



Fred Olsen Renewables Italy S.r.l.

Progetto di un nuovo parco eolico "Energia Sorano"

Relazione tecnica

26 luglio 2024

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

Riferimenti

Titolo	Progetto di un nuovo parco eolico "Energia Sorano" Relazione tecnica
Cliente	Fred Olsen Renewables Italy S.r.l.
Redatto	D.Puccini/A.Pardini
Verificato	M.Nardi/G.Saraceno
Approvato	L.Magni/O.Retini
Numero di progetto	1669402
Numero di pagine	38
Data	26 luglio 2024



Colophon

TAUW Italia S.r.l.
Galleria Giovan Battista Gerace 14
56124 Pisa
T +39 05 05 42 78 0
E info@tauw.it

Il presente documento è di proprietà del Cliente che ha la possibilità di utilizzarlo unicamente per gli scopi per i quali è stato elaborato, nel rispetto dei diritti legali e della proprietà intellettuale. TAUW Italia detiene il copyright del presente documento. La qualità ed il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi sono considerati elementi prioritari da TAUW Italia, che opera mediante un sistema di gestione certificato secondo le norme **UNI EN ISO 9001:2015, UNI EN ISO 14001:2015 e UNI ISO 45001:2018**.



Ai sensi del GDPR n.679/2016 la invitiamo a prendere visione dell'informativa sul Trattamento dei Dati Personali su www.TAUW.it.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

Indice

1	Premessa.....	4
2	Opere civili.....	5
2.1	Descrizione delle opere civili.....	5
2.2	Impianto eolico.....	6
2.2.1	Aree di cantiere esterne Nord e Sud.....	6
2.2.2	Viabilità interna di impianto.....	8
2.2.3	Regimazione idraulica delle acque meteoriche.....	16
2.2.4	Fondazioni degli aerogeneratori.....	18
2.2.5	Piazzole di montaggio e stoccaggio degli aerogeneratori.....	19
2.2.6	Opere di sostegno.....	22
2.2.7	Cavidotti 30 kV interni all'impianto.....	23
2.2.8	Rinverdimento delle aree di cantiere e delle scarpate.....	25
2.3	Cavidotti 30 kV di connessione impianto eolico – nuova SU.....	29
2.4	Stazione di Utenza e BESS.....	30
2.5	Cavidotto 132 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN.....	31
2.6	Bilancio scavi e riporti.....	31
2.6.1	Stima preliminare dei volumi di scavo.....	31
2.6.2	Gestione dei materiali di scavo.....	31
3	Progettazione elettrica.....	32
3.1	Impianto eolico.....	32
3.2	Cavidotti 30 kV di connessione impianto eolico – nuova SU.....	33
3.2.1	Descrizione del tracciato.....	33
3.2.2	Descrizione dell'opera.....	33
3.2.3	Caratteristiche dei cavi MT.....	34
3.3	Stazione di utenza e Impianto BESS.....	36
3.3.1	Stazione di utenza.....	36
3.3.2	Impianto BESS.....	36
3.4	Cavidotto 132 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN.....	38

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

1 Premessa

La presente relazione si riferisce alla descrizione delle opere civili ed elettriche relative ad un nuovo parco eolico denominato "Energia Sorano", che la Società Fred Olsen Renewables Italy S.r.l. intende realizzare nel Comune di Sorano (GR) in Regione Toscana.

Il progetto in sintesi prevede la realizzazione:

- Impianto eolico con 8 nuovi aerogeneratori (o turbine eoliche denominate "WTG" o "T") della potenza nominale di 6,2 MW ciascuno per una potenza complessiva dell'impianto di 43,4 MW (gli aerogeneratori saranno eserciti in modo da generare una potenza complessiva massima in immissione sulla RTN di 43,4 MW) con relativa viabilità di accesso interna (la viabilità di accesso interna sarà in parte di nuova realizzazione ed in parte saranno adeguate strade esistenti), piazzole per lo stoccaggio dei componenti e per il loro montaggio durante la fase di cantiere, aree temporanee di cantiere esterne dotate di parcheggi e uffici per il personale e zone di stoccaggio per elementi minori;
- di nuovi cavidotti per la posa dei cavi a 30 kV di connessione tra l'impianto eolico e la nuova Stazione Utente (SU). Tali cavidotti, della lunghezza complessiva di circa 24 km, interessano il Comune di Sorano (GR) in Regione Toscana;
- di una nuova Stazione Utente (SU) 30/132 kV ed un nuovo impianto BESS della potenza di 10 MW e relativa viabilità di accesso ubicati nella medesima area in Comune di Sorano (GR);
- un nuovo cavidotto per la posa del cavo a 132 kV di connessione tra la nuova SU e la nuova Stazione elettrica RTN (SE) 132/36 kV "Sorano" della lunghezza di circa 400 m.

Nel presente Studio le opere di cui al precedente elenco puntato sono richiamate genericamente anche come "impianto eolico e opere utente per la connessione alla RTN".

Inoltre completano il progetto, quali opere di rete per la connessione dell'impianto alla RTN:

- la realizzazione di una nuova Stazione Elettrica RTN (SE) 132/36 kV "Sorano" ubicata in Comune di Sorano (GR) nelle vicinanze della SU;
- la realizzazione di due nuovi elettrodotti aerei AT 132 kV di connessione tra la nuova SE "Sorano" e la nuova SE "Pitigliano Ovest". I nuovi elettrodotti hanno una lunghezza complessiva di circa 54,5 km ed interessano i Comuni di Sorano (GR), Pitigliano (GR) e Manciano (GR) in Regione Toscana e Ischia di Castro (VT) in Regione Lazio;
- la realizzazione di una nuova Stazione Elettrica RTN (SE) 380/132 kV "Pitigliano Ovest" ubicata in Comune di Manciano (GR);
- la realizzazione di due nuovi raccordi aerei AT 380 kV di connessione tra la nuova SE "Pitigliano Ovest" e la linea aerea RTN esistente 380 kV "Suvereto – Montalto". Tali raccordi avranno una lunghezza complessiva di circa 1,4 km ed interessano il Comune di Manciano (GR);
- la realizzazione di due nuovi raccordi aerei AT 132 kV di connessione tra la nuova SE "Pitigliano Ovest" e la linea aerea RTN esistente 132 kV "CP Manciano – CP Orbetello". Tali raccordi avranno una lunghezza complessiva di circa 13 km ed interessano il Comune di Manciano (GR);
- la demolizione di un tratto di circa 3,7 km della linea aerea RTN esistente 132 kV "CP Manciano – CP Orbetello". Il tratto da demolire ricade totalmente in Comune di Manciano (GR).

