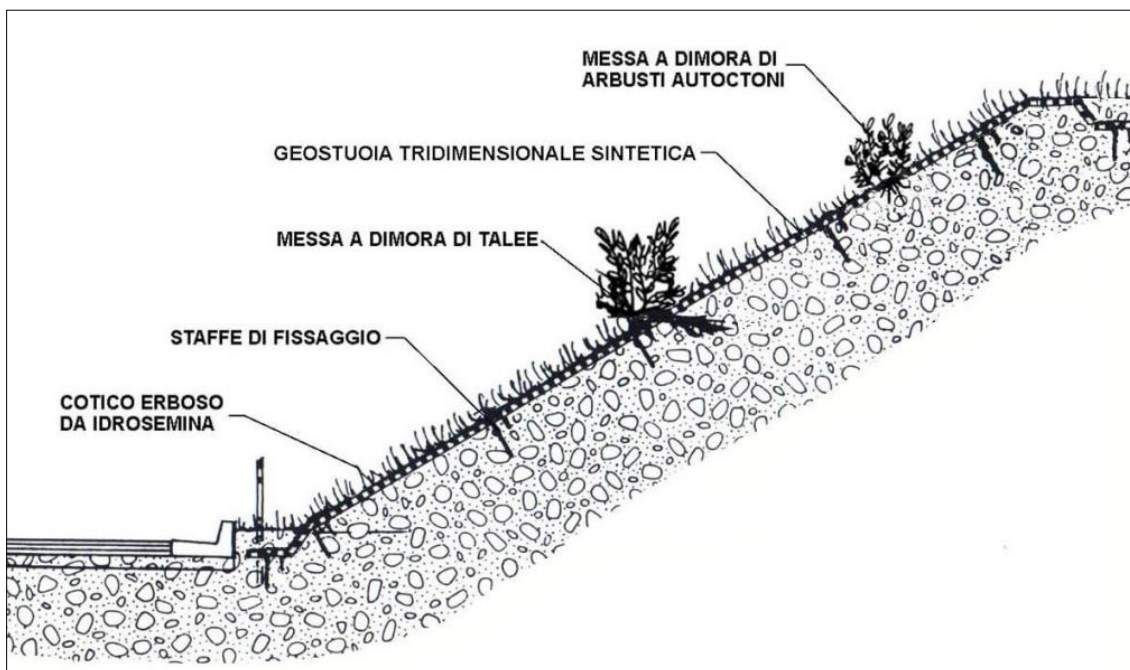


Figura 6 - Esempio schematico di rivestimento in geostuoia



Figura 7 - Esempio di rivestimento in geostuoia

- GABBIONATE RINVERDITE

Questo tipo di opera di contenimento del terreno, è realizzato con elementi scatolari, in rete metallica a doppia torsione, zincata, montati a parallelepipedo e riempiti con pietrame avente dimensione maggiore rispetto alla maglia della rete, possono essere rinverditi mediante inserimento di terreno vegetale, talee e/o piantine. In commercio, si trovano gabbioni scatolari aventi diverse dimensioni, generalmente 0.5 – 1.0 m *1.00*2.00, i singoli elementi vengono montati affiancati e collegati mediante filo metallico zincato. Le maglie hanno dimensioni minime 8*10 con trafilato di ferro di diametro non inferiore a 2.7 mm, possibilmente galvanizzato in lega eutettica di zinco e alluminio e ricoperto di materiale plastico con spessore minimo di 0.5 mm, in modo da garantire una efficiente resistenza nel tempo e un'adeguata protezione da potenziali urti, norme UNI 8018.

Le gabbionate rinverdite sono opere di sostegno a gravità, si oppongono alle forze instabilizzanti con il proprio peso, realizzano una naturale azione drenante che consente un facile sviluppo vegetale e una rapida integrazione con il terreno circostante. Questo tipo di opera di sostegno è molto versatile: non solo può essere utilizzata per il contenimento di scarpate, consolidamento di terreni smossi, muri di sottoscampa o di controripa, ma è usata anche in ambito fluviale come protezioni spondali, repellenti, soglie.

I siti d'intervento possono essere molteplici: su sponde fluviali, scarpate naturali ed artificiali in aree costiere ed interne, in aree degradate (cave e discariche), lungo infrastrutture viarie e ferroviarie, ecc.

Il pietrame deve essere posato in modo omogeneo senza lasciare troppo spazio tra gli elementi lapidei, ma sufficiente per il successivo intasamento di terreno vegetale. La messa in opera delle talee deve avvenire preferibilmente in corso di esecuzione dell'opera e non a opera terminata in modo da poter raggiungere il terreno a tergo dell'opera stessa. Fondamentale importanza è data alla valutazione delle spinte cui l'opera sarà sottoposta: solo in questo modo è possibile disporre efficacemente i gabbioni, secondo il lato lungo o corto degli stessi.

Tale tecnica è sconsigliabile per altezze di contenimento maggiori a 5,00 m, per tali altezze sono preferibili le terre armate o terre rinforzate.

