



REGIONE  
SICILIA



PROVINCIA DI  
AGRIGENTO



COMUNE DI  
NARO



COMUNE DI  
LICATA

# PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COMPOSTO DA 12 AEROGENERATORI DA 6.0 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 72 MW SITO NEL COMUNE DI NARO (AG) CON OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI NARO (AG) E LICATA (AG)



<p>Proponente</p>	 <p><b>SIRIO RINNOVABILI S.R.L.</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it</p>  				
<p>Progettazione</p>	 <p>Viale Michelangelo, 71 80129 Napoli TEL. 081 579 7998 mail: tecnico@inesr.it</p> <p>Amministratore: Amm. Francesco Di Maso Ing. Nicola Galdiero Ing. Pasquale Esposito</p> <p>Collaboratori: Ing. R. M. De Lucia Dott. G. Giardina Dott. Angelo Scuderi Eikon servizi per i beni culturali SAS Geol. V.E. Iervolino SR International Srl Arch. C. Gaudiero Ing. F. Quarto Ing. R. D'Onofrio Ing. M. Ciano</p>				
<p>Elaborato</p>	<p>Nome Elaborato:</p> <h2>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</h2>				
<p>00</p>	<p>Ottobre 2023</p>	<p>PRIMA EMISSIONE</p>	<p>INSE Srl</p>	<p>INSE Srl</p>	<p>Sirio Rinnovabili s.r.l.</p>
<p>Rev.</p>	<p>Data</p>	<p>Oggetto della revisione</p>	<p>Elaborazione</p>	<p>Verifica</p>	<p>Approvazione</p>
<p>Scala:</p>	<p>---</p>				
<p>Formato:</p>	<p><b>A4</b></p>	<p>Codice Pratica <b>S314</b></p>	<p>Codice Elaborato</p>	<p><b>AS314-SIA21-R</b></p>	

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE DI INGEGNERIA NATURALISTICA .....</b>	<b>2</b>
2.1	TERRE RINFORZATE.....	3
2.1.1	<b>VERIFICHE DI STABILITÀ .....</b>	<b>5</b>
2.2	GEOCELLE A NIDO D'APE IN MATERIALE SINTETICO .....	8
2.3	GABBIONATA IN RETE METALLICA ZINCATA RINVERDITA.....	11
<b>3</b>	<b>INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA IPOTIZZATI IN PROGETTO .....</b>	<b>13</b>
3.1	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA01.....	14
3.2	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA02.....	16
3.3	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA03.....	17
3.4	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA04.....	18
3.5	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA05.....	19
3.6	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA06.....	20
3.7	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA07.....	21
3.8	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA08.....	22
3.9	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA09.....	23
3.10	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA10.....	25
3.11	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA11.....	26
3.12	PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA12.....	27
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>28</b>

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

## 1 PREMESSA

La società Sirio Rinnovabili Srl, è proponente di un progetto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica ubicato nel Comune di Naro in provincia di Agrigento con annesso opere di connessione nei Comuni di Naro (AG), Campobello di Licata (AG) e Licata (AG).

L'ipotesi progettuale prevede l'installazione di n.12 aerogeneratori della potenza nominale di 6,0 MW per una potenza complessiva di impianto pari a 72 MW. Gli aerogeneratori saranno collegati tra loro attraverso cavidotti interrati a 36 kV che collegheranno il parco eolico ad una cabina utente 36kV di smistamento e sezionamento e da questa alla futura SE RTN di trasformazione 220/36 kV di Licata (AG), che rappresenta il punto di connessione dell'impianto alla RTN.

Il progetto è assoggettato a Valutazione di Impatto Ambientale di competenza Ministeriale, poiché la potenza totale dell'impianto è maggiore di 30 MW.

La seguente relazione è redatta per descrivere gli interventi e gli accorgimenti ingegneristici necessari ad evitare fenomeni di dissesto o smottamento del suolo potenzialmente innescabili in seguito alla realizzazione delle piazzole e delle strade. Inoltre, verranno descritte le opere di mitigazione previste sui fronti di scavo e riporti necessari sia alla costruzione delle strade che delle piazzole.

## 2 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Come già esplicitato nei relativi elaborati costituenti il presente progetto definitivo, la progettazione delle strade e delle piazzole si è basata sulla specifica volontà di ridurre al minimo i fronti di scavo e di riporto. Pur tuttavia in relazione all'orografia del sito, e all'esigenza di ottemperare alle indicazioni riportate nelle specifiche tecniche di progettazione stradale imposte dalla casa costruttrice degli aerogeneratori, è stato necessario progettare fronti di scavo e riporti ad altezza variabile.

Per puntare alla stabilità delle opere progettate, nonché alla loro mitigazione nel territorio, il progetto prevede l'utilizzo di interventi di ingegneria naturalistica a sostegno delle scarpate e a contenimento dei riporti, che saranno diversificate in funzione delle altezze dei fronti di scavo e riporto.

Nello specifico la tipologia di opera segue il criterio degli intervalli di altezza:

- **per scarpate inferiori a 1,5 m** non si considera necessario l'intervento con opere di presidio, in quanto il terreno debitamente compattato a 45° non necessita di sostegni;
- **per scarpate comprese tra 1,5 m e 3 m** si rende necessario intervenire con un rivestimento in geostuoia, in modo da preservare il terreno dagli agenti atmosferici che potrebbero compromettere la stabilità delle scarpate mediante erosione idrica ed eolica;
- **per scarpate comprese tra 3 m e 5 m** è previsto l'uso di gabbionate rinverdite incastrate all'interno della scarpata; infatti, in questo caso si necessita di un vero e proprio sostegno sia in caso di sterro che di riporto, considerate le caratteristiche del terreno. 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;
- **per scarpate superiori a 5 m**, si prevede l'inserimento di terre rinforzate, queste ultime, infatti, riescono a sostenere pendenze fino a 70°, e migliorano le caratteristiche geotecniche del terreno, per queste ragioni si utilizzano nei casi più critici.

Le azioni di mitigazione e ripristino sono attività finalizzate a ridurre gli impatti generati dalla realizzazione del parco eolico, mediante l'utilizzo di interventi di ingegneria naturalistica. Le opere di ripristino possono

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

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 o dalla sottrazione dei suoli, o dalla loro modifica. Inoltre, la ricostruzione della coltre erbosa può consentire notevoli benefici anche per l'impatto visivo.

Alla fine dei lavori di realizzazione del parco eolico, si prevede il ripristino ambientale, come alle condizioni ex ante di progetto.

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

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

Le opere a verde mirano all'armonizzazione del parco eolico con il contesto ambientale circostante ed al ripristino dei luoghi interessati dai lavori della wind farm.

Dalla lettura delle sezioni di progetto per la realizzazione delle strade di nuova costruzione e delle piazzole in fase di esercizio sono state definite le aree di scarpate e le altezze delle stessa. Le tipologie di opere di ingegneria naturalistica a cui faremo riferimento all'interno del progetto in esame, sono le seguenti:

- Terre rinforzate;
- Geo celle a nido d'ape in materiale sintetico;
- Gabbionate in rete metallica zincata rinverdata.

Si descrivono in dettaglio gli aspetti geotecnici delle suddette opere:

## 2.1 TERRE RINFORZATE

La terra rinforzata è una tecnica dell'ingegneria naturalistica, che punta alla stabilizzazione di un rilevato con terreno di riporto.

I procedimenti utilizzati per ottenere il rinforzo dei terreni appartengono a tre categorie:

- Sistemi di rinforzo in sito: le inclusioni vengono eseguite direttamente nel terreno indisturbato; a tale scopo si impiegano tiranti di ancoraggio, pali, micropali o barre (soil nailing);
- Sistemi di rinforzo con rinterro: il terreno è di riporto e viene steso per strati compattandolo; durante la realizzazione del rilevato si mettono in opera le inclusioni: bandelle metalliche, barre metalliche, geo sintetici, reti metalliche ecc.;
- Sistemi di rinforzo per miscelazione: il terreno viene miscelato a microelementi di rinforzo, come ad esempio fibre sintetiche, e successivamente steso e compattato.

I materiali che vengono impiegati nel rinforzo dei terreni, sulla base delle caratteristiche di resistenza meccanica, possono essere distinti in:

- Materiali dotati di rigidità assiale, trasversale e flessionale.
- Materiali dotati unicamente di rigidità assiale.

Generalmente, un rilevato di terreno naturale viene rinforzato con elementi sintetici o metallici (rinforzi) dotati di elevata resistenza a trazione. Le terre rinforzate trovano applicazione come opere di sostegno e opere di contenimento e opere in rilevato. Esse assolvono quindi la funzione di opere di sostegno del pendio (funzione generalmente assolta da muri di contenimento, di controripa o di sottoscarpa) o di rilevati

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

stabilizzati (ad esempio un rilevato paramassi, rilevati stradali e ferroviari, rialzi arginali di canali e fiumi etc.).

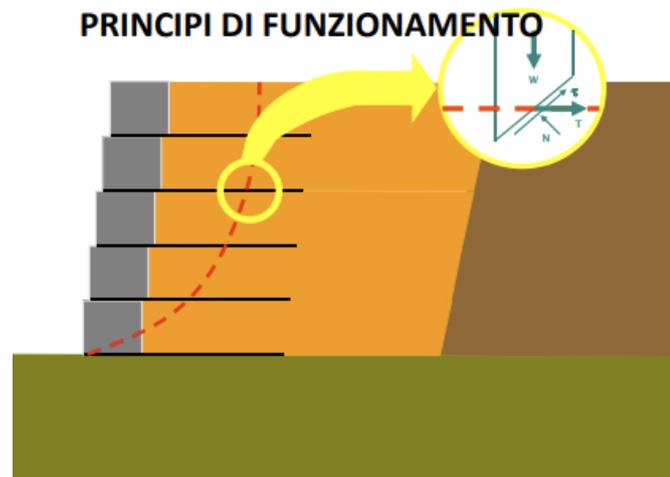


Figura 1: Principio di funzionamento delle terre rinforzate

Lo scopo dell'utilizzo di tale opera è quella di sopperire all'incapacità del terreno di contrastare la spinta attiva applicata sulla scarpata dal terreno retrostante, migliorando le caratteristiche meccaniche del terreno, conferendogli resistenza a trazione. La resistenza a trazione richiesta è generalmente fornita da rinforzi, quali ad esempio le geo griglie che vengono interposte orizzontalmente tra i diversi strati di terreno e sono caratterizzate da una certa lunghezza di ancoraggio (alla base dello strato) e da una certa lunghezza del risvolto (alla sommità dello strato). In altre parole, i rinforzi sono in grado di assorbire gli sforzi di taglio che i terreni non sono in grado di sostenere.