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

Le opere di rete per la connessione dell'impianto alla RTN non sono oggetto della presente relazione.

2 Opere civili

2.1 Descrizione delle opere civili

La sequenza delle lavorazioni civili può riassumersi indicativamente come segue:

Per l'area di impianto:

1. allestimento delle aree temporanee Nord e Sud per uffici, parcheggi e stoccaggio materiali;
2. viabilità di cantiere costituita da strade non asfaltate con finitura naturale in pietrischetto. per pendenze superiori ai limiti forniti dalle specifiche dei trasporti eccezionali dei componenti, laddove necessario, può essere prevista asfaltatura o cementazione;
3. sistema di regimazione idraulica delle acque meteoriche;
4. fondazioni circolari degli aerogeneratori;
5. piazzole per lo stoccaggio e il montaggio dei componenti delle turbine eoliche non asfaltate con finitura naturale in pietrischetto;
6. opere di sostegno, laddove necessarie, per scavi e rilevati con metodi di ingegneria naturalistica da realizzarsi come le gabbionate;
7. cavidotti 30 kV interni all'impianto;
8. rinverdimento delle aree di cantiere e delle scarpate al termine dell'installazione degli aerogeneratori;

Per Stazione di Utenza, BESS, cavidotti:

1. cavidotti 30 kV esterni all'area dell'impianto per trasporto dell'energia prodotta dall'impianto eolico fino alla Stazione di Utenza;
2. realizzazione del piazzale della SSU e relativa viabilità di accesso;
3. regimazione idraulica dell'area della SSU tramite una rete di drenaggio;
4. esecuzione delle fondazioni del trasformatore 30/132 kV, della cabina di consegna, delle batterie e dei trasformatori del sistema BESS;
5. recinzioni e cancelli;
6. cavidotto 132 KV fra stazione utente e stazione elettrica RTN.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.2 Impianto eolico

2.2.1 Aree di cantiere esterne Nord e Sud

Per una corretta gestione del cantiere è necessario disporre di un'area esterna a quella delle lavorazioni da utilizzare per uffici, parcheggi e stoccaggio di attrezzature e materiali.

Per facilitare la logistica si sono individuate due aree denominate con la sigla Area Nord e Area Sud. Esse avranno una forma rettangolare di dimensioni 30x55 m.

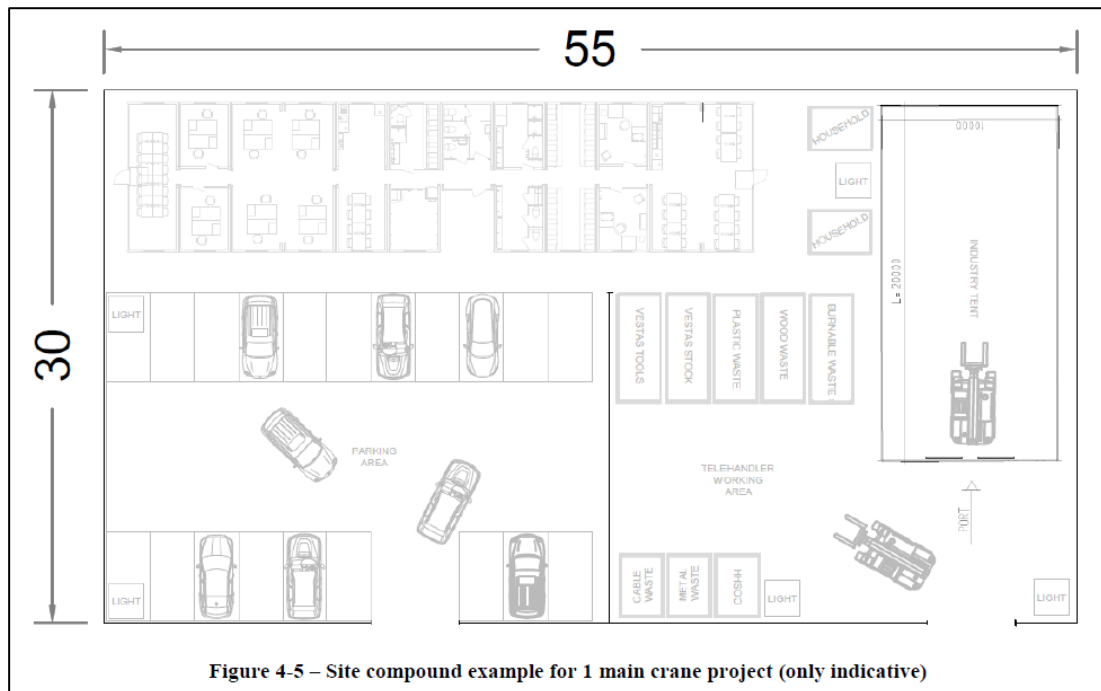


Figure 4-5 – Site compound example for 1 main crane project (only indicative)

Figura 1 – Esempio di area di cantiere estratto dalle specifiche di un fornitore

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica



Figura 2 – Dettaglio aree di cantiere esterne Nord e Sud

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.2.2 Viabilità interna di impianto

Per la progettazione della viabilità interna di impianto nella fase di costruzione e di gestione dello stesso si è tenuto conto delle specifiche tecniche dei fornitori delle turbine eoliche.

Il progetto della viabilità interna è stato redatto sulla base di un rilievo topografico realizzato con tecnologia aerofotogrammetrica.

Le strade interne si sviluppano per una lunghezza complessiva di 8651 m.

La pendenza longitudinale massima si registra nella strada di collegamento fra l'area delle turbine T1, T2, T3, T8 e delle turbine T4, T5, T6 e T7 ed è pari a 24,69 % per un tratto di lunghezza pari a circa 232 m.

Denominazione strada	Lunghezza (m)		Pendenze massime (%)	
IR-01a	693		13,95	
IR-01b	220		8,52	
IR-02	755		15,79	
IR-03	1093		14,97	
IR-04	1226		13,99	
IR-05	287		5,94	
IR-06	690		11,02	
IR-07	1862		17,94	
BY1	276		13,53	
BY2	195		17,61	
Collegamento	1284		24,69	
CANTIERE (per l'accesso Area di cantiere Nord)	70		0	
	Totale	8651	Max	24,69

Tabella 1 – Tabella riassuntiva delle lunghezze e pendenze delle strade di cantiere

Ns rif.