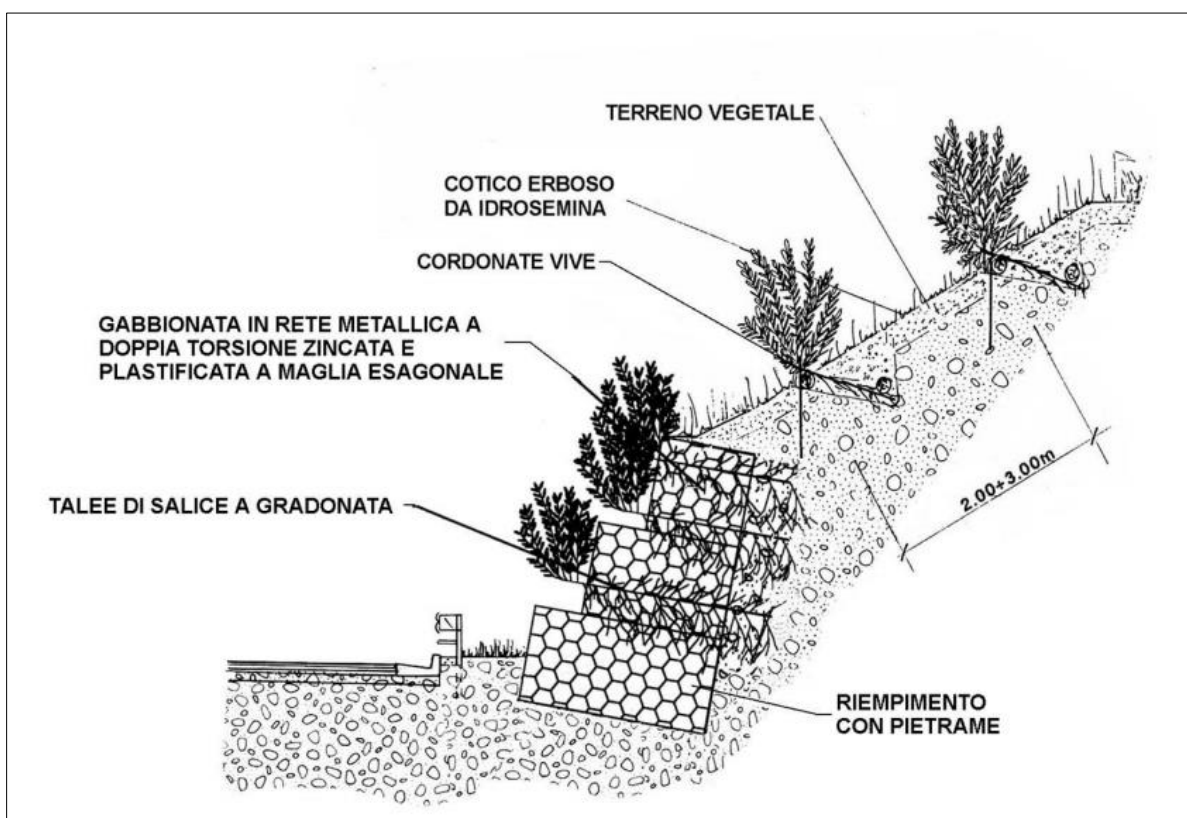


Figura 8 - Esempio schematico di gabbionate rinverdite



Figura 9 - Esempio di gabbionate rinverdite

6. MODALITA' DI REALIZZAZIONE DI OPERE IN SCAVO E IN TRINCEA

La realizzazione di un impianto eolico, considerando le dimensioni delle strutture di impianto con particolare riferimento agli elementi che costituiscono gli aerogeneratori, quali pale, conci delle torri di sostegno e la navicella, implica delle procedure di trasporto, montaggio, installazione e messa in opera tali da configurarsi quali "eccezionali".

Il trasporto dei singoli elementi richiede l'impiego di mezzi speciali e viabilità con requisiti con livelli di tolleranza bassi quali pendenze e raggi di curvatura. Tali requisiti rendono la scelta del sito e la definizione del layout strategici sia per la valutazione di fattibilità tecnica ed economica sia per la progettazione specifica dell'impianto. A tal proposito, la definizione dei percorsi cerca di sfruttare al massimo la viabilità esistente prevedendo degli adeguamenti, in modo da minimizzare l'occupazione del territorio e l'interferenza con ambiti territoriali, paesaggistici e idrogeomorfologici.

Gli aerogeneratori raggiungono il sito mediante “trasporto eccezionale” seguendo le strade asfaltate esistenti; la viabilità interna al parco consiste in una serie di tratti e di piazzole necessarie per poter raggiungere agevolmente tutti i siti degli aerogeneratori. I nuovi tratti di viabilità, saranno realizzati seguendo l’andamento topografico esistente in loco, cercando di ridurre al minimo gli eventuali movimenti terra, il tutto progettato a compenso. La rete viaria interna al parco, sarà utilizzata per la manutenzione degli aerogeneratori e sarà chiusa al pubblico passaggio ad esclusione dei proprietari. In merito alla realizzazione del corpo stradale e delle piazzole di montaggio, si riportano di seguito le fasi previste nel presente progetto, distinte nel caso di sezioni in trincea e sezioni in rilevato.

1) Sezioni in trincea

Nel caso di sezioni in trincea, il piano di campagna progettato si trova a quota inferiore rispetto alla quota originaria del terreno e si prevede la rimozione di ceppaie e la configurazione delle scarpate. Il materiale di risulta viene momentaneamente accantonato in cantiere: se ritenuto idoneo viene utilizzato per un successivo riutilizzo oppure, se non riutilizzabile, viene trasportato a rifiuto. Gli interventi previsti sono:

- la compattazione del piano di posa della fondazione stradale;
- realizzazione della fondazione stradale, dello spessore minimo di 25 cm, in misto granulare frantumato meccanicamente anidro, mediante la compattazione a strati eseguita con idonee macchine;
- la formazione della pavimentazione stradale, con spessore minimo di 25 cm, costituita da una miscela di inerti artificiali di appropriata granulometria, costipata a strati meccanicamente, profilatura delle cunette, a sezione trapezia rivestite con terreno vegetale.

2) Sezioni in rilevato

Nel caso di progettazione in rilevato, il piano di campagna progettato si trova a quota superiore rispetto alla quota del terreno esistente. Si prevede uno scotico superficiale previo taglio di cespugli ed arbusti eventualmente presenti e l’estirpazione delle ceppaie, per una profondità di 30-40 cm dal piano di campagna, in modo da posizionare il riporto su un terreno maggiormente prestante. Gli interventi previsti sono:

- messa a dimora del terreno vegetale da utilizzare per inerbimenti e/o ripianamenti di terreni vicini;
- preparazione del piano di posa dei rilevati mediante compattazione del fondo di scavo;

- formazione del rilevato secondo le sagome prescritte con materiali idonei provenienti sia dagli scavi sia dalle cave, la compattazione a strati di idonee macchine, l'umidimento, la profilatura dei cigli e delle scarpate rivestite con terra vegetale;
- realizzazione della fondazione stradale, dello spessore minimo di 25 cm, in misto granulare frantumato meccanicamente anidro, mediante la compattazione a strati eseguita con idonee macchine;
- formazione della pavimentazione stradale, con spessore minimo di 25 cm, costituita da una miscela di inerti artificiali di appropriata granulometria, costipata a strati meccanicamente;
- profilatura delle cunette, a sezione trapezia rivestite con terreno vegetale;
- stesa e modellazione di idoneo terreno agrario preventivamente mondato da radici, erbe infestanti, ciottoli e detriti per la sistemazione delle scarpate della trincea;
- idrosemina con miscuglio di semi da prato idonei e copertura con torba idrocollante.

7. OPERE DI DRENAGGIO

Le opere di progetto realizzate ex novo, ossia le piazzole di montaggio e la viabilità di nuova realizzazione, e gli interventi di adeguamento sugli assi stradali esistenti, sono caratterizzate da elementi che facilitano il drenaggio delle acque meteoriche, come evidenziato in figura 8 e 9.

La carreggiata ha una pendenza di progetto del 2%, in modo da confluire le acque nelle cunette di scolo. Queste ultime, infatti, sono necessarie al raccoglimento e rapido smaltimento delle acque piovane. Gli interventi citati, sono necessari ad impedire il verificarsi di ristagni idrici sulla sede stradale e, a tal proposito, si rende necessario prevedere un convogliamento delle acque.

In presenza di scarpate in riporto, è necessario impedire che l'acqua drenata dalla piattaforma scenda lungo la scarpata in modo disordinato, dilavando lo strato di terreno vegetale ed il connesso manto erboso, realizzato a protezione del corpo stradale. Il problema, viene risolto realizzando nella parte superiore della scarpata una cunetta il cui compito è quello di evacuare l'acqua proveniente dalla piattaforma, in piccoli canali realizzati con embrici, chiamati bocche di lupo.