In genere la sovrapposizione degli strati è la seguente:

1. terreno naturale;
2. geo griglia di rinforzo;
3. biostuoia di ritenzione;
4. cassero di contenimento;
5. idrosemia.

La Normativa Europea di riferimento, recepita in Italia, è la UNI EN ISO10318:2005 "Geosintetici -Termini e definizioni". Attualmente sono disponibili rinforzi in grado di erogare una resistenza a trazione compresa nell'intervallo 30-1600 kN/m, nelle terre rinforzate si adottano rinforzi da 50 a 400 kN/m. La norma di riferimento per i geosintetici (ISO 10319) include anche i prodotti metallici: reti doppia torsione, reti elettrosaldate, bandelle, ecc.

I dati preliminari necessari al dimensionamento di una terra rinforzata sono:

- caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche del sottosuolo (angolo di attrito interno, coesione e peso specifico) del terreno a tergo della futura opera;
- classificazione sismica dell'area e caratterizzazione sismica dei terreni;
- rilievi topografici dell'area con sezioni sullo stato di fatto;
- definizione della geometria della struttura in progetto (inclinazione del fronte, altezza etc.);
- carichi esterni applicati alla struttura.

Dal punto di vista geotecnico per dimensionare correttamente una terra rinforzata occorre verificare le caratteristiche meccaniche del terreno. La verifica del terreno di fondazione è generalmente effettuata

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

attraverso l'esecuzione di sondaggi e prove in situ quali le prove penetrometriche per verificare lo stato di addensamento dei terreni.

In generale, per quanto riguarda il materiale di riempimento per la realizzazione della terra rinforzata, i terreni incoerenti rappresentano la soluzione ideale per la realizzazione del rilevato. Eventualmente si può utilizzare materiale incoerente proveniente dagli scavi. La funzione del geocomposito drenante a tergo delle strutture in terra rinforzata è quella di mantenere drenata l'area interna dell'opera, al fine di evitare un aumento della spinta idrodinamica nel terreno. In funzione dell'altezza, sarà opportuno inserire alla base del rilevato dei collettori fessurati per la raccolta ed il successivo smaltimento delle acque intercettate. La compattazione a ridosso del paramento deve essere fatta con piastra vibrante o rullo manuale.

### 2.1.1 VERIFICHE DI STABILITÀ

Dal punto di vista geotecnico occorre effettuare una serie di verifiche di stabilità che riguardano i possibili meccanismi di rottura della terra rinforzata. Le verifiche da eseguire sono:

- la verifica allo sfilamento degli elementi metallici;
- verifica allo scorrimento;
- verifica alla resistenza a trazione (ovvero a rottura) del rinforzo (ad es. geogriglie).

Vi sono poi le “verifiche globali” che riguardano:

- la verifica a ribaltamento,
- verifiche al collasso per carico limite
- verifiche allo scorrimento sul piano di posa.

Secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17.01.2018 (NTC 2018), le terre rinforzate rientrano nella categoria delle opere di sostegno quali strutture miste. “Strutture miste che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento”

Dovrà essere verificata la condizione  $E_d < R_d$  per ogni stato limite considerato con

$E_d$  =azioni sollecitanti

$R_d$  =azioni resistenti.

Le verifiche saranno quindi effettuate con gli approcci 1 e 2:

#### **VERIFICHE STATICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

##### **Stabilità Globale (GEO)**

Approccio 1 - Combinazione 2 **(A2+M2+R2)**  
 Fattore parziale Earth Resistance  $\gamma_r = 1.1$

##### **Stabilità Interna (STR)**

Approccio 1- Combinazione 1 **(A1+M1+R1)**  
 Ex. Scorrimento gabbione-gabbione

##### **Scorrimento e Capacità Portante (GEO)**

Approccio 1 - Combinazione 2 **(A2+M2+R2)**  
 Fattore parziale Earth resistance e Bearing Capacity  $\gamma_r = 1.4$ ; Sliding  $\gamma_r = 1.1$

##### **Ribaltamento (EQU)**

Combinazione di carico **(EQU+M2+R1)**  
 Non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione

Tabella 1: verifiche statiche allo SLU

La verifica di stabilità globale (del complesso opera di sostegno-terreno) va fatta secondo l'**Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2)**, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo ( $\gamma_R=1.1$ ).

Per le opere e i sistemi geotecnici (§7.11 NTC2018) le verifiche degli SLU in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto, con i coefficienti parziali  $\gamma_R$ .

SLU	TIPO DI VERIFICA	APP.1 COMB.2 A2+ M2+R2	APPR. 2 COMB.1 A1+M1+R3
GEO	STABILITA' GLOBALE	✓	
GEO	SCORRIMENTO		✓
GEO	COLLASSO FONDAZIONE		✓
GEO	RIBALTAMENTO		✓
STR	RESISTENZA ELEMENTI STRUTTURALI		✓

Tabella 2 riassunto delle NTC 2018

Quando possibile, sono raccomandate scarpate con inclinazione inferiore a 70°.

Generalmente, al termine dell'intervento, è prevista un'idrosemina per agevolare la crescita del manto erboso per ridurre l'impatto visivo e aumentare la compattazione degli strati più superficiali del terreno.

Vista del cantiere in tre diverse fasi dei lavori.



Figura 2. Fasi di esecuzione terre rinforzate

Nell'esecuzione delle opere a verde di riqualificazione ambientale verranno impiegati come materiali vegetali le piante erbacee, arbustive ed arboree prelevate dall'area di cantiere mediante zollatura o talea prima dell'avvio dei lavori. Gli interventi di Ingegneria Naturalistica hanno la funzione di consolidamento e recupero, ma a volte assolvono anche la funzione di ricostruire la naturale stratificazione di un suolo. Saranno anche eseguite delle scoline secondo l'andamento delle isoipse per attenuare il potere erosivo dell'acqua lungo pendii con elevata pendenza e/o lunghezza.

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

Sotto il profilo statico, la stabilità della struttura è garantita dal peso stesso del terreno consolidato internamente dai rinforzi; la stabilità superficiale dell'opera è assicurata dalle stuoie sul paramento e dalle piante.

Le prescrizioni di progetto generali sono le seguenti:

- pendenza massima del fronte esterno di 60° per consentire alle piante di ricevere almeno in parte l'apporto delle acque meteoriche;
- presenza di uno strato di terreno vegetale verso l'esterno a contatto con il paramento, per uno spessore di circa 50 cm;
- rivestimento verso l'esterno con una stuoia biodegradabile che trattenga il suolo consentendo la radicazione delle piante erbacee;
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento;
- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talee che svolgono nel tempo le seguenti funzioni:
  - consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata;
  - copertura verde della scarpata con effetto combinato di prato-pascolo arbustato che più si avvicina agli stadi vegetazionali delle scarpate naturali in condizioni analoghe;
  - raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità.
  - realizzazione di sistemi di drenaggio che non impediscano però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione importante per dare completezza naturalistica a questo tipo di interventi.

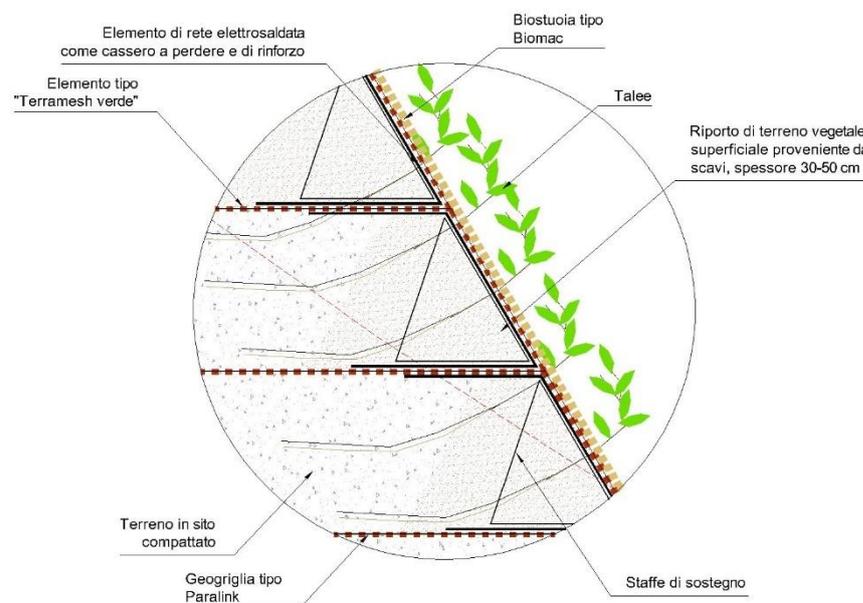


Figura 3: particolare del paramento esterno alla struttura in terre armate

A conclusione della costruzione della parete in terra rinforzata, vanno realizzati i raccordi con la morfologia preesistente (nelle zone laterali e sommitale della struttura onde evitare pericolosi inneschi erosivi), l'asporto di detriti e scarti di lavorazione (eventuali residui organici quali rami, ramaglia, legno possono essere mischiati al materiale di riempimento, facendo però attenzione che non provochino il formarsi di

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

pericolosi vuoti in fase di costipamento), la pulizia totale del sito. Tali operazioni vanno effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completate manualmente.

Questo tipo di struttura di sostegno risulta molto adatta per sistemazioni in spazi limitati o in vicinanza di infrastrutture viarie.