1669402_SOR_002 Relazione tecnica

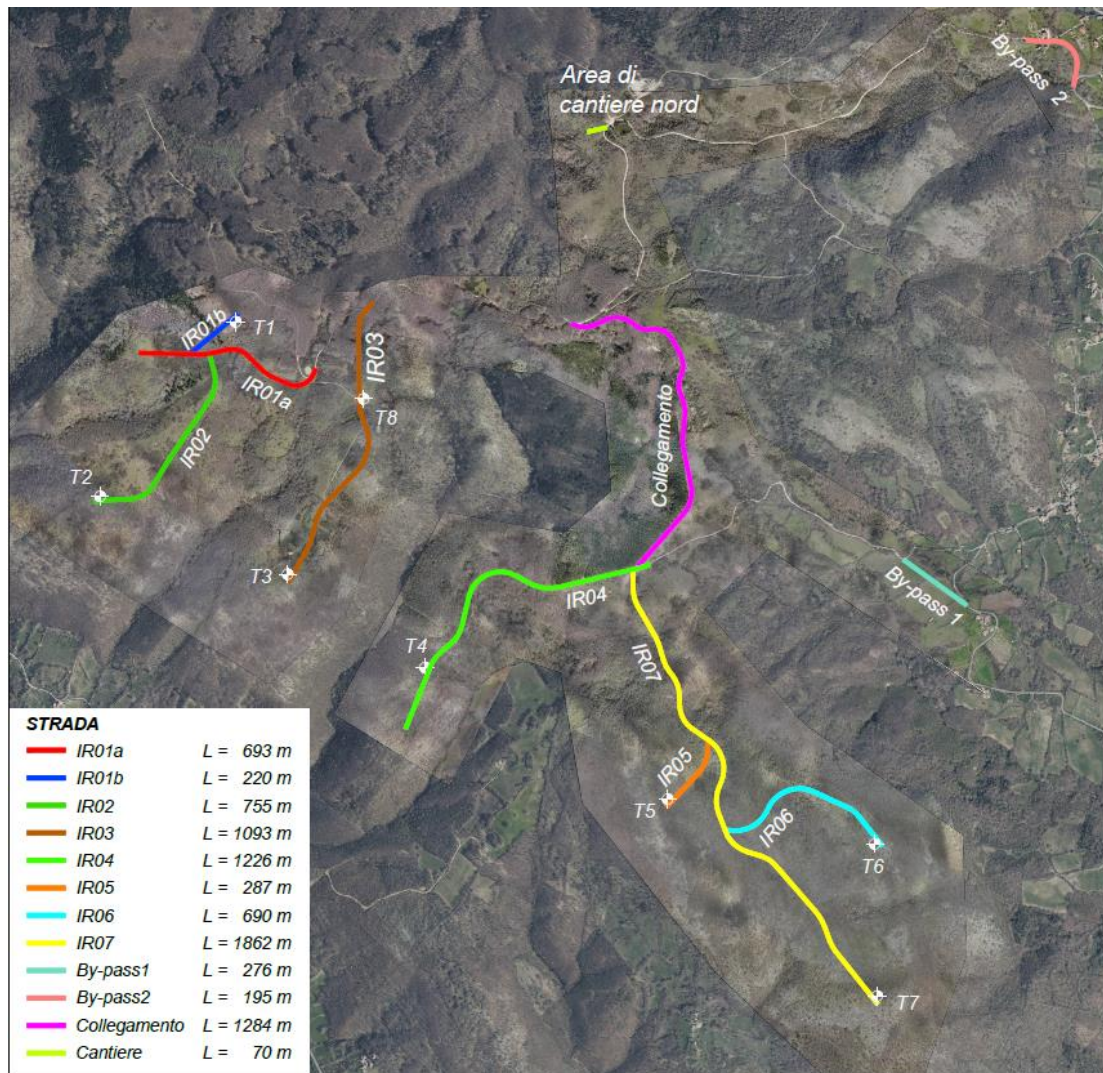


Figura 3 – Schema dei nuovi tratti di viabilità di impianto da realizzare

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.2.2.1 Larghezza stradale

Per le strade di impianto è stata considerata una larghezza minima in rettilineo pari a 5,5 m. Nei tratti in curva, a seconda dei valori dei raggi planimetrici possono essere richiesti degli allargamenti.

Nelle figure seguenti sono riportati alcuni estratti delle specifiche tecniche per aerogeneratori della taglia di quelli in progetto.

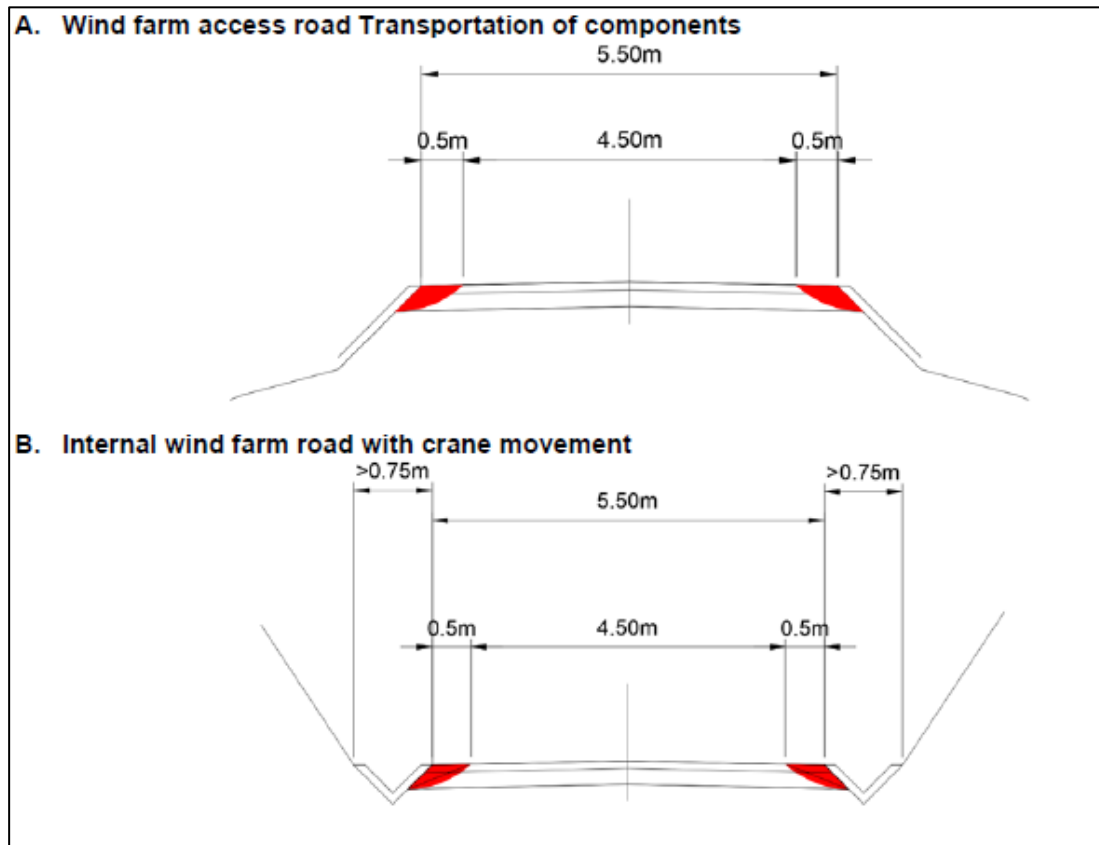


Figura 4 – Esempio di sezioni tipiche stradali per turbina di progetto estratta dalle specifiche di un fornitore