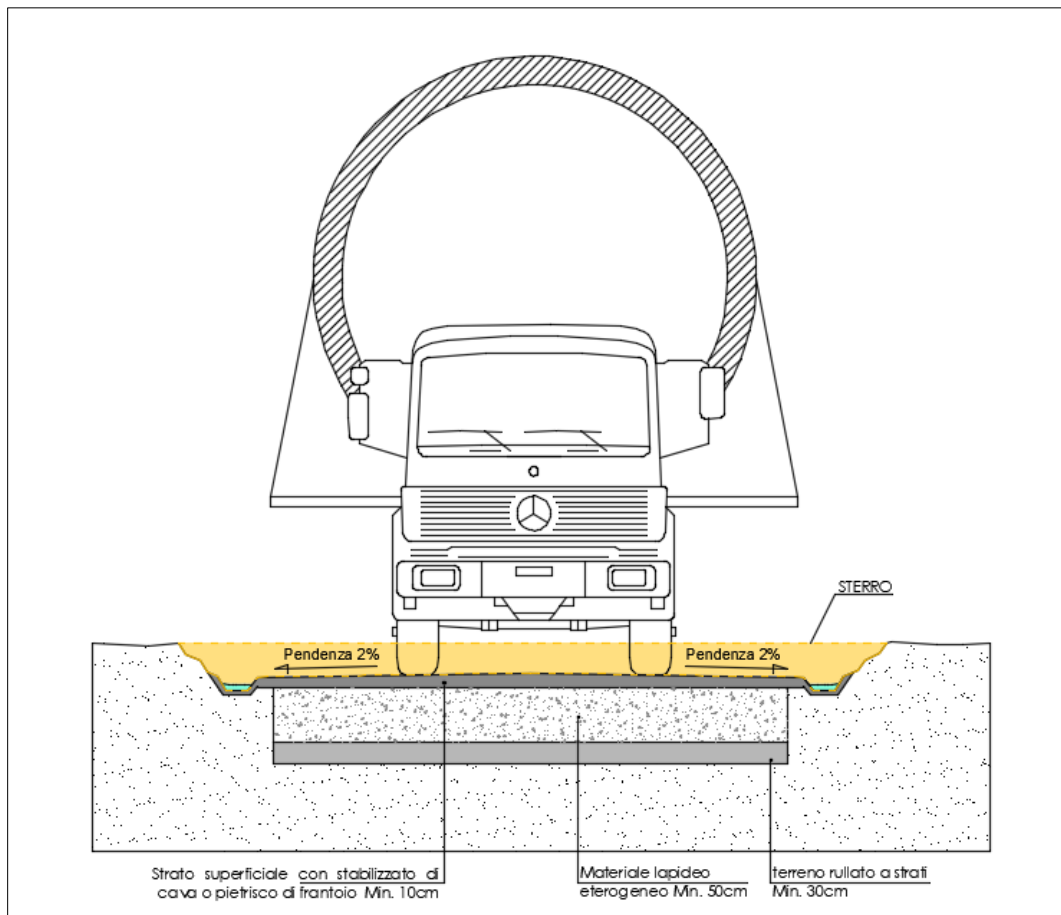


Figura 10 - Sezione stradale tipo di nuova realizzazione in trincea

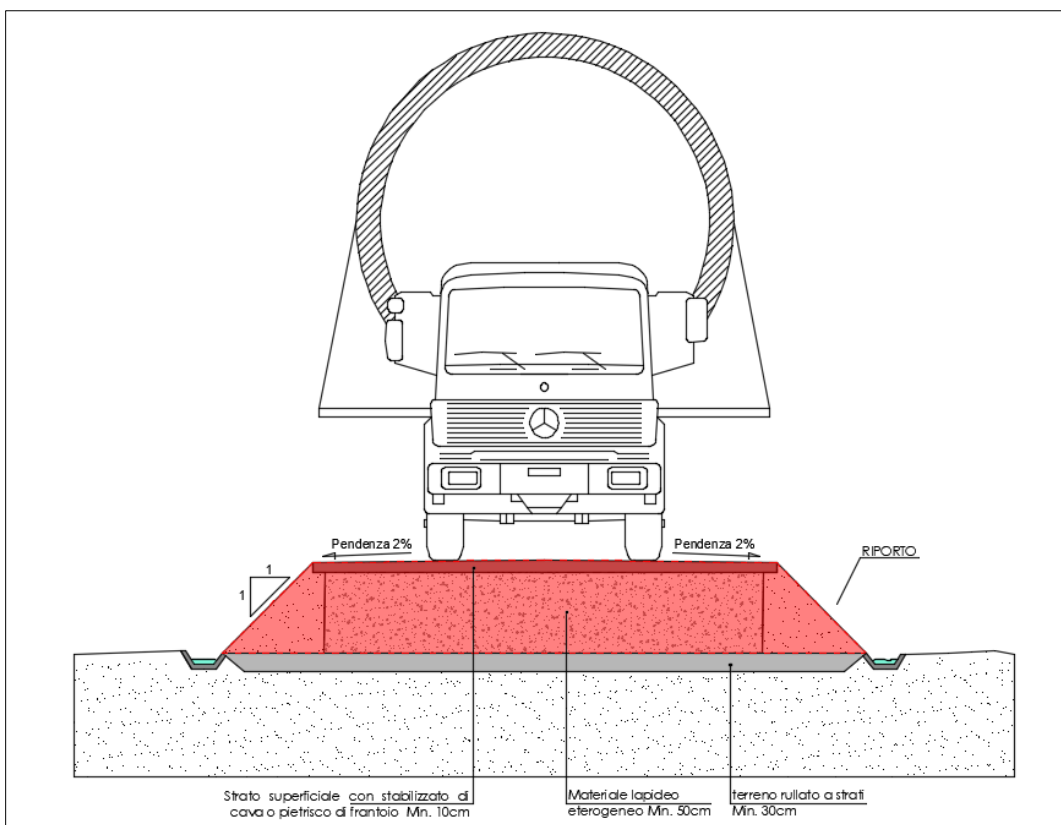


Figura 11 - Sezione stradale tipo di nuova realizzazione in rilevato

8. OPERE DI COMPLETAMENTO

Le opere di completamento si riferiscono essenzialmente al rinverdimento e al consolidamento delle superfici sottratte per la realizzazione dei percorsi e delle aree necessarie alla realizzazione dell'impianto.

Le opere di copertura consistono nella semina di specie erbacee per proteggere il suolo dall'erosione superficiale, dalle acque di dilavamento e dall'azione dei vari agenti meteorologici, ripristinando la copertura vegetale. Le opere di copertura sono: le semine a spaglio, le idrosemine, le semine a spessore, le semine su reti o stuoie, le semine con coltre protettiva (paglia, fieno, ecc.).

In particolare, risulta di rilievo importante l'intervento della zollatura.