## 2.2 GEOCELLE A NIDO D'APE IN MATERIALE SINTETICO

Le geo celle trovano impiego nella protezione delle scarpate soggette a un'azione di erosione profonda che necessita di una importante azione di confinamento del terreno; la struttura a nido d'ape forma una mantellata di celle (disponibili in varie altezze e diametri) ed è realizzata mediante un processo di estrusione in continuo di polietilene (PE). Le celle verranno completamente riempite con terreno vegetale e successivamente eseguita una semina ed eventualmente messi a dimora arbusti autoctoni e talee.

Le geocelle sono facilmente trasportabili, la struttura è apribile a fisarmonica nella fase di trasporto ha dimensioni ridotte. Una volta posate ed estese alla massima apertura, devono essere riempite con terriccio vegetale (oppure ghiaietto o altri tipi di terreno): in questo modo si crea un'azione di confinamento del terreno che impedisce lo scivolamento dello stesso verso valle e blocca i meccanismi di formazione dell'erosione.



Figura 4: stesura geocelle a nido d'ape- Foto G. Sauli

Le celle sono collegate tra di loro attraverso giunzioni che hanno un'apertura centrale attraverso la quale può passare l'acqua: in questo modo tutte le celle risultano idraulicamente collegate tra di loro e l'acqua di infiltrazione può scorrere verso il basso senza appesantire la struttura. I campi di applicazione sono

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

generalmente per versanti ripidi con scarso terreno vegetale e limitato spazio a disposizione.

<b>Materiali impiegati</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geocelle in non tessuto poliestere o in polietilene estruso</li> <li>• Picchetti di ferro acciaioso sagomati ad U di lunghezza 40-50 cm</li> <li>• Terreno vegetale</li> <li>• Semina</li> <li>• Arbusti autoctoni in zolla o talee prelevate dal selvatico</li> </ul>
<b>Modalità di esecuzione</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regolarizzazione della superficie e allontanamento di apparati radicali, pietrame, ecc.</li> <li>• Formazione di uno scavo a monte del versante</li> <li>• Fissaggio delle strisce all'interno del solco con picchetti sagomati a U</li> <li>• Stesura delle strisce di geocelle lungo il versante e loro apertura a fisarmonica</li> <li>• Fissaggio delle celle lungo il versante con picchetti sagomati a U (dovranno risultare celle di forma esagonale)</li> <li>• Riempimento con terreno vegetale</li> <li>• Semina a spaglio o idrosemina</li> <li>• Messa a dimora di specie arbustive autoctone in zolla o per talea con prelievo in loco dal selvatico</li> </ul>
<b>Prescrizioni</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La quantità minima di picchetti deve essere di 1 ogni 2 celle</li> <li>• Ulteriori ancoraggi saranno effettuati lungo il versante in ragione di almeno due ancoraggi/m<sup>2</sup></li> </ul>
<b>Limiti di applicabilità</b> <p>Pendenza della scarpata superiore a 40°</p>

<b>Vantaggi</b> <p>Struttura elastica, che si adatta al terreno. E' un rivestimento di tipo elastico.</p>
<b>Svantaggi</b> <p>Limitata altezza costruttiva.</p>
<b>Effetto</b> <p>Contenimento e rinforzo del terreno superficiale.</p>
<b>Periodo di intervento</b> <p>Le geocelle possono essere posizionate in qualsiasi periodo dell'anno. Qualora vi siano abbinate semine e piantagioni i periodi di riferimento sono quelli primaverili-autunnali. Sono da evitarsi i periodi di gelo invernale e aridità estiva.</p>
<b>Possibili errori</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Insufficiente picchettatura</li> </ul>



Tabella 3: stralcio da Tecniche di Ingegneria Naturalistica, Sauli G., Cornelini P., Preti-Regione Lazio 2002.

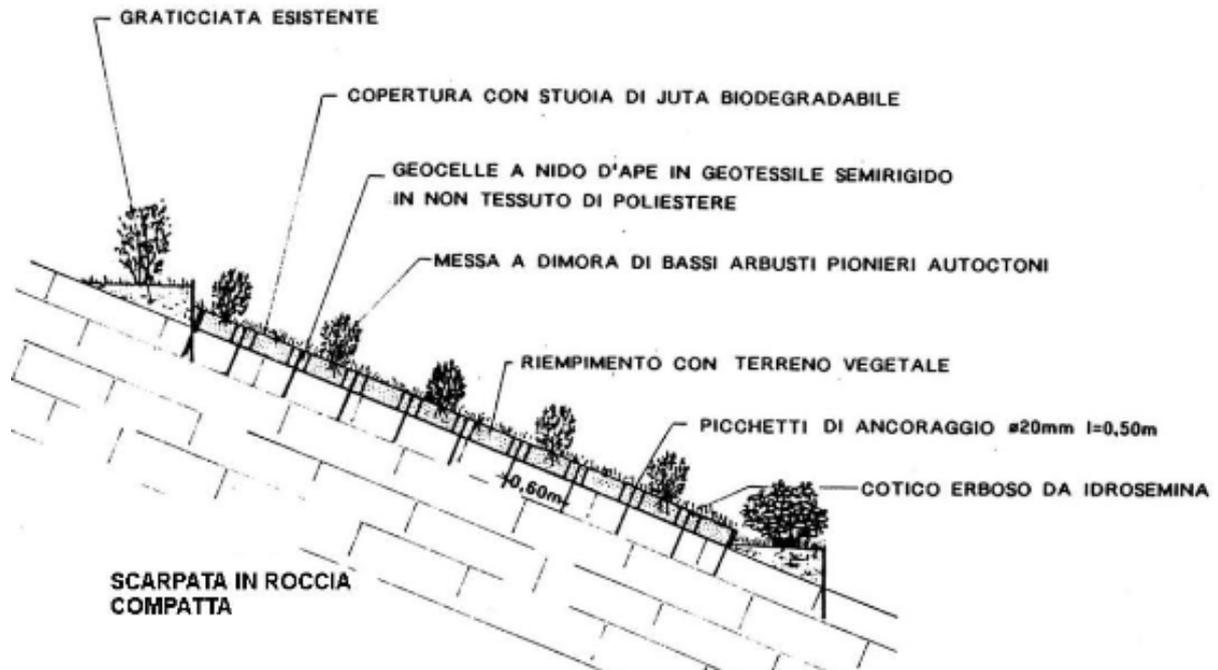


Figura 5: schema della sezione tipo

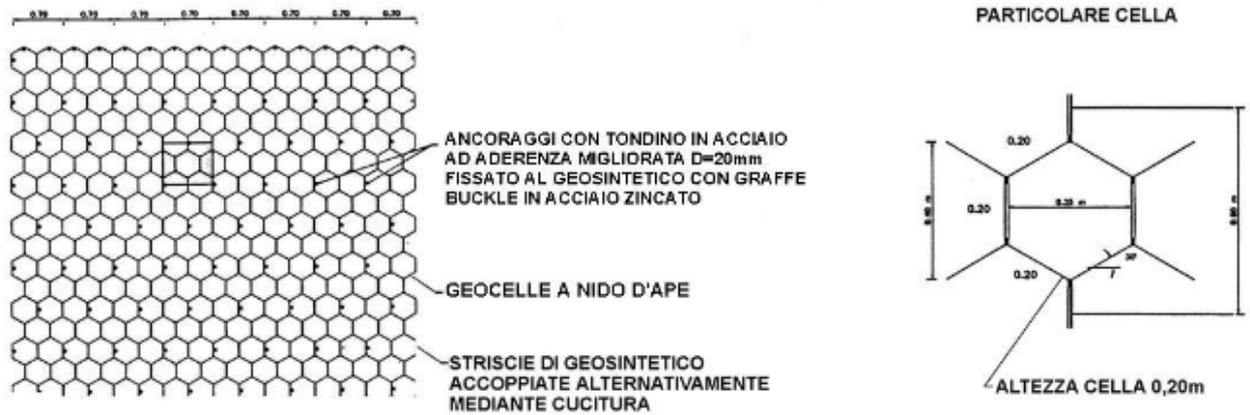


Figura 6: schema del particolare cella

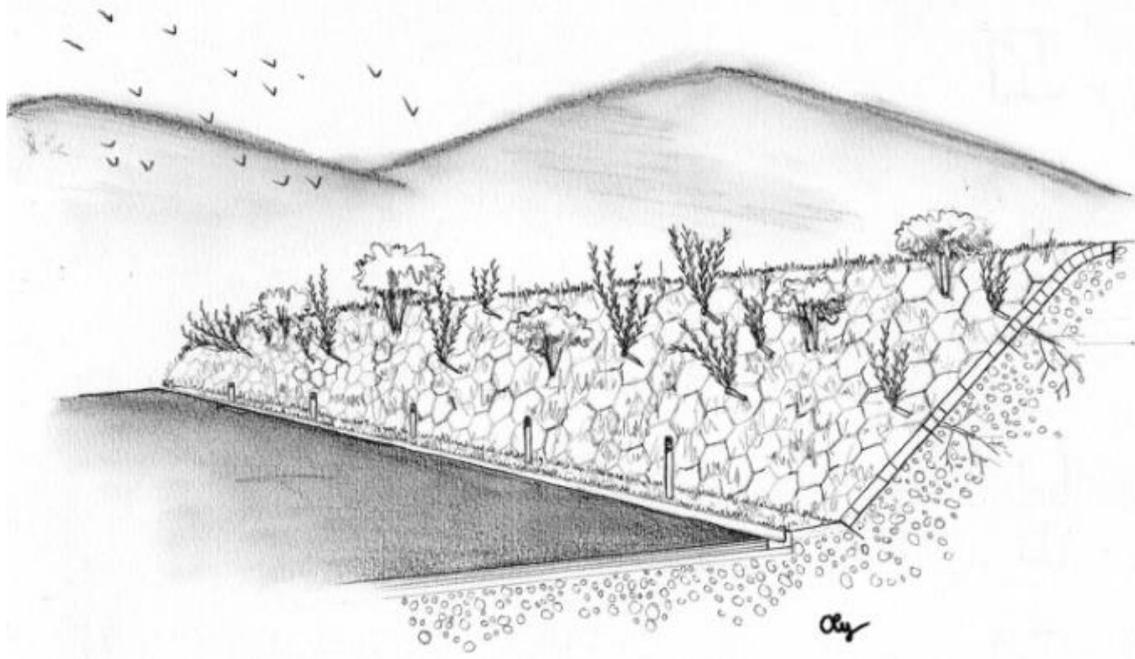


Figura 7: rappresentazione del risultato finale

### 2.3 GABBIONATA IN RETE METALLICA ZINCATA RINVERDITA

Le gabbionate sono particolari opere di sostegno a gravità. Sono costituite da elementi indipendenti (gabbioni), affiancati e appoggiati l'uno sull'altro (vedi figura seguente). I gabbioni sono parallelepipedi di rete metallica, di norma di dimensioni 1x1x2 m, riempiti in sito di pietrame, ciottoli e ghiaia pulita. Queste opere hanno il vantaggio di essere molto flessibili in quanto si adattano agli spostamenti verticali ed orizzontali del terreno ed inoltre sono molto permeabili. Tali caratteristiche rendono le gabbionate particolarmente utili per la stabilizzazione dei pendii in frana e per opere di difesa dall'erosione delle sponde dei corsi d'acqua e delle coste.