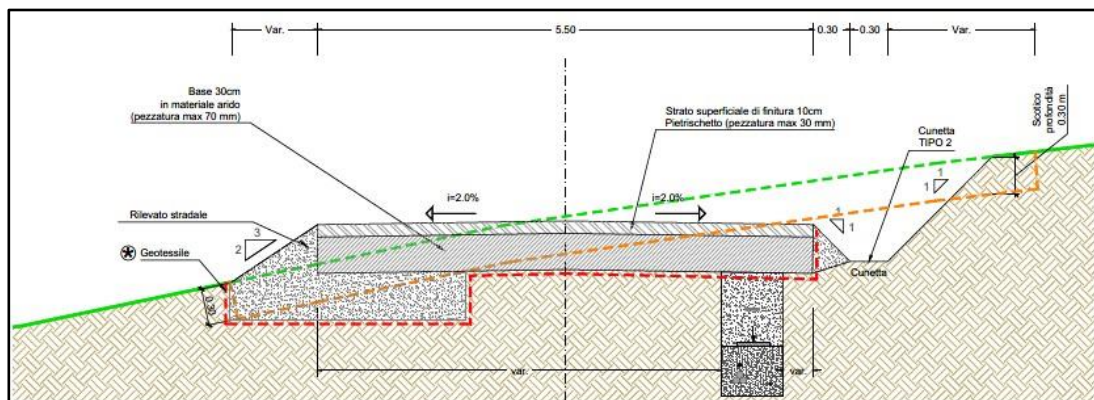


Figura 5 - Sezione tipica estratta dal progetto

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

Key:

- *1 : Angle formed by the turning of the road
 - *2 : Bending radius.
 - *3 : External side of the extra widening, with respect to the center of the bending radius.
 - *4 : Internal side of the extra widening, with respect to the center of the bending radius.
 - *5 : External side of the blade swept area, with respect to the center of the bending radius.
 - *6 : Internal side of the blade swept area, with respect to the center of the bending radius.
 - *7 : Parameter to locate the extra widening.
- Note: Parameters every 10 meters before & after the turning, and every 15 degrees along the turning
- *8 : All units provided are in meters.

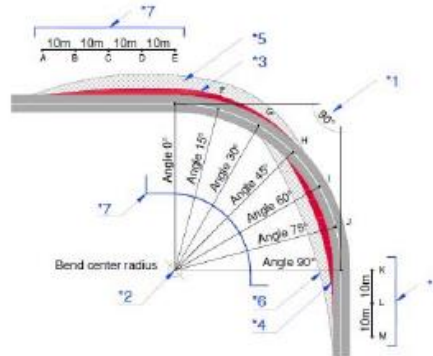


Figure 19 Bend Widening Dimensions Location of Values

90° *1 BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius *2	External *3							Internal *4					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	0.5	0.7	0.9	0.8	-	-	-	0.5	-	-
50m	-	-	-	0.1	0.2	0.5	0.4	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-

Table 6 Bend Widening Values

Figura 6- Esempio di allargamento stradale per turbina di progetto estratta dalle specifiche di un fornitore

Si vedano Elaborati 1669402_SOR_022 Sezioni trasversali viabilità accesso e 1669402_SOR_023 Sezioni tipologiche.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.2.2.2 Pendenze longitudinali

Le pendenze massime longitudinali ammesse per il trasporto standard sono dell'ordine del 9-10%. Il superamento di tale limite comporta la necessità di cementare o asfaltare i tratti di strada interessati, talvolta combinando questa soluzione con l'utilizzo di mezzi per il traino, che potrebbero, essere utilizzati, in salita, già a partire da una pendenza dell'8% come dalle tabelle seguenti estratte dalle specifiche di due fornitori diversi.

		Loaded Uphill		Loaded Downhill	
		1 puller truck	2 puller truck	1 puller truck	2 puller truck
Forward direction loaded	8% straight and turnings	X			
	10% - 14% turnings		X	X	
	12% straight	X		X	
	14% straight		X	X	
	>14% straight and turnings		X		X
On reverse loaded *maximum acceptable distance 100m	8% straight and turnings	X			
	10% - 12% turnings		X	X	
	12% straight	X		X	
	>12% straight and turnings		X	X	X

	Longitudinal Gradients (%)				Transversal Gradients (%)	
	Maximum		Minimums		Maximum	Minimum
	Straight section	Curved section	Straight section	Curved section	Straight/ curved section	
Wind farm access road and internal wind farm road	>10 and ≤13 without concreting if gradient < 200 m. ⁽¹⁾	Up to 7 without concreting ⁽¹⁾				
	>10 and ≤13 improved concreting or paving if gradient > 200 m. ⁽¹⁾	>7 and ≤10 improved concreting or paving ⁽¹⁾	0.50	0.50	2	0.20
	>13 and ≤15 improved concreting or paving + 6x6 tractor unit					
	>15 need for towing study	>10 need for towing study				
Access and internal roads reverse driving	≤ 3 up to a max. of 1000 m without concreting.	<2 up to max. 500 m without concreting.				
	>3 and ≤5 max. 1000m improved concreting or paving	≥2 and ≤3 max. 500 m improved concreting or paving	0.50	0.50	2	0.20

Figura 7 – Tabelle per le massime pendenze longitudinali estratte dalle specifiche tecniche dei fornitori

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

Nella tabella seguente sono riportate le pendenze superiori al 9% per cui i trasporti potrebbero richiedere un aumento dell'aderenza superficiale attraverso cementazione o asfaltatura. Tale soluzione sarà ridotta al minimo e sarà applicata in assenza di alternative laddove strettamente necessario oltre ad essere limitata soltanto a brevi tratti.