L'intervento della zollatura consiste nel ripristino vegetazionale direttamente tramite zolle di terreno, opportunamente prelevate.

Questa operazione nella pratica comune viene eseguita per la rivegetazione di aree denudate come cave, miniere o siti industriali. Le zolle erbose o "ecocelle" vengono prelevate dal selvatico e successivamente trapiantate in più punti privi di vegetazione, con lo scopo di innescare il processo di colonizzazione dell'intera superficie. Le zolle devono avere una superficie minima di circa 0,5 – 1 mq e uno spessore sufficiente a comprendere lo strato vegetativo eroso e il terreno compenetrato dalle radici. Le ecocelle vengono prelevate con mezzi meccanici idonei e trapiantati, a mosaico o a strisce, lasciando degli spazi tra le zolle per la posa di terreno vegetale seminato, per permettere la coesione dell'intera stratificazione.

L'operazione di "zollatura" può essere impiegata anche per la rivegetazione di alcune aree sottratte al manto eroso durante le opere di cantiere degli impianti eolici. Questa pratica risulta essere particolarmente delicata e non sempre è possibile utilizzarla. In effetti le zolle vanno prelevate e conservate con molta cura per un periodo relativamente breve. Inoltre le superfici da rivestire non devono comunque avere pendenze elevate e non deve essere presente alcun movimento del corpo terroso.

Tuttavia l'utilizzo di zolle può essere impiegato per opere di piccola entità, ad esempio nella ricostruzione del manto eroso nei tratti pratici rimossi per l'interramento dei cavi elettrici e di

trasporto dati. Resta comunque evidente che tale tecnica debba essere presa in considerazione unicamente laddove le condizioni ambientali e operative lo consentono.

9. MANUTENZIONE

La fase operativa non si esaurisce nella realizzazione finale di un intervento di Ingegneria Naturalistica, ma continua nel tempo, tramite la manutenzione, per garantire un adeguato sviluppo della componente vegetale viva anche considerandone i rapporti con la parte strutturale e con il contesto ambientale in cui l'intervento stesso è inserito.

Questo fatto, purtroppo, viene spesso interpretato come un onere aggiuntivo al quale dedicare tempo e denaro, con scarico di responsabilità tra le figure coinvolte: manutenzioni totalmente assenti, superficiali od errate sono causa di insuccessi tanto comuni quanto evitabili.

L'esigenza di adeguate cure non è assolutamente legata a motivi estetici, che non sono priorità dell'Ingegneria Naturalistica, ma dipende da motivi strettamente legati ad un corretto sviluppo della componente vegetale viva in relazione alle capacità biotecniche.

In particolar modo durante il primo anno dalla realizzazione è necessaria una manutenzione attenta e mirata. Attività da eseguire per la manutenzione ordinaria sono:

- irrigazione durante il periodo di cantiere;
- irrigazione alla fine del cantiere;
- potatura (durante gli idonei periodi, mediante sistemi non invasivi);
- sfalciatura (durante gli idonei periodi, mediante sistemi non invasivi).

Attività da eseguire per la manutenzione straordinaria sono:

- ripristino di eventuali locali svuotamenti dovuti ad erosioni a seguito di forti precipitazioni;
- ripascimento di eventuali abbassamenti gravitativi dovuti a costipamento naturale;
- sostituzione di parte del materiale vegetale originariamente vivo che non ha attecchito;
- diradamento;
- eliminazione di specie infestanti;
- irrigazione di soccorso durante periodi particolarmente critici;
- ripristini e talvolta sostituzioni di elementi strutturali danneggiati da fenomeni di trasporto solido di dimensioni superiori a quelle usuali.

Da non sottovalutare o trascurare l'importanza e la validità che interventi di potatura ricoprono nell'approvvigionamento di materiale vegetale vivo idoneo per nuovi interventi, purchè vengano scrupolosamente rispettati e fatti coincidere i periodi ottimali.

10. ANALISI DEI TRATTI DI NUOVA COSTRUZIONE E PIAZZOLE

Di seguito, si analizzano i singoli tratti di nuova costruzione di connessione alle turbine con le relative piazzole e le tipologie di opere di presidio utilizzate. Si riporta di seguito l'immagine aerea per un quadro di insieme di tutti i tratti stradali di collegamento alle turbine di seguito analizzati.



Figura 12- Stralcio del parco eolico, viabilità da adeguare (in rosso) e di nuova realizzazione temporanea (in blu) su ortofoto

10.1 RAMO H1 e relativa piazzola



Figura 13- Stralcio ramo H1

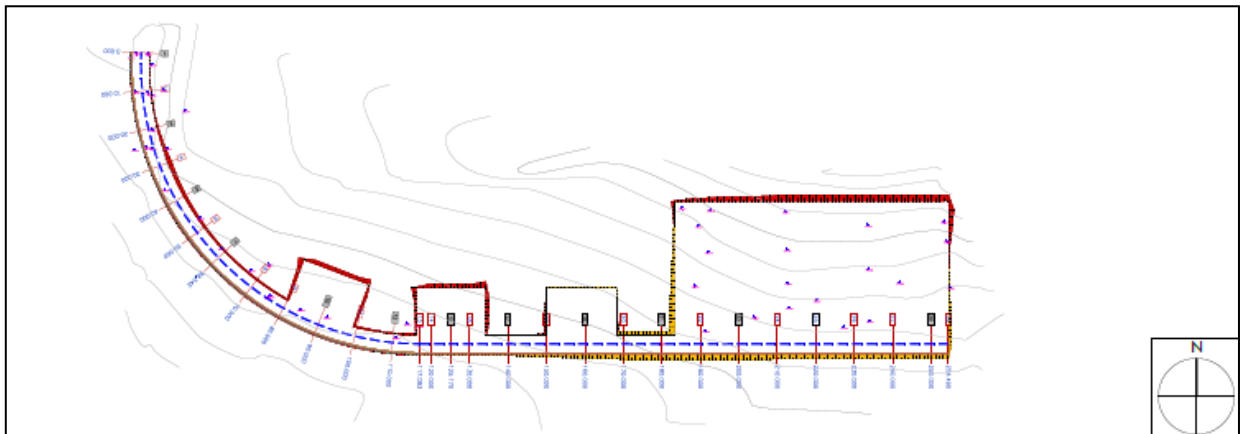


Figura 14 - Planimetria del ramo 1 e della piazzola relativa alla turbina H1

La planimetria riporta piazzola e viabilità di nuova costruzione relativa alla turbina H01 con la relativa occupazione delle scarpate di sterri e riporti, evidenziate rispettivamente in giallo e in rosso. Il tratto di viabilità analizzato presenta sterri e riporti di lieve entità, l'occupazione massima delle scarpate è inferiore a 1,5m, dimensione irrilevante, tale da permettere l'inutilizzo di opere di ingegneria naturalistica. La dimensione massima dell'ingombro della scarpata per la piazzola di montaggio è pari a circa 1,6m per cui si prevede l'utilizzo di geostuoie quali opere di presidio.