Figura 8: schemi di gabbionate

La struttura in gabbione sfrutta la mutua interazione tra pietrame e rete metallica, agendo come un insieme solido e monolitico.

La scelta di utilizzare i gabbioni come opere di sostegno è dettata dalle seguenti motivazioni:

- Economicità;

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

- Permeabilità: sono strutture altamente permeabili all'acqua per cui inibiscono la formazione di pericolose spinte idrostatiche in grado di minacciare la stabilità della struttura stessa.
- Flessibilità ed Elasticità, nel senso che sono in grado di sopportare deformazioni e cedimenti differenziali senza che ne venga compromessa la stabilità e la funzionalità.

La progettazione delle opere in gabbioni deve avvenire secondo i criteri stabiliti per i muri di sostegno a gravità tradizionali, con riferimento agli stati limite elencati dalle NTC 2018 validi sia per le condizioni statiche che per quelle pseudo-statiche.

Normativa di riferimento:

NTC 2018: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 Gennaio 2018

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili, devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione  $E_d < R_d$  sia soddisfatta per ogni stato limite considerato con:

- $E_d$ =azioni sollecitanti
- $R_d$ =azioni resistenti

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
- ribaltamento;
- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno.

La verifica a scorrimento accerta la stabilità dell'opera allo scorrimento lungo il piano orizzontale di posa, con parametri di resistenza del terreno (coesione e angolo di attrito sulla superficie di scorrimento) valutati da prove geotecniche.

La verifica di capacità portante (o collasso per carico limite) accerta la sicurezza nei confronti della rottura del terreno di fondazione sotto il peso dell'opera. In particolare, il carico limite dei terreni di fondazione viene calcolato con il classico metodo di Terzaghi che consente di tenere in conto situazioni stratigrafiche o geometriche complesse.

La verifica a ribaltamento accerta la stabilità dell'opera al ribaltamento attorno ad un punto alla base del muro.

La verifica di stabilità globale fa riferimento ai metodi di stabilità all'equilibrio limite. La porzione di terreno soggetta a rottura viene divisa in conci e per ciascuno di questi si calcolano le forze alle quali sono assoggettati: forze esterne, peso, reazioni alla base e forze di contatto tra concio e concio.

L'analisi in condizione sismiche è eseguita mediante il metodo pseudostatico, ovvero l'azione sismica viene rappresentata da un'azione statica equivalente.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 4a per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 4b per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ ( $\gamma_{GE}$ )	EQU	(A1)	(A2)	Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	0.9	1.0	1.0	Tangente dell'angolo resistenza a taglio	$\tan'j'_k$	$\gamma'_j$	1.0	1.25
	Sfavorevole	1.1	1.3	1.0					
Carichi permanenti $G_2$ <sup>(1)</sup>	Favorevole	0.8	0.8	0.8	Resistenza non drenata	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
	Sfavorevole	1.5	1.5	1.3					
Azioni variabili Q	Favorevole	0.0	0.0	0.0	Peso dell'unità di volume	$c_{uk}$	$\gamma_{cu'}$	1.0	1.4
	Sfavorevole	1.5	1.5	1.3					
						$\gamma_\varepsilon$	$\gamma_g$	1.0	1.0

(a)

(b)

Tabella 4 a) coefficienti parziali per le azioni, b) coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione **(A1+M1+R3)**, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nella tabella 5

Verifica	Coefficiente Parziale (R3)
	Carico limite
Scorrimento	$\gamma_R = 1.1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1.15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1.4$

Tabella 5: Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro. In casi particolari, da giustificare con considerazioni relative alle caratteristiche meccaniche dei terreni e alle modalità costruttive, la presa in conto di un'aliquota (comunque non superiore al 50%) di tale resistenza è subordinata all'assunzione di effettiva permanenza di tale contributo, nonché alla verifica che gli spostamenti necessari alla mobilitazione di tale aliquota siano compatibili con le prestazioni attese dell'opera.

### 3 INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA IPOTIZZATI IN PROGETTO

Nel progetto in esame, per stabilizzare le scarpate in seguito a sterri e riporti, vengono ipotizzate alcune opere di ingegneria naturalistica.

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

Si deve tener conto che, in terreni coerenti (a grana fine), se si suppone che il terreno non resista a trazione, dalla condizione che solo alla base della parete verticale si possano avere stati limite di sforzo, si deduce un'altezza critica entro cui lo scavo si autosostiene pari a

$$H_{cr} = 2 \frac{cu}{\gamma}$$

essendo:

- $\gamma$  il peso dell'unità di volume del terreno in kN/m<sup>3</sup>
- $cu$  la coesione non drenata in kPa.

Questa espressione può essere adottata in prima approssimazione per verificare a breve termine la stabilità di uno scavo temporaneo.

Considerando le caratteristiche geotecniche medie della litologia dell'area in esame e applicando la formula dell'altezza critica, si può ritenere che lo scavo si autosostenga fino ad 2,5 m, in condizioni non drenate. Questo ragionamento vale nel breve termine mentre nel lungo periodo, le condizioni drenate faranno sì che il terreno sarà tutto spingente con spinta attiva. Infatti, la condizione a lungo termine è sempre la più critica negli scavi poiché si annulla il contributo stabilizzante delle sovrappressioni negative.

**Gli aerogeneratori poggiano su terreni a grana fine** con angolo di attrito medio di 26 °. Teoricamente si può dimostrare che in assenza di acqua, in un terreno perfettamente incoerente ( $c' = 0$ ), un fronte di scavo è stabile solo se la scarpata ha un'inclinazione  $\beta < \phi'$ . Si constata anche che una debole coesione è sufficiente ad assicurare la stabilità di pendii notevolmente più acclivi, o anche di tagli verticali, purché di altezza limitata. Nel caso specifico, la coesione drenata media della coltre è di circa 22 kPa. Le pendenze degli scavi raggiungono i 45°, così come i riporti. La coesione media del terreno, quindi è sufficiente a mantenere stabili riporti e sterri. Ad ogni modo, per garantire la stabilità delle scarpate anche in condizioni drenate, si considerano interventi naturalistici tesi a stabilizzare i fronti di scavo. Di seguito si riportano gli interventi per singola piazzola o strada di nuova costruzione.

### 3.1 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA01

Prendendo a riferimento la tavola di progetto con i profili Longitudinali e le sezioni delle piazzole e della viabilità di nuova realizzazione le quote dei riporti e degli sterri sono variabili. Per quanto concerne la strada di accesso, di nuova realizzazione alla piazzola dell'aerogeneratore denominato NA01, si riporta di seguito uno stralcio planimetrico e relative sezioni più significative della tavola di riferimento.

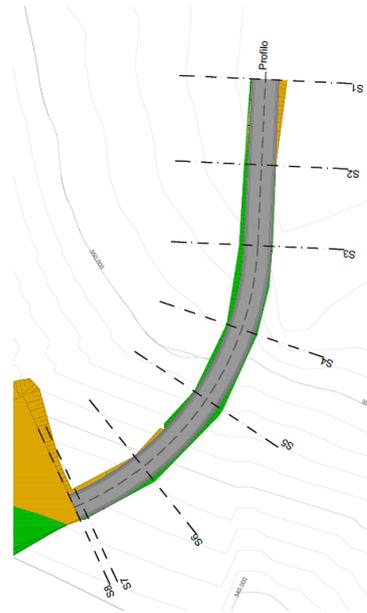
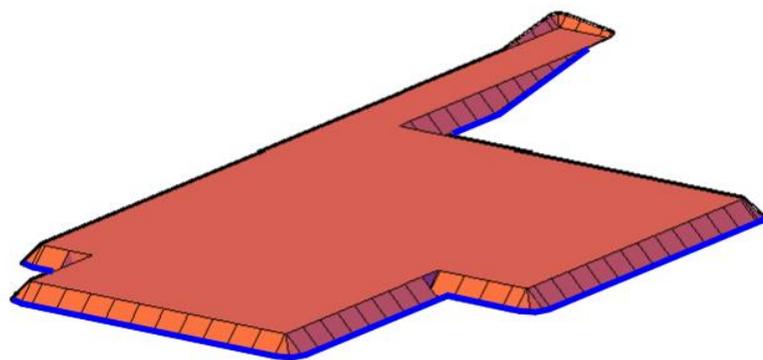


Figura 9: Stralcio planimetrico strada di ingresso alla NA01

i fronti di scavo non superano il metro; quindi, per il fronte di scavo a monte non si prevedono opere di mitigazione in quanto risulta necessario compattare debitamente i fronti di scavo.