Denominazione strada	L1 (m)	p1 (%)	L2 (m)	p2 (%)	L3 (m)	p3 (%)	L4 (m)	p4 (%)
IR-01a	270	13,95						
IR-02	462	15,79						
IR-03	147	13,91	480	14,97				
IR-04	230	13,99						
IR-06	234	11,02						
IR-07	238	17,94	51	12,85	161	17,90	687	12,56
BY-1	157	13,53						
BY-2	158	17,61						
Collegamento	130	22,08	109	9,54	232	24,69	202	11,41

Tabella 2 – Tratti con pendenze superiori al 9%.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

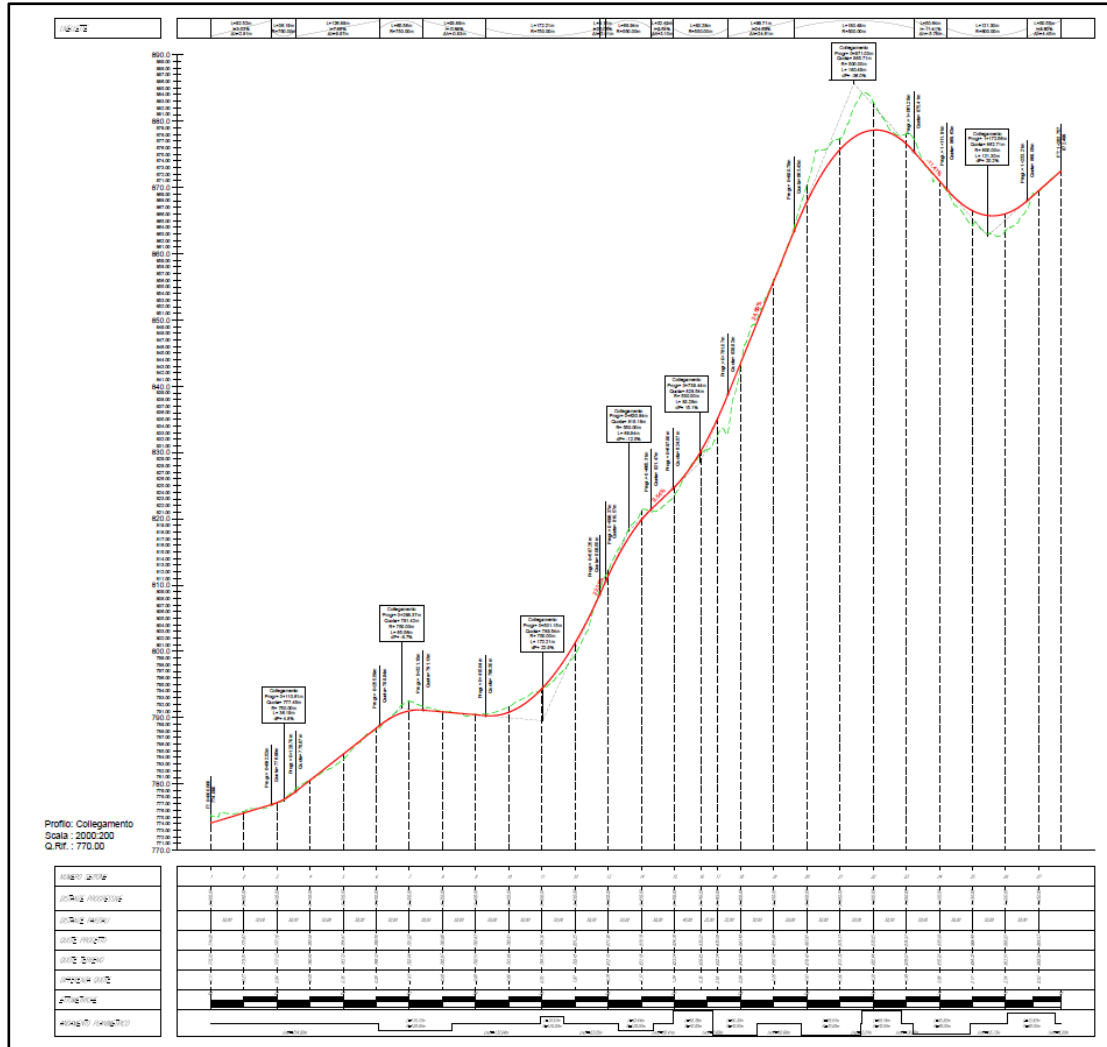


Figura 8 – Profilo strada collegamento con pendenza massima

Si vedano Elaborati 1669402_SOR_019 Viabilità di cantiere del parco eolico – Planimetria
1669402_SOR_021 Viabilità di cantiere del parco eolico - Profili

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.2.2.3 Pendenza trasversale

Per permettere il drenaggio delle acque superficiali è prevista una pendenza trasversale massima pari al 2%.

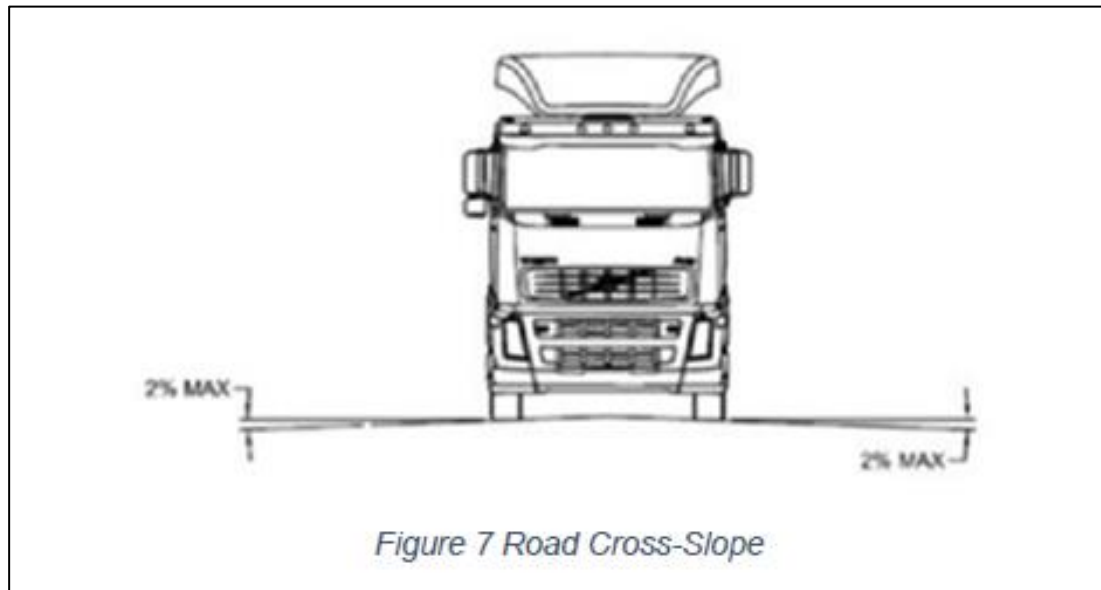


Figura 9 – Massima pendenza trasversale ammessa estratta dalle specifiche di un fornitore

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.2.2.4 Aree di manovra

Per poter permettere ai mezzi speciali di poter fare manovra e poter lasciare il sito non appena scaricate le componenti, sono previste delle apposite aree di giro (turning areas) con le caratteristiche riportate nella Figura 10.