MOVIMENTO TERRE				
	STERRO	RIPORTO	CANALETTA	QUOTA
PIAZZOLA H1	560,50	918,52		375,75
GRU1	0,00	146,25		378,78
GRU2	0,00	151,88		378,49
GRU3	76,88	0,28		377,00
STRADA	622,21	173,60	44,54	
TOTALE	1259,59	1390,53		

10.2 RAMO H2-H8 e relative piazzole



Figura 15 - Stralcio ramo H2



Figura 16- Stralcio ramo H8

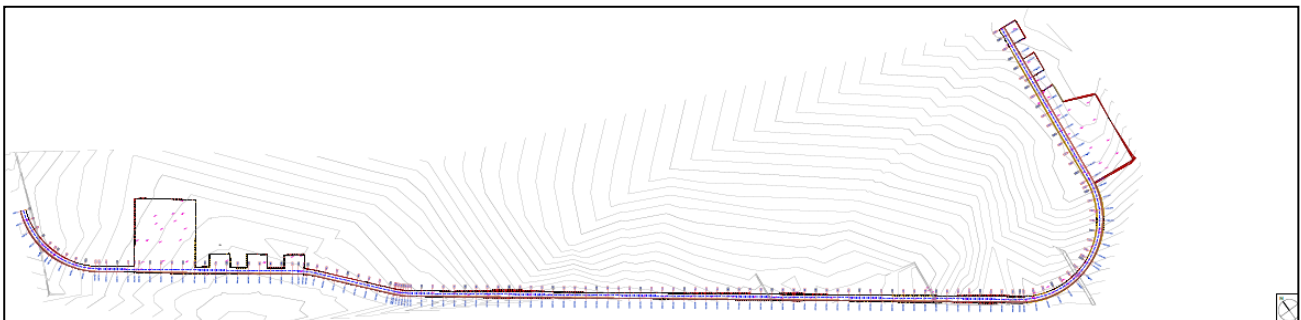


Figura 17 – Planimetria del ramo 2 e delle piazzole relative alle turbine H2 e H8

Il ramo relativo al collegamento delle turbine H2 e H8 si estende su un tratto di territorio pressappoco pianeggiante, infatti gli scavi sono irrisono lungo tutto il tratto analizzato con larghezze in sterro e riporto inferiori a 1,5m, raggiungendo una larghezza massima in sterro di circa 1,5m in un unico punto di curvatura per il raggiungimento della H8, pertanto non sono previste opere di presidio. In merito alle piazzole di montaggio, per quanto concerne la H2, il massimo riporto è inferiore a 1,5 m, dunque non si prevedono opere di presidio, mentre per la H8, il massimo riporto è pari a 2,9 m, per cui si prevede l'inserimento di geostuoie quali opere di presidio.

MOVIMENTO TERRE				
	STERRO	RIPORTO	CANALETTA	QUOTA
PIAZZOLA H2	532,97	541,96		393,06
GRU1	157,41	0,00		393,55
GRU2	0,00	80,25		394,58
GRU3	0,00	120,98		394,50

PIAZZOLA H8	930,26	879,62		376,14
GRU1	11,88	45,27		376,14
GRU2	16,21	18,98		375,71
GRU3	0,38	48,79		374,98
STRADA	1649,23	1732,09	219,93	
TOTALE	3298,34	3467,94		

10.3 RAMO H3 e relativa piazzola



Figura 18 - Stralcio turbina H3

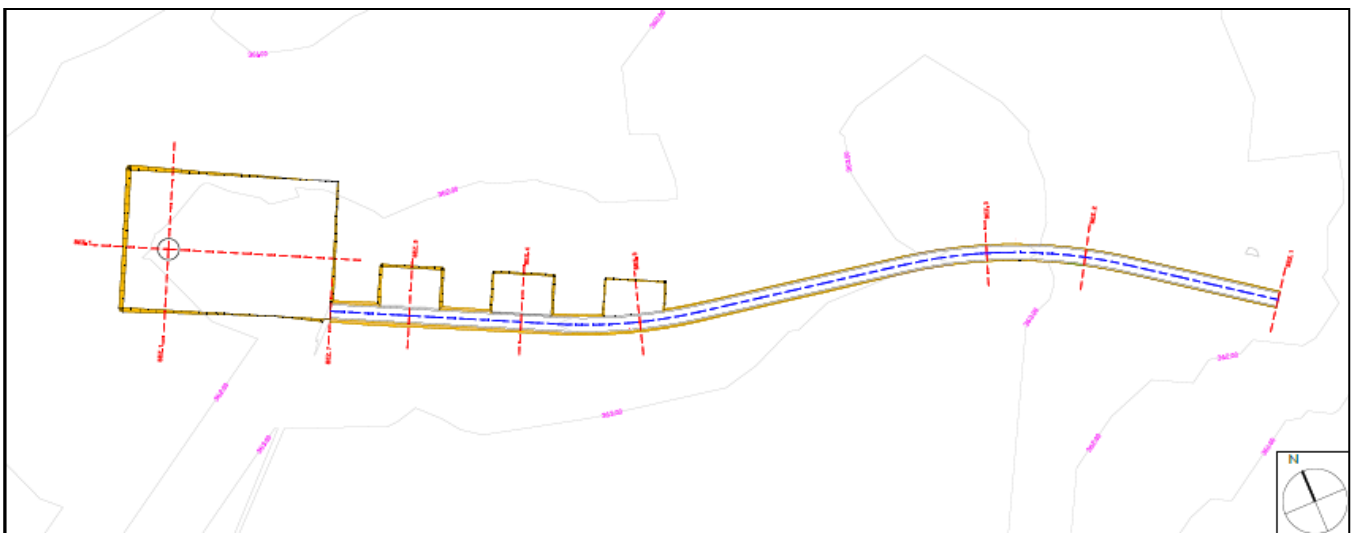


Figura 19 – Planimetria del ramo 3 e della piazzola relativa alla turbina H3

Il ramo relativo alla turbina H3 si estende prevalentemente su un terreno pianeggiante, infatti scavi e riporti sono irrilevanti, così come per la piazzola di montaggio, come si evince dalla tabella riportata di seguito. Pertanto, per il ramo e la relativa piazzola non sono previste opere di ingegneria naturalistica.

MOVIMENTO TERRE				
	STERRO	RIPORTO	CANALETTA	QUOTA
PIAZZOLA H3	234,23	1068,43		362,78
GRU1	60,70	0,00		361,62
GRU2	118,35	0,00		361,91,
GRU3	165,81	0,00		362,23
STRADA	533,33	19,05		
TOTALE	1112,42	1087,48		

10.4 RAMO H4 e RAMO H5 e relative piazzole

Le turbine oggetto di analisi sono accomunate da caratteristiche simili pertanto si è deciso di esaminarle contemporaneamente, infatti i due tratti hanno un andamento molto lineare per la quasi totalità del tratto, fatta eccezione in prossimità delle piazzole in cui gli scavi e i riporti aumentano, inoltre la forma della piazzola è simile per entrambe.