Per quanto riguarda la piazzola dell'aerogeneratore NA01, di cui si riporta uno stralcio tridimensionale della configurazione di esercizio questa risulta essere realizzata quasi totalmente in rilevato, in quanto il sito di realizzazione risulta essere pianeggiante, i cui fronti di scavo risultano essere poco al di sotto di 2 metri (1,90 m), per cui si opterà per l'utilizzo delle geostuoie/geocelle a nido d'ape con idrosemina, che oltre a garantire la stabilizzazione della scarpata, ridurrà anche l'impatto visivo dell'opera.



**Altezza fronte di scavo: 1,90 m**  
**Per scarpate comprese tra 1,5 m e 3 m: Geostuoie**

Figura 10: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA01

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

### 3.2 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA02

Prendendo a riferimento la tavola di progetto con i profili longitudinali e le sezioni delle piazzole e della viabilità di nuova realizzazione, anche per le opere concernenti l'installazione dell'aerogeneratore NA02, le quote dei riporti e degli sterri sono variabili. Per quanto concerne la strada di accesso, di nuova realizzazione, si riporta di seguito uno stralcio planimetrico e le sezioni che presentano gli sterri e riporti con valori maggiori.



Figura 11: Stralcio strada di ingresso alla NA02 e sezioni

Come è possibile osservare, anche in questo caso non risultano necessarie opere di mitigazione in quanto i fronti di scavo risultano per tutte le sezioni inferiori ad 1,5 m, per cui si provvederà alla compattazione del terreno.

Per la piazzola dell'aerogeneratore NA02, la sua realizzazione prevede un'ampia area in rilevato principalmente sul lato destro e una in scavo sul lato sinistro (figura 13). Dallo stralcio tridimensionale e dalle relative sezioni è possibile osservare che i fronti di scavo in sterro non superano i 1,5 m di altezza, per cui non verranno realizzate opere di presidio; per la parte in riporto risultano alcune aree i cui i fronti variano tra 1,5 m e 3 m, mentre in altri si superano i 5 metri. Nel primo caso sarà dunque opportuno intervenire con un rivestimento in geostuoia al fine di preservare il terreno dagli agenti atmosferici che potrebbero compromettere la stabilità delle scarpate, nel secondo caso invece si prevederanno delle gabbionate.

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

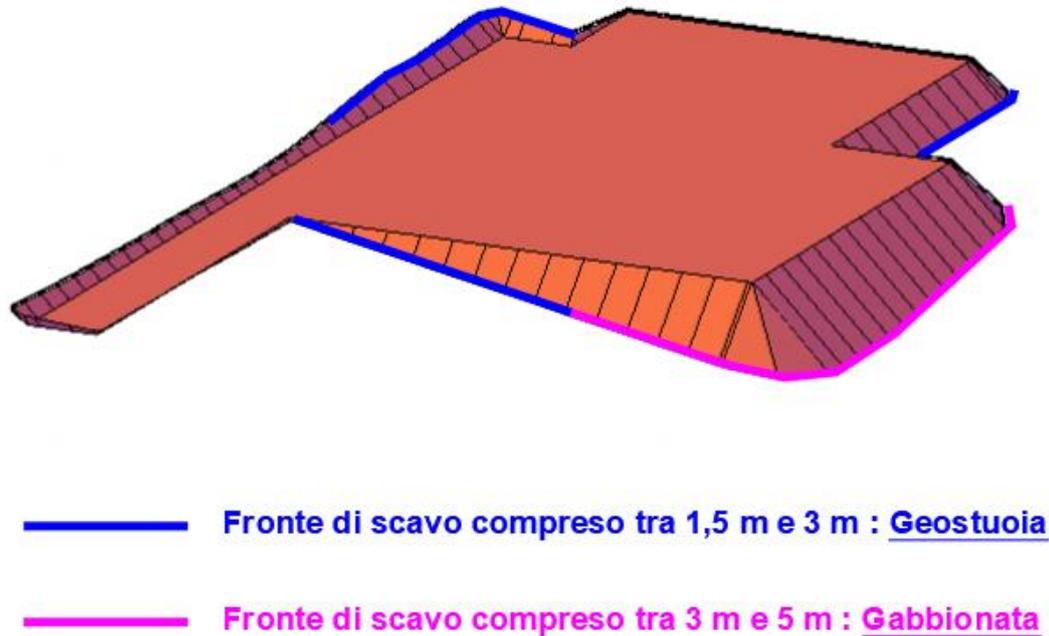


Figura 12: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA02

### 3.3 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA03

In questo caso la strada di accesso alla piazzola dell'aerogeneratore denominato NA03, si sviluppa contenendo al minimo gli sterri e rilevati, infatti anche considerando le sezioni con le quote maggiori di sterri e riporti, così come riportato negli stralci seguenti, è possibile osservare che tutte le sezioni non superano il 1,5 m di scavo, per questo tratto non si prevedono opere di ingegneria naturalistica, ma sarà possibile prevedere la semplice idrosemina per contenere il fenomeno del dilavamento causato dal ruscellamento della acque superficiali. Per le tratte per le quali sarà necessario si provvederà, considerata comunque l'altezza del fronte contenuta, l'utilizzo delle geocelle.

Per la realizzazione della piazzola si prevedono fronti di scavo e riporto significativamente maggiori, che impongono l'utilizzo di muri a gravità in gabbionate metalliche e pietrame a secco rinverdite in quanto i fronti massimi di rilevato arrivano ad una altezza massima di 6,50 m. Sulla parte in sterro invece le altezze massime del fronte di scavo risulteranno molto minori in quanto raggiungono massimo 1,5 m di altezza. Nel prospetto tridimensionale della piazzola si individuano le aree sulle quali realizzare le opere di presidio.

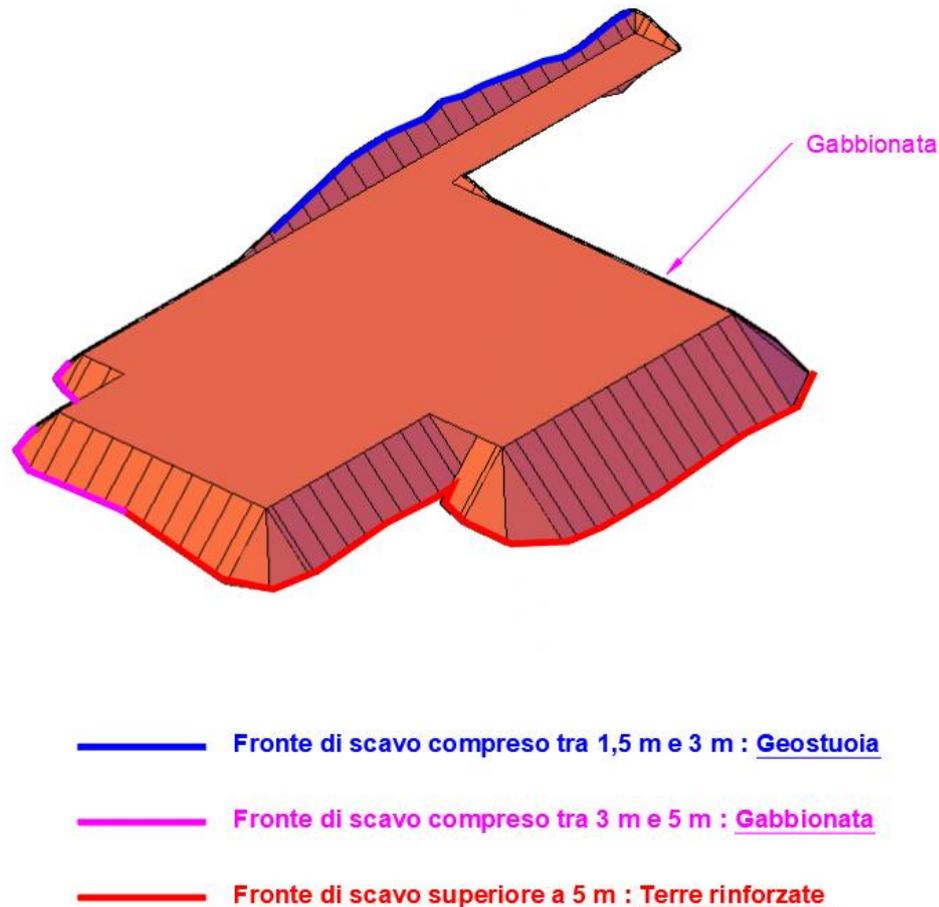


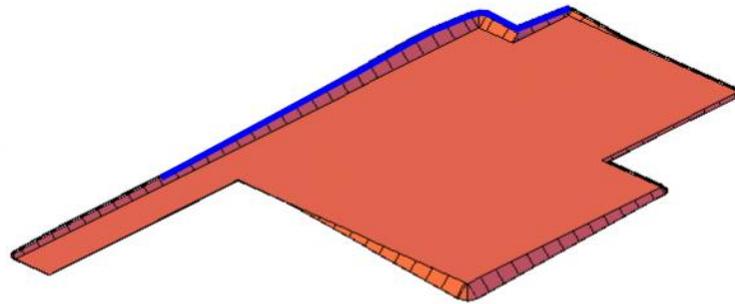
Figura 13: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA03

### 3.4 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA04

In questo caso la strada di accesso alla piazzola dell'aerogeneratore denominato NA04, così come per la NA03, si sviluppa contenendo al minimo gli sterri e rilevati. Infatti anche considerando le sezioni con le quote maggiori di sterri e riporti, così come riportato negli stralci seguenti, è possibile osservare che tutte le sezioni non superano il 1,5 m di scavo, per questo tratto non si prevedono opere di ingegneria naturalistica, ma sarà possibile prevedere la semplice idrosemina per contenere il fenomeno del dilavamento causato dal ruscellamento della acque superficiali. Per le tratte per le quali sarà necessario si provvederà, considerata comunque l'altezza del fronte contenuta, l'utilizzo delle geocelle.