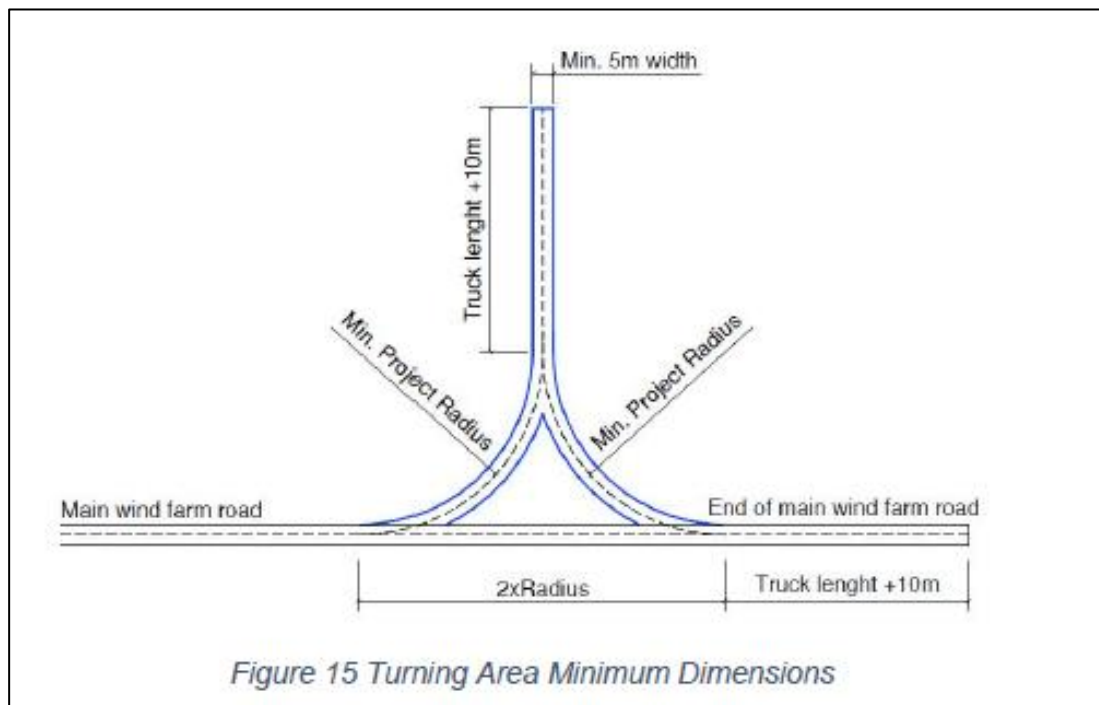


Figura 10 - Esempio di area di manovra estratta dalle specifiche di un fornitore

2.2.3 Regimazione idraulica delle acque meteoriche

La regimazione idraulica delle acque meteoriche sarà realizzata, generalmente, mediante l'utilizzo di canalette naturali in terra di forma trapezia al bordo delle strade di nuova realizzazione e da attraversamenti stradali costituiti da tubazioni circolari di diametro interno minimo pari a 500 mm. Le acque saranno poi canalizzate verso i ricettori naturali. Laddove necessario, per pendenze elevate potrebbe essere necessario rivestire le canalette per evitare fenomeni erosivi e di dilavamento.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

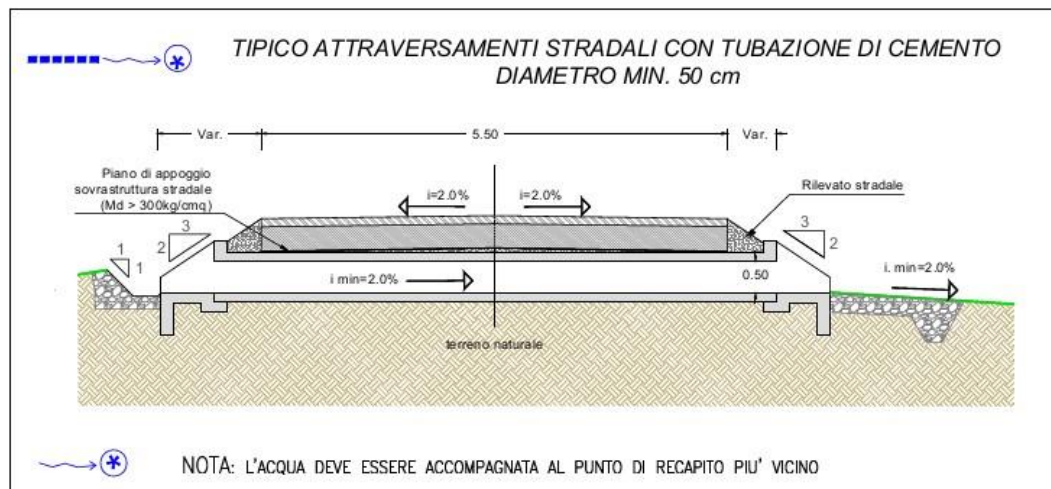


Figura 11 - Sezione tipica di sezione stradale con condotta di attraversamento estratta dal progetto



Figura 12 – Esempio di attraversamento stradale con tubazione circolare come in Figura 11

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.2.4 Fondazioni degli aerogeneratori

Le fondazioni per gli aerogeneratori hanno forma circolare in quanto tale forma ottimizza il comportamento nei confronti dell'azione del vento.

Nell'area di impianto il terreno è di natura rocciosa come evidenziato dalle risultanze delle indagini geofisiche preliminari, dall'analisi delle carte geologiche e dai sopralluoghi. È possibile ipotizzare l'utilizzo di fondazioni superficiali per tutte le postazioni.

In base a calcoli preliminari è necessaria una fondazione di diametro pari a 24,50 m con profondità del piano di posa del magrone a -3,40 m dal piano campagna.