Figura 20 - Stralcio turbina H4

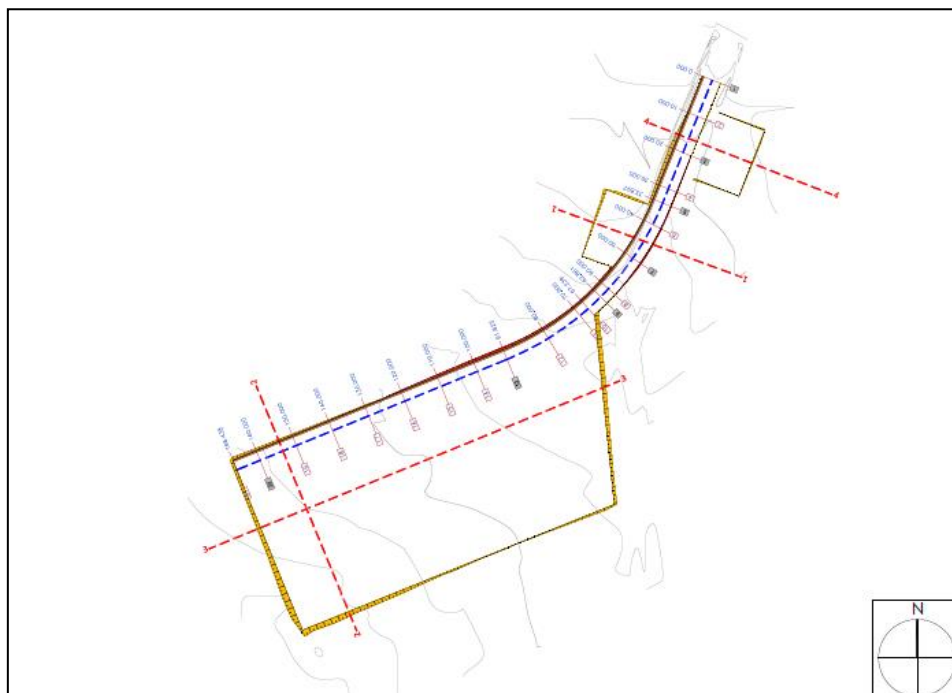


Figura 21 – Planimetria del ramo 4 e della piazzola relativa alla turbina H4



Figura 22 - Stralcio turbina H5

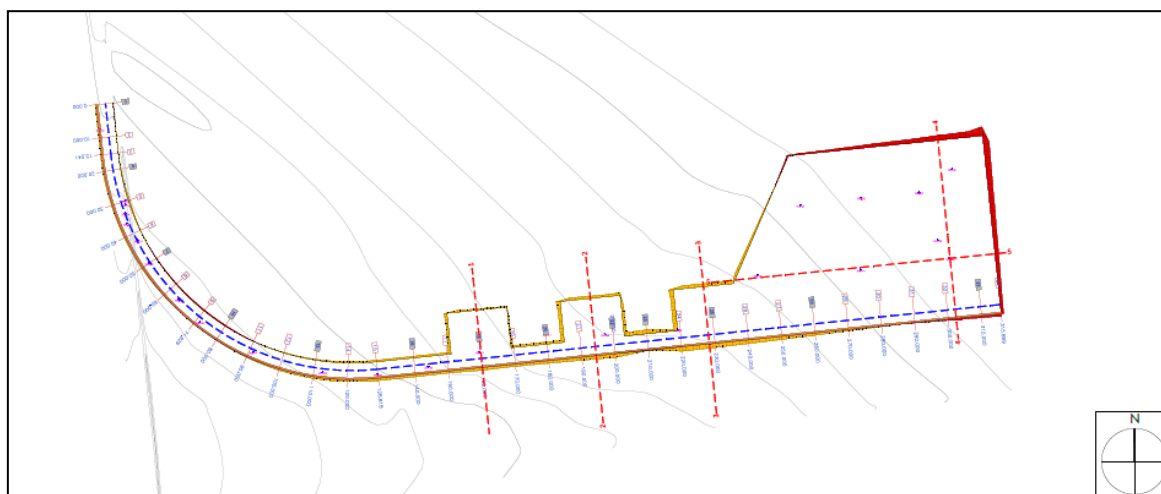


Figura 23 - Planimetria del ramo 5 e della piazzola relativa alla turbina H5

Per quanto riguarda i tratti stradali, in entrambi i casi si tratta di un territorio pianeggiante e gli sterri e i riporti sono irrilevanti per cui non sono necessarie opere di presidio. Per quanto riguarda le piazzole, per la H4 non sono necessarie opere di presidio, mentre per la H5 ci sono riporti di larghezza massima 2,5 m per cui si prevede l'utilizzo di geostuoie. Anche dalle seguenti tabelle si evince che i movimenti di terra sono quasi nulli.

MOVIMENTO TERRE				
	STERRO	RIPORTO	CANALETTA	QUOTA
PIAZZOLA H4	1052,68	928,89		352,49
GRU	9,01	14,62		349,70
GRU	3,30	53,92		350,86
STRADA	96,48	132,55	29,13	
TOTALE	1161,47	1129,98		

MOVIMENTO TERRE				
	STERRO	RIPORTO	CANALETTA	QUOTA
PIAZZOLA H5	596,01	1585,89		354,79
GRU1	106,46	0,00		356,15
GRU2	180,56	0,00		355,21
STRADA	832,96	74,40	57,04	
TOTALE	1715,99	1660,29		

10.5 RAMO H6 e relativa piazzola



Figura 24 - Stralcio turbina H6

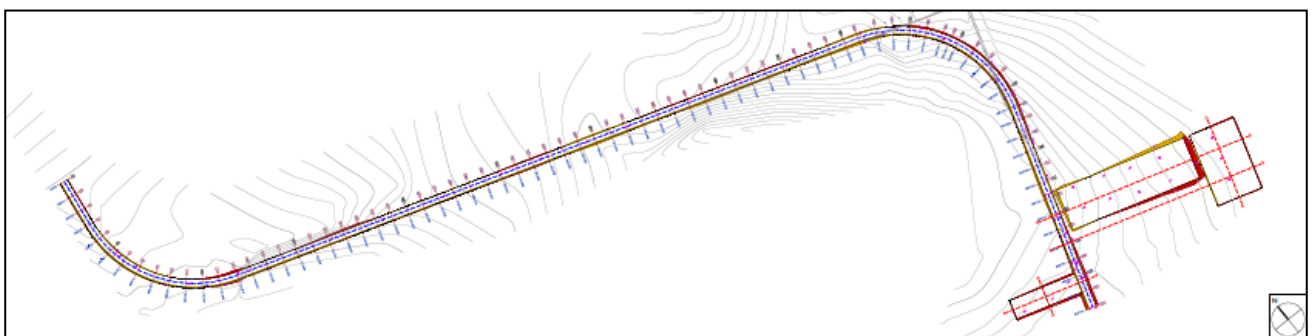


Figura 25 – planimetria del ramo 6 e della piazzola relativa alla turbina H6

Il ramo relativo alla turbina oggetto di analisi che si estende per una lunghezza di circa 770 m, è caratterizzato da movimenti di terra quasi nulli, pertanto non si prevedono opere di presidio in quanto le scarpate possono considerarsi nulle. Per quanto riguarda invece la piazzola, come già

anticipato, è quella con differenza tra sterri e riporto maggiore e pari a circa 2600 mc. Infatti la larghezza dello sterro e del riporto supera in diversi punti 1,5 m raggiungendo il valore massimo di circa 4,1m, pertanto è necessario l'inserimento di gabbionate incastrate all'interno del profilo della scarpata, quali opere di presidio. È l'unico caso in cui viene utilizzata tale opera di presidio in quanto l'altezza della scarpata supera i 3m.