La piazzola in fase di esercizio della turbina NA04 è realizzata sia in sterro che in riporto in maniera equivalente. La realizzazione non prevede fronti di scavo molto elevati, così come verificato anche dalla visualizzazione delle sezioni di progetto (TAV: GS314-OC16-D), dalle quali emerge che la quota massima del fronte risulta essere nella condizione peggiore di 1,5 m. Dal prospetto tridimensionale riportato di seguito evidenzia le aree della piazzola nelle quali sarà necessario prevedere l'inserimento di geostuoie:

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00



— Fronte di scavo compreso tra 1,5 m e 3 m : Geostuoia

Figura 14: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA04

Nei tratti non evidenziati non saranno previste opere di contenimento, ma soltanto la compattazione dei fianchi.

### 3.5 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA05

La strada di accesso alla piazzola di esercizio dell'aerogeneratore denominato NA05 presenta un tratto iniziale che non prevede opere di contenimento in quanto i fronti di scavo di scavi e rilevati risultano essere inferiori al metro e mezzo ed un ulteriore tratto in cui i fronti risultano variano da un massimo nel tratto centrale (compreso tra la sezione S5 e S8) di 1,80 m, ed un tratto finale (dalla S18 alla S20) in cui è previsto uno scavo dal fronte di circa 2,60 m così come accade piazzola in fase di esercizio.

Infatti, questa risulta essere realizzata principalmente in scavo, presentando dei fronti di scavo che rappresentano il prolungamento del fronte necessario alla stabilizzazione della strada di accesso alla stessa che presenta un massimo di 2,90 m. Dati i modesti fronti di scavo l'opera di presidio prevista per le suddette opere consta dell'inserimento di geocelle.

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R
	Data Ottobre 2023	Rev. 00	

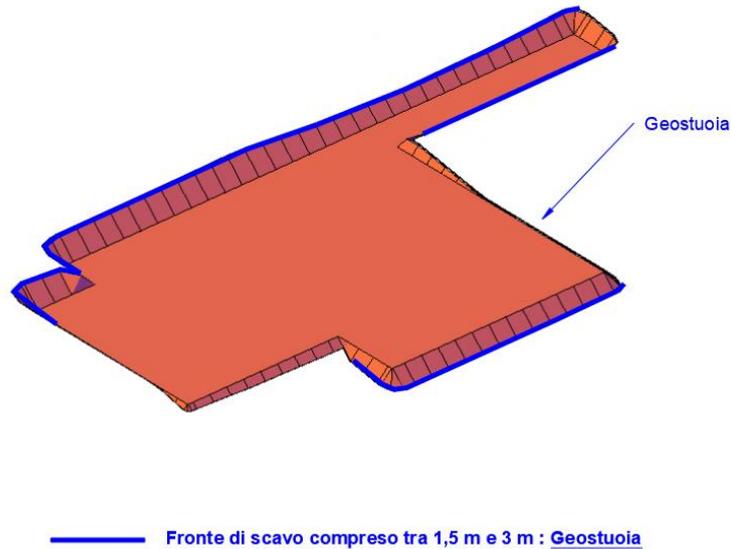


Figura 15: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA05

### 3.6 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA06

La strada di accesso alla piazzola di esercizio dell'aerogeneratore denominato NA06 risulta essere caratterizzata da un breve tratto di circa 168 m realizzata principalmente in rilevato. La conformazione dei rilevati e degli sterri non hanno previsto la formazione di eccessivi fronti di scavo, che ammontano ad un massimo di 1,30 m tra le sezioni S2 ed S3, per cui non si ritiene necessario prevedere opere di presidio in quanto è sufficiente prevedere un compattamento dei fianchi. In maniera analoga anche la piazzola in fase di esercizio per la turbina NA06, che risulta essere praticamente realizzata totalmente in rilevato, presenta dei fronti di scavo minimi che raggiungono massimo i 0,5 m in quanto il terreno sul quale si realizzerà l'opera è praticamente pianeggiante per cui, a più di un compattamento dei terreni laterali, non sarà prevista alcuna opera di presidio.

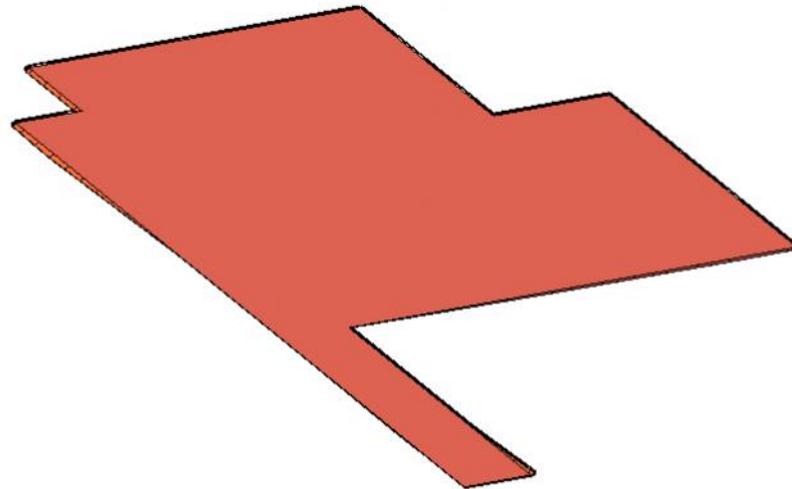


Figura 16: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA06

### 3.7 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA07

La strada di accesso alla piazzola a servizio dell'aerogeneratore NA07 presenta uno sviluppo di 163 m circa di cui per un tratto iniziale che va dalla sezione S1 alla sezione S9 presenta dei tratti, principalmente in rilevato, le cui altezze del fronte di scavo risultano essere pressoché irrilevanti in quanto minori al metro, per cui in questa parte del tracciato non saranno previste opere di mitigazioni significative. Dalla sezione S9 alla S14, punto in cui la strada si innesta sul piano della piazzola, il tracciato sarà esclusivamente in rilevato con fronti che tendono ad aumentare significativamente fino a raggiungere un picco in prossimità della sezione S13 di circa 4,42 m. Per questo motivo si prevederà un tratto, dalla sezione S9 alla S11, nel quale verrà prevista la realizzazione di geocelle, ed un secondo tratto che termina con innesto in piazzola in cui si prevederanno delle gabbionate.

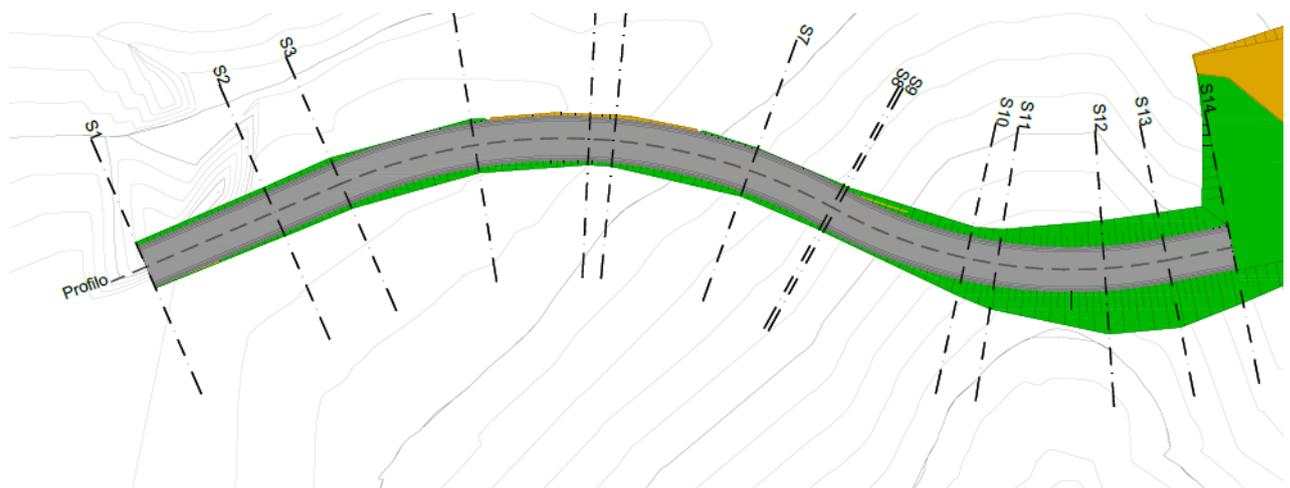


Figura 17: Stralcio strada di ingresso alla NA07

Per quanto concerne la piazzola invece, questa sarà realizzata principalmente in rilevato prevedendo una piccola porzione in sterro il cui fronte di scavo raggiungerà un massimo di 1,56 m, per cui si ritiene di stabilizzare il versante mediante l'installazione di geocelle/geostuoie. Le porzioni di piazzola realizzate in rilevato presentano invece fronti di scavo che variano tra il metro e mezzo ad un massimo di circa 4,20 m in corrispondenza dell'innesto della strada; quindi, la stabilizzazione adoperata per questi fronti sarà garantita sia mediante geocelle che gabbionate come rappresentato nel prospetto tridimensionale della piazzola di seguito:

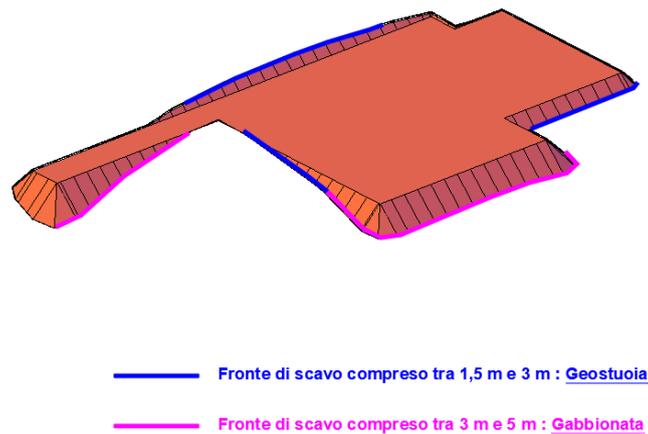


Figura 18: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA07

### 3.8 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA08

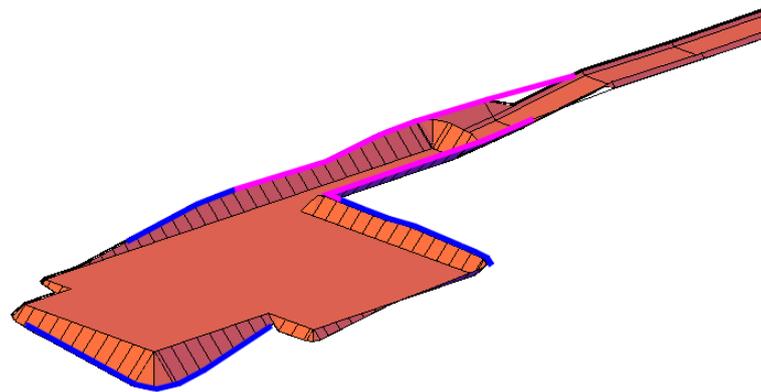
La strada di accesso alla piazzola a servizio dell'aerogeneratore NA08 si sviluppa per circa 674 m circa di cui per un tratto iniziale che va dalla sezione S1 alla sezione S13 presenta dei tratti, principalmente in rilevato, le cui altezze del fronte di scavo risultano essere modeste in quanto minori di 1,5 m, per cui in questa parte del tracciato non saranno previste opere di mitigazioni significative. Invece dalla sezione S13 alla S20, punto in cui la strada si innesta sul piano della piazzola, il tracciato tende a diventare in sterro, prevedendo anche in questo caso rilevati poco significativi con fronti che tendono a diminuire ulteriormente fino alla sezione compresa tra la S18 ed S19, in corrispondenza della quale il tracciato diventa in sterro presentando da subito fronti più significativi fino al punto di innesto in piazzola, dell'ordine di circa 3 m. Per cui si ipotizza che il tratto in sterro debba essere stabilizzato mediante geostuoie.



Figura 19: Stralcio strada di ingresso alla NA08

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00

La piazzola in fase di realizzazione alla turbina NA8 è realizzata, contrariamente alla strada, per gran parte della sua estensione prevalentemente in sterro presentando dei fronti di scavo che variano da un minimo di 2 m ad un massimo di 3,4 m per cui per i tratti compresi tra il metro e mezzo e i 3 si prevederanno stabilizzazione mediante geostuoia, mentre per i tratti superiori a 3 m si adopereranno gabbionate. La parte in rilevato, che comprende la realizzazione del plinto di fondazione, presenta fronti di scavo di circa 3 m per cui, anche in questo caso, la stabilizzazione del fronte avverrà con geostuoie. Il tutto è rappresentato schematicamente nel prospetto tridimensionale della piazzola riportato di seguito:



— Fronte di scavo compreso tra 1,5 m e 3 m : Geostuoia

— Fronte di scavo compreso tra 3 m e 5 m : Gabbionata

Figura 20: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA08

### 3.9 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA09

La strada di nuova realizzazione per l'accesso alla piazzola NA09 si sviluppa per circa 603 m alternando tratti realizzati in sterro a tratti realizzati in rilevato. Dalla consultazione delle sezioni di progetto risulta che dalla sezione S1 alla S5, più precisamente in corrispondenza della sezione S3, lo scavo presenta un massimo di circa 2 m (1,82 m per l'esattezza), al quale segue un tratto che si estende fino alla sezione S15 in rilevato presentando nella stessa un fronte massimo di circa 1,5 m. Infine la strada si innesta sulla piazzola proseguendo in sterro prevedendo proprio nel punto di innesto un fronte di scavo massimo di 4,80 m. quindi per i tratti in cui i fronti di scavo e rilevato risultano essere massimo di 2 m, la stabilizzazione avverrà mediante geostuoie, mentre nel tratto terminale sarà necessario l'utilizzo di gabbionate.

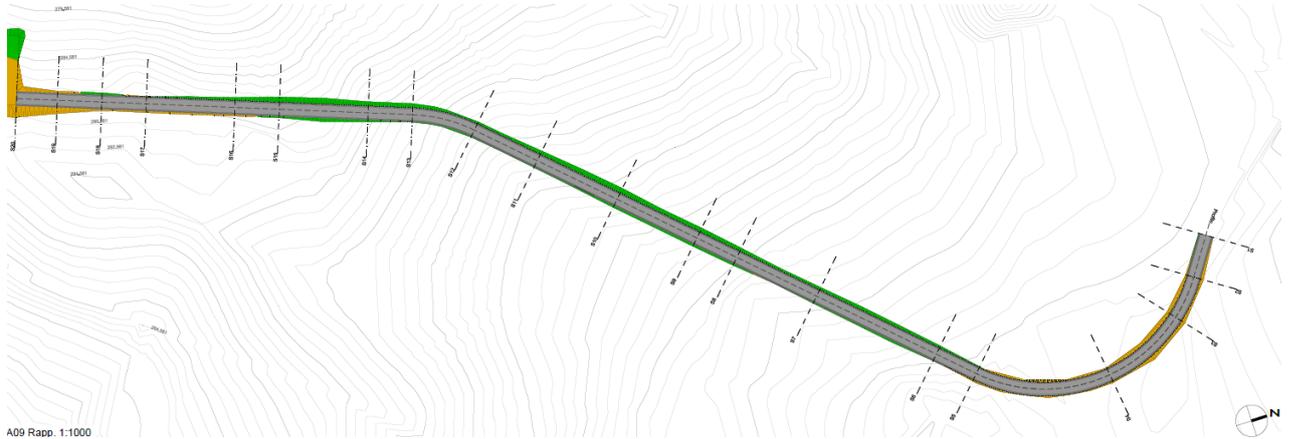
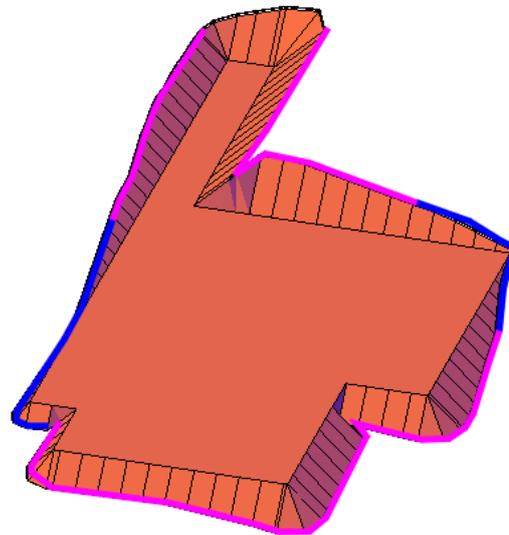


Figura 21: Stralcio strada di ingresso alla NA09

Così come la piazzola NA08, anche la piazzola in fase di esercizio a servizio della NA09 risulta essere realizzata prevalentemente in sterro, presentando la porzione in rilievo in corrispondenza della messa in opera del plinto di fondazione della turbina. Anche in questo caso, i fronti di scavo relativamente agli sterri risultano essere di circa 5 m in corrispondenza dell'accesso, scendendo gradualmente fino al punto in cui inizierà la parte in rilievo che presenta un massimo di circa 4 m. quindi, date le grandezze in gioco, la stabilizzazione avverrà mediante l'utilizzo di geocelle e gabbionate.



— Fronte di scavo compreso tra 1,5 m e 3 m : Geostuoia

— Fronte di scavo compreso tra 3 m e 5 m : Gabbionata

Figura 22: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA09



### 3.10 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA10

La strada di accesso alla piazzola NA10 ha un'estensione di circa 225 m ed è realizzata prevalentemente in rilevato presentando dei fronti di scavo al quanto contenuti fino alla sezione S10, nel quale si registra il picco massimo di 1,85 metri. Da questa sezione fine all'innesto in piazzola la strada diventa in sterro nel quale il massimo fronte di scavo è di circa 1,90 metri per cui, per entrambi i fronti la stabilizzazione avverrà con geocelle.

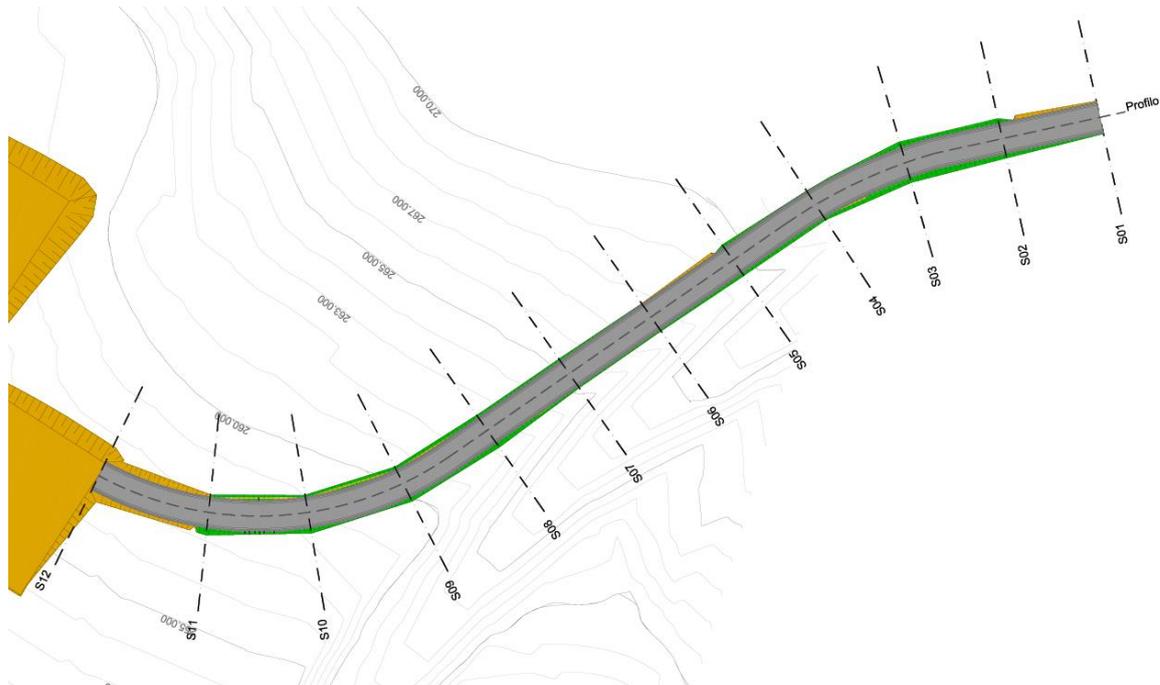
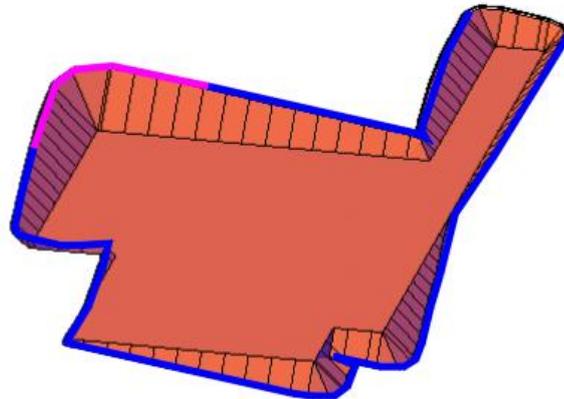