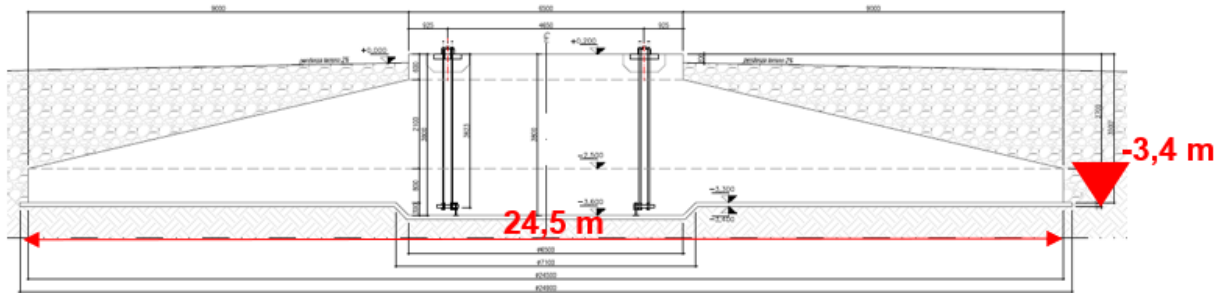


Figura 13 - Fondazione diretta tipologica circolare ϕ 24,50 m per aerogeneratore HH=125 m R=162 m

Riepilogo quantità			
Materiale	Elemento	Quantità	U. m.
C12/15	Magrone	47,9	mc
C30/37	Zattera	817,9	mc
C45/55	Piedistallo	19,9	mc
C90/105	Malta di livellamento	5,70	mc
B450C	Armatura	100541	Kg

Tabella 3 – Quantità di calcestruzzo e acciaio stimate per fondazione diretta

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica



Figura 14 – Fondazione circolare diretta di un aerogeneratore in fase di costruzione

Il collegamento fra torre e fondazione è garantito da una gabbia di tirafondi post-tesi disposti su due file, predisposta preliminarmente nel getto di calcestruzzo.

Prima del getto dovranno inoltre essere predisposte tubazioni per i cavi e la maglia di terra.

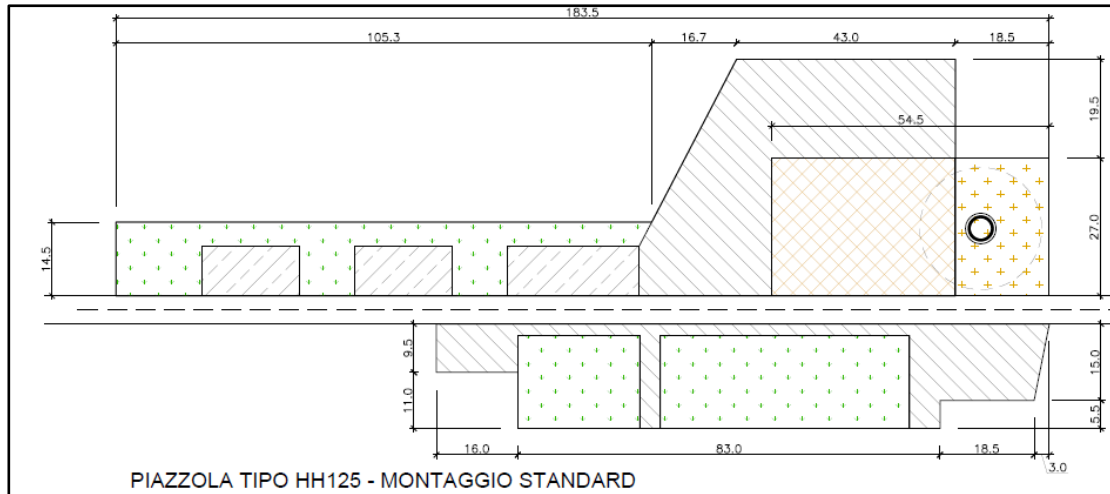
Si veda Elaborato 1669402_SOR_031 Schema plinto - Fondazione diretta.

2.2.5 Piazzole di montaggio e stoccaggio degli aerogeneratori

In corrispondenza degli aerogeneratori saranno realizzate per le turbine T1, T3, T4, T6, T7 e T8, per la fase di cantiere ed esercizio, delle piazzole di dimensioni sufficienti per lo stoccaggio dei componenti, in particolare i tronchi di acciaio che costituiscono la torre, il mozzo, la navicella e le pale.

La piazzola sarà formata con misto stabilizzato adeguatamente compattato, con portanza sufficiente a sopportare i carichi delle gru utilizzate per il montaggio.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica








PIAZZOLA IN CANTIERE - Superficie totale: 6690 m²	
	AREA STOCCAGGIO SOPRA LA FONDAZIONE Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 500 m ²
	AREA DI LAVORO GRU Capacità portante: 4 Kg/cm ² - Superficie: 972 m ²
	AREA DI STOCCAGGIO COMPONENTI Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 2388 m ²
	AREA PER LE GRU AUSILIARIE Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 622 m ²
	AREA LIBERA DA OSTACOLI Superficie: 2208 m ²

Figura 15 – Tipico di piazzola standard per stoccaggio e montaggio dei componenti eolici per l'aerogeneratore di progetto

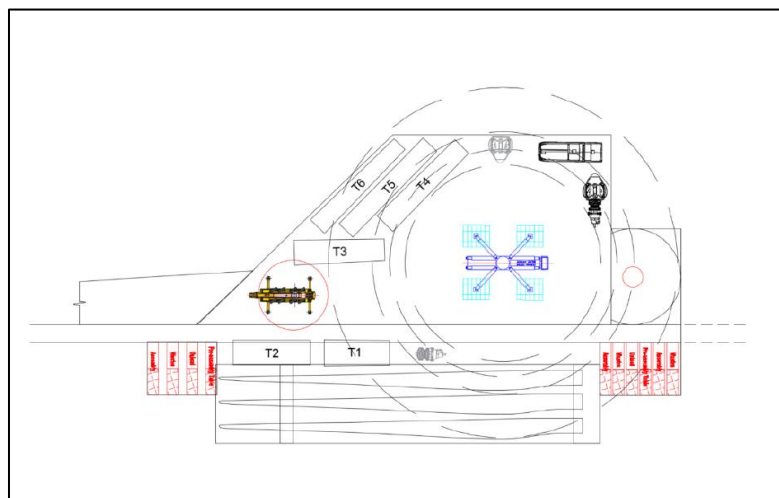
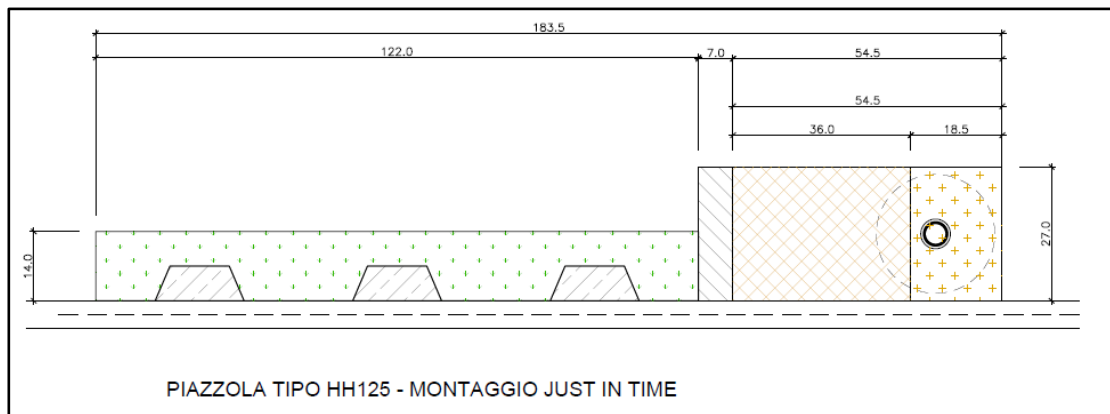