MOVIMENTO TERRE				
	STERRO	RIPORTO	CANALETTA	QUOTA
PIAZZOLA H6	44,03	219,64		402,00
GRU1	299,63	2538,80		405,00
GRU2	0,00	383,26		406,50
STRADA	821,49	697,22	134,84	
TOTALE	1165,15	3838,92		

10.6 RAMO H7 e relativa piazzola



Figura 26 - Stralcio turbina H7

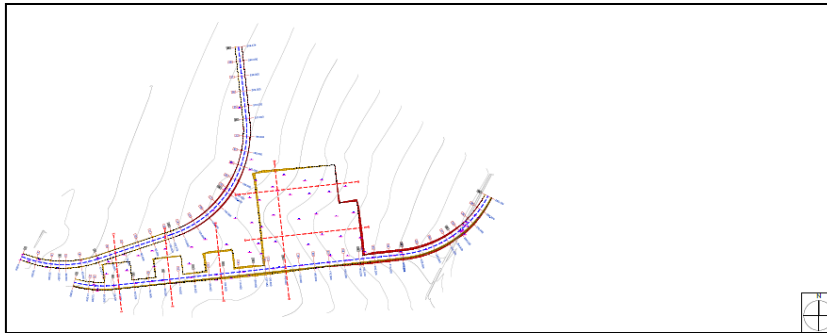


Figura 27 - Planimetria del ramo 7 e della piazzola relativa alla turbina H7

Il tratto di collegamento alla turbina H7 consiste di due tratti di nuova costruzione di lunghezza rispettivamente di circa 250m e circa 290m, nel corso della quale si alternano scavi e riporti poco rilevanti e tutti inferiori a 1,5m. In merito alla piazzola gli sterri e i riporti massimi sono anche irrilevanti e inferiori a 1,5 m, pertanto anche in questo caso non sono necessarie opere di presidio.

MOVIMENTO TERRE				
	STERRO	RIPORTO	CANALETTA	QUOTA
PIAZZOLA H7	963,63	949,10		394,44
GRU1	28,25	1,60		396,85
GRU2	55,44	0,00		396,11
GRU3	198,84	0,00		395,12
STRADA H7	382,02	549,16	50,78	
STRADA CAMION	52,96	130,80		
TOTALE	1681,14	1630,66		

10.7 RAMO 9 E RAMO 12 e relative piazzole

Le turbine oggetto di analisi sono accomunate da caratteristiche simili pertanto si è deciso di esaminarle contemporaneamente, infatti i due tratti hanno un andamento lineare per la quasi totalità del tratto, fatta eccezione in prossimità delle piazzole in cui gli scavi e i riporti aumentano.



Figura 28 - Stralcio turbina H9

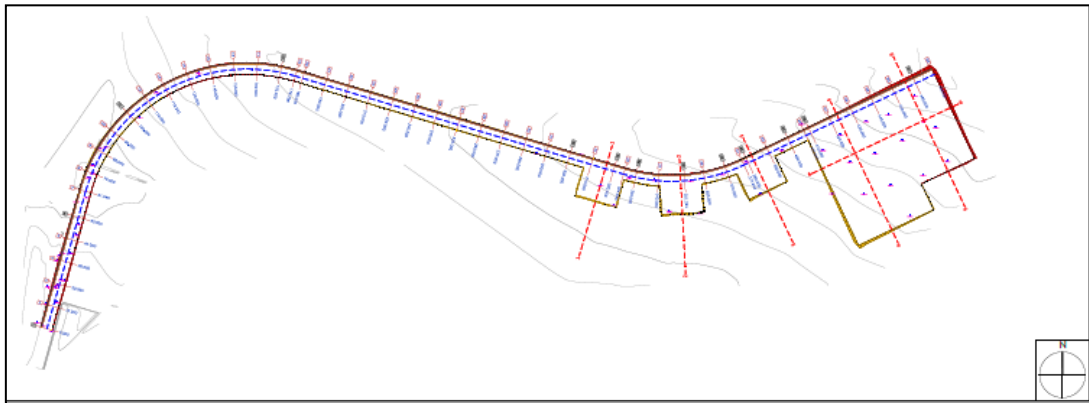


Figura 29 - Planimetria del ramo 9 e della piazzola relativa alla turbina H9



Figura 30 - Stralcio turbina H12

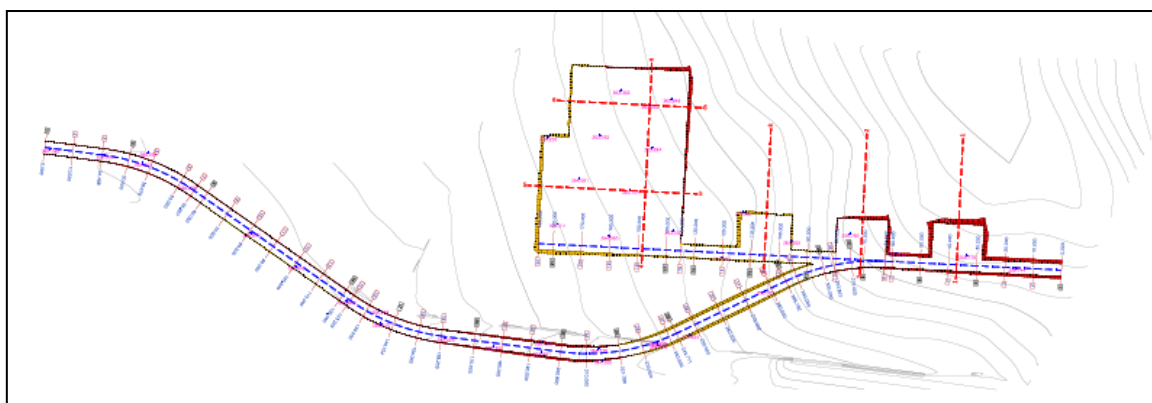


Figura 31 - Planimetria del ramo 12 e della piazzola relativa alla turbina H12

Per quanto riguarda i tratti stradali, di lunghezza pari a circa 470m e 321 m in entrambi i casi si tratta di un territorio pianeggiante e gli sterri e i riporti sono irrilevanti per cui non sono necessarie opere di presidio. Per quanto riguarda le piazzole, per la H9 non sono necessarie opere di presidio, mentre per la H12 ci sono riporti di larghezza massima 1,8 m per cui si prevede l'utilizzo di geostuoie. Anche dalle seguenti tabelle si evince che i movimenti di terra sono quasi nulli.