Figura 23: Stralcio strada di ingresso alla NA10

La piazzola in configurazione di esercizio NA10, così come la strada di accesso ad essa nel punto di innesto, presenta una conformazione in sterro che parte da un minimo di 2 m ad un massimo di circa 5 m mentre, l'area in rilevato presenta fronti minori che raggiungono un massimo di 2,60 m. Quindi la stabilizzazione dei fronti avverrà sia mediante gabbionate che geocelle nei punti in cui si registra il passaggio dalla configurazione da sterro a rilevato.

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R	
			Data Ottobre 2023	Rev. 00



- **Fronte di scavo compreso tra 1,5 m e 3 m : Geostuoia**
- **Fronte di scavo compreso tra 3 m e 5 m : Gabbionata**

Figura 24:Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA10

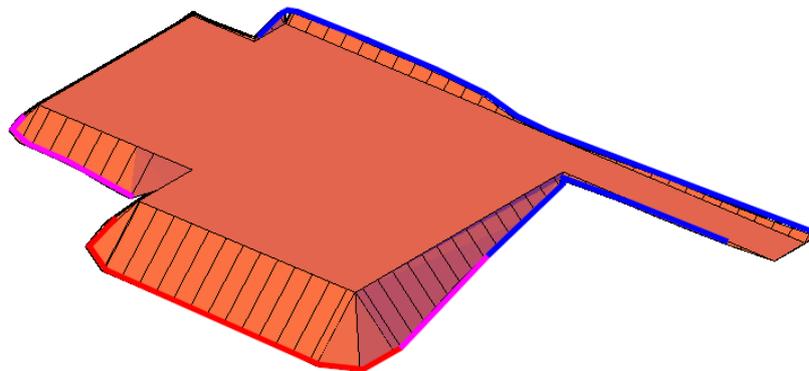
### 3.11 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA11

La strada di accesso alla piazzola NA11 presenta uno sviluppo planimetrico di circa 476 m che si sviluppa quasi esclusivamente in rilevato presentando fronti di scavo inferiori ad 1,5 m, in quanto la massima quota raggiunge circa 1,32 m per cui l'unica opera di mitigazione che si suggerisce di apportare a questa si limite ad un compattamento dei fianchi dei rilevati per far in modo che i fronti siano in grado di autosostenersi.

Così come la strada anche la piazzola in fase di esercizio si realizza prevalentemente in rilevato presentando solo alcune porzioni, come ad esempio nel punto di innesto della strada di accesso, realizzate in sterro che presentano comunque dei fronti di scavo trascurabili di massimo 1,10 m per i quali sarà necessario compattare i terreni a 45°. Per i tratti in rilevato invece i fronti presenteranno dei massimi ben superiori ad 1 m in quanto dalla sezione S2 della piazzola (vedi elab: *GS314-OC16-D*) ha un massimo di 5,83 m.

Le opere di mitigazione previste per questa piazzola sono dunque:

- Geostuoie;
- Gabbionate;
- Terre rinforzate.



- Fronte di scavo compreso tra 1,5 m e 3 m : Geostuoia
- Fronte di scavo compreso tra 3 m e 5 m : Gabbionata
- Fronte di scavo superiore a 5 m : Terre rinforzate

Figura 25: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA11

### 3.12 PIAZZOLA E STRADA DI ACCESSO NA12

La strada di accesso alla piazzola NA12 si sviluppa per circa 362 m per un tratto iniziale leggermente in rilevato con fronti di scavo che raggiungono una quota massima inferiore ad 1,5 m, per cui in questi tratti (compresi tra la sezione S1 alla sezione S15) la stabilizzazione avverrà compattando uniformemente i fianchi a 45°. Dalla sezione S15 fino all'innesto in piazzola i rilevati tendono gradualmente ad aumentare presentando un massimo di circa 3 in prossimità della piazzola, per cui si valuterà l'installazione di geostuoie.

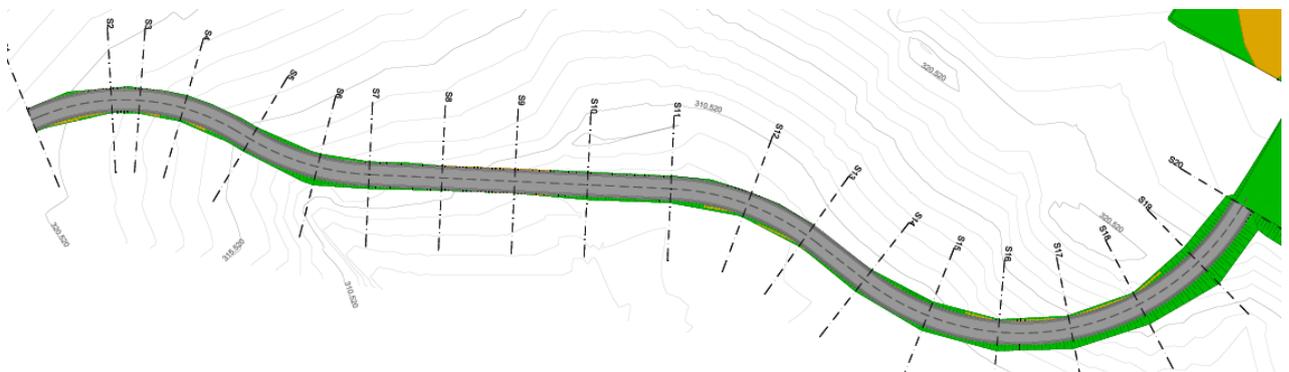
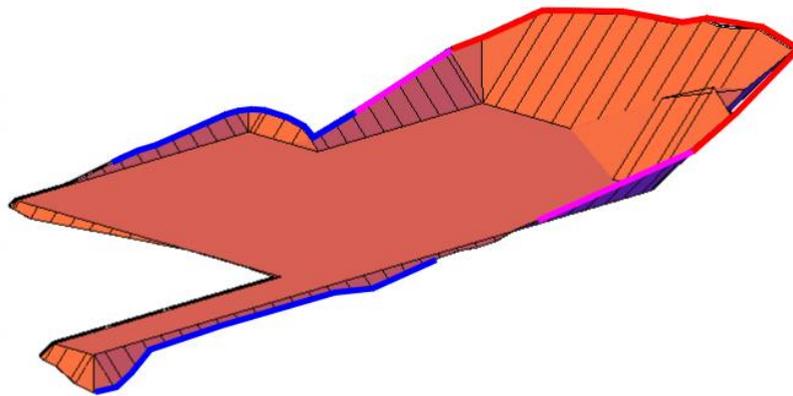


Figura 26: Stralcio strada di ingresso alla NA12

In configurazione di esercizio la piazzola NA12 presenta un andamento quasi esclusivamente in sterro, a meno del tratto di prolungamento della strada di accesso che è in rilevato con un fronte massimo di 3 m per il quale si ritiene sufficiente stabilizzare con geostuoia. Invece, per quanto riguarda il fronte di scavo per la porzione in sterro, questo varia da un minimo di circa 1 m nella parte adiacente la parte in rilevato fino

 <b>Sirio Rinnovabili Srl</b> Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:siriorinnovabili@legalmail.it	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE CON OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA</b>		Cod. AS314-SIA21-R
	Data Ottobre 2023	Rev. 00	

ad un massimo che risulta essere ben superiore ai 5 m nella parte a nord della piazzola. La stabilizzazione per la parte in sterro prevederà anche in questo caso, così come ipotizzato per la piazzola NA11, l'utilizzo di tutte le possibili opere di presidio.



- Fronte di scavo compreso tra 1,5 m e 3 m : Geostuoia
- Fronte di scavo compreso tra 3 m e 5 m : Gabbionata
- Fronte di scavo superiore a 5 m : Terre rinforzate

Figura 27: Prospetto tridimensionale piazzola in fase di esercizio NA12

#### 4 CONCLUSIONI

Come specificato nei paragrafi precedenti, le aree delle piazzole e delle strade di nuova realizzazione saranno oggetto di opere di stabilizzazione dei fronti di scavo e rilevati con opere naturalistiche che hanno l'obiettivo di stabilizzare e proteggere il versante creato dallo scavo o dal riporto dalla potenziale erosione a cui potrebbero essere esposti soprattutto nel lungo periodo e in condizioni drenate. Inoltre, per mitigare l'impatto che i fronti di scavo possono creare sull'ambiente circostante da un punto di vista paesaggistico e naturalistico, si è pensato di intervenire con il rinverdimento delle scarpate attraverso l'utilizzo di specie arbustive di piccole dimensioni che possono ricreare habitat naturali e ripariali per specie faunistiche presenti nelle aree di impianto. Di seguito sono allegati gli interventi di rinverdimento delle scarpate e la sistemazione delle aree di cantiere in fase di esercizio dell'impianto eolico oggetto del presente studio.

Inoltre, per ogni chiarimento riguardo le sezioni delle strade e delle piazzole si rimanda agli elaborati progettuali *GS314-OC14-D* e *GS314-OC16-D*.