Figura 16 – Esempio di stoccaggio di tutti i componenti in piazzola di montaggio

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

Per le turbine T2 e T5, date le condizioni orografiche dell'area, ai fini di ridurre i movimenti terra e gli impatti, si è optato per una piazzola di dimensioni ridotte senza stoccaggio dei componenti che verranno depositati in altre aree più pianeggianti individuate sempre all'interno dell'area di impianto in attesa del montaggio.

Per l'ubicazione di tali aree vedi documento 1669402_SOR_019 Viabilità di cantiere del parco eolico – Planimetria.



PIAZZOLA IN CANTIERE - Superficie totale: 3369 m²	
	AREA STOCCAGGIO SOPRA LA FONDAZIONE Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 500 m ²
	AREA DI LAVORO GRU Capacità portante: 4 Kg/cm ² - Superficie: 972 m ²
	AREA DI STOCCAGGIO COMPONENTI Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 189 m ²
	AREA PER LE GRU AUSILIARIE Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 315 m ²
	AREA LIBERA DA OSTACOLI Superficie: 1393 m ²

Figura 17 - Tipico di piazzola per montaggio just in time dei componenti eolici per l'aerogeneratore di progetto

Per il dettaglio delle piazzole di montaggio si veda elaborato 1669402_SOR_025 Piazzola tipo in cantiere ed in esercizio.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.2.6 Opere di sostegno

Per scavi e rilevati, al fine di ridurre gli ingombri laterali e limitare i movimenti terra, potranno essere previste opere di sostegno realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica come, ad esempio, le gabbionate.

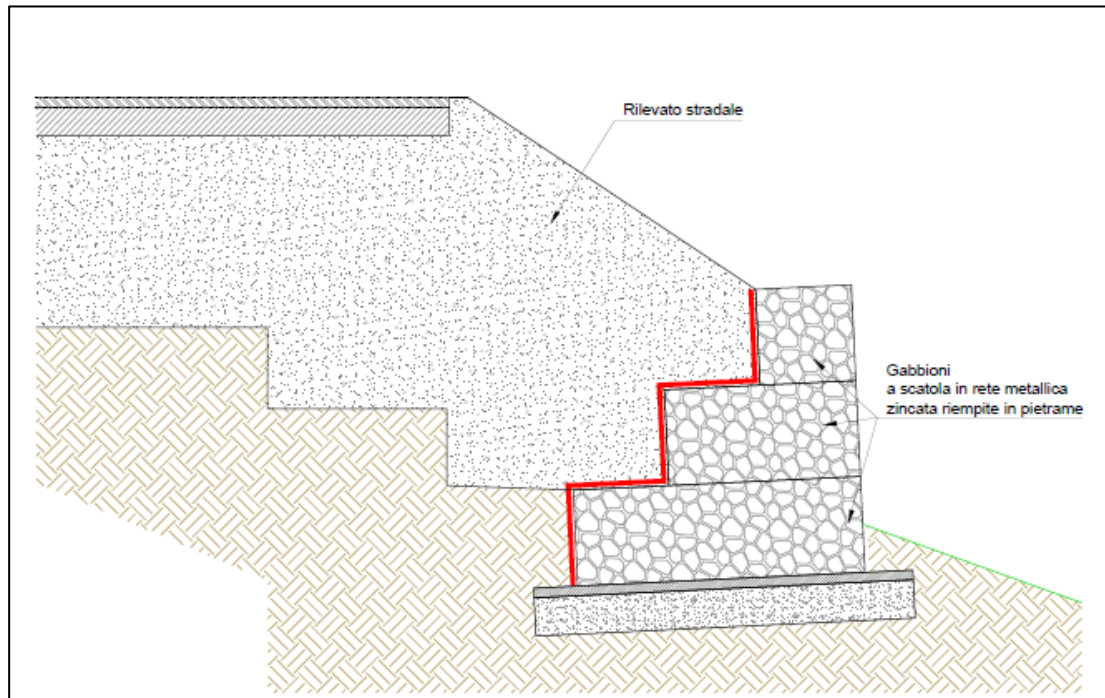


Figura 18 – Sezione tipo di opera di sostegno realizzata con gabbionate

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica



Figura 19 – Esempio di gabbionate a sostegno delle scarpate di rilevato di una piazzola di stoccaggio e montaggio

2.2.7 Cavidotti 30 kV interni all'impianto

I cavidotti MT a 30 kV saranno realizzati mediante scavi a sezione obbligata di varie larghezze a seconda del numero dei cavi e di profondità di circa 1,10 m.

Una volta eseguito lo scavo verrà realizzato uno strato di sabbia dello spessore di 30 cm all'interno del quale verranno posati i cavi MT, la corda di terra ed il cavo in fibra ottica.

Successivamente verranno inseriti di tegoli o lastre protettive e un riempimento di materiale arido a metà del quale sarà inserito un nastro monitor con funzione di segnalazione.

Nella tabella seguente è riportata la denominazione delle sezioni come nelle tavole di progetto e la larghezza in funzione del numero dei cavi.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

Denominazione	Numero di cavi	Larghezza [m]	Lunghezza [m]
TIPO "A"	1	0,5	4546
TIPO "B"	2	0,7	3817
TIPO "C"	3	1,0	1302
TIPO "D"	4	1,2	94
TIPO "D1"	4	1,2	1595

Tabella 4 – Larghezza cavidotti in funzione del numero di cavi e lunghezza