MOVIMENTO TERRE				
	STERRO	RIPORTO	CANALETTA	QUOTA
PIAZZOLA H9	536,64	732,28		367,90
GRU1	67,24	0,00		369,20
GRU2	97,53	0,00		368,93
GRU3	64,91	0,02		368,52
STRADA	246,94	347,84	82,08	
TOTALE	1013,26	1080,14		

MOVIMENTO TERRE				
	STERRO	RIPORTO	CANALETTA	QUOTA
PIAZZOLA H12	841,73	369,01		363,50
GRU1	0,00	297,16		360,05
GRU2	0,00	136,99		360,28
GRU3	82,53	13,53		361,91
STRADA	206,92	321,08		
STRADA ESTERNA	237,93	188,90		
TOTALE	1369,11	1326,67		

10.8 RAMO 10 e 11 e relative piazzole

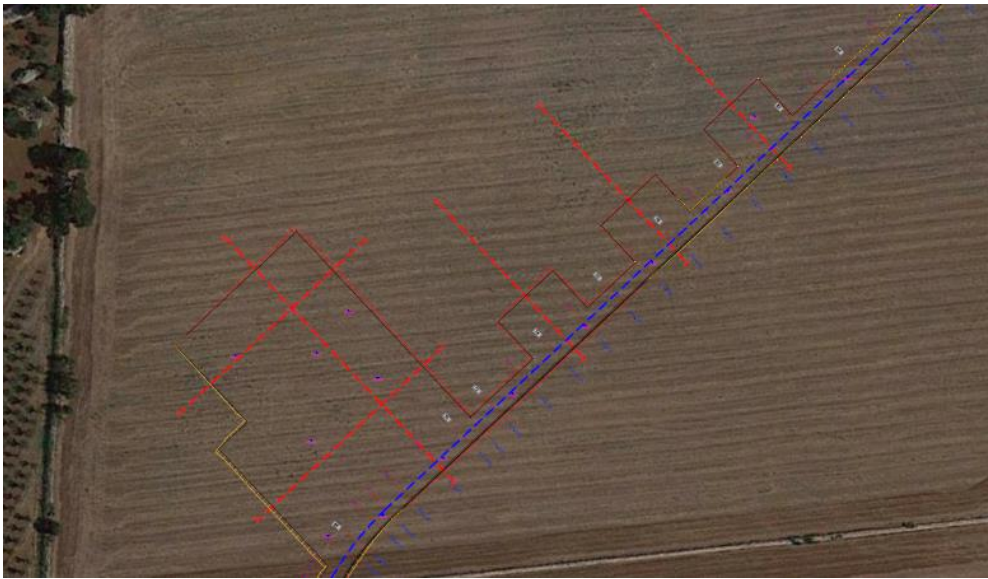


Figura 32 - Stralcio turbina H10



Figura 33 - Stralcio turbina H11

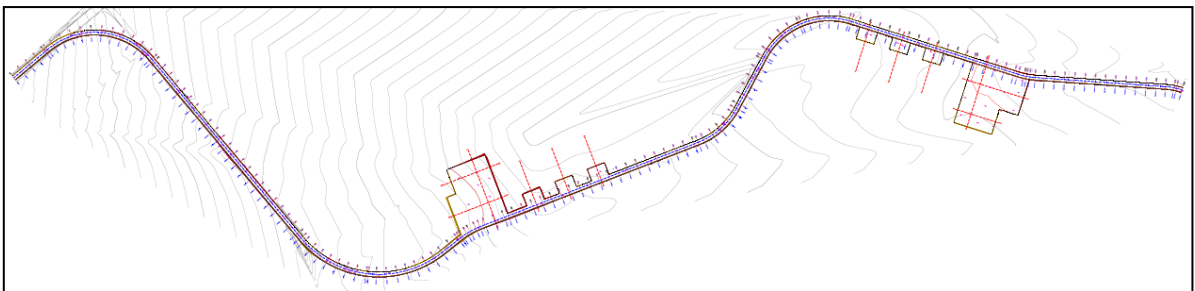


Figura 34 - Planimetria del ramo 10 e della piazzola relativa alla turbina H10 e H11

Il ramo relativo al collegamento delle turbine H10 e H11 si estende su un tratto di territorio pressappoco pianeggiante, infatti gli scavi sono irrisoni lungo tutto il tratto analizzato con larghezze in sterro e riporto inferiori a 1,5m, pertanto non sono previste opere di presidio. In merito alle piazzole di montaggio, per entrambe la larghezza massima di sterro e riporto è sempre inferiore a 1,5m, dunque non si prevedono opere di presidio.

MOVIMENTO TERRE				
	STERRO	RIPORTO	CANALETTA	QUOTA
PIAZZOLA H10	535,53	716,20		375,00
GRU1	0,00	158,01		374,29
GRU2	1,45	28,54		373,72
GRU3	0,00	36,37		373,59
PIAZZOLA H11	304,99	301,17		369,70
GRU4	46,17	0,00		370,85
GRU5	21,99	0,00		370,77
GRU6	37,81	0,00		370,38
STRADA H7	855,82	623,54	237,29	
TOTALE	1803,76	1863,83		

11. CONCLUSIONI

Nei paragrafi precedenti sono state descritte le opere di presidio da utilizzare e sono stati analizzati singolarmente i tratti di viabilità di nuova costruzione di connessione alle turbine e le relative piazzole. A tal proposito, la lettura della presente deve tener conto degli elaborati grafici SP (1-12) - SEZIONI LONGITUDINALI E TRASVERSALI PIAZZOLA DI PROGETTO, PP (1-12) - PLANIMETRIE E PROFILI STRADE DI PROGETTO ED INDICAZIONE SEZIONI e SS (1-12) - SEZIONI STRADALI TRONCHI VIABILITA' NUOVA REALIZZAZIONE.

Le opere di ingegneria naturalistica descritte saranno impiegate per ripristinare lo stato dei luoghi nel modo più naturale possibile una volta completati i lavori di realizzazione del campo eolico. Si cercherà in questo modo, di ripristinare, per quanto possibile, la naturalità dei luoghi al fine di contenere il più possibile gli impatti sul territorio.

Altresì risultano evidenti, i vantaggi, ulteriori, derivanti dall'impiego delle opere descritte nella presente relazione, derivante, dalla possibilità di riutilizzare una cospicua aliquota di materiale in sito risultante dalle operazioni di scavo per la realizzazione della viabilità e delle piazzole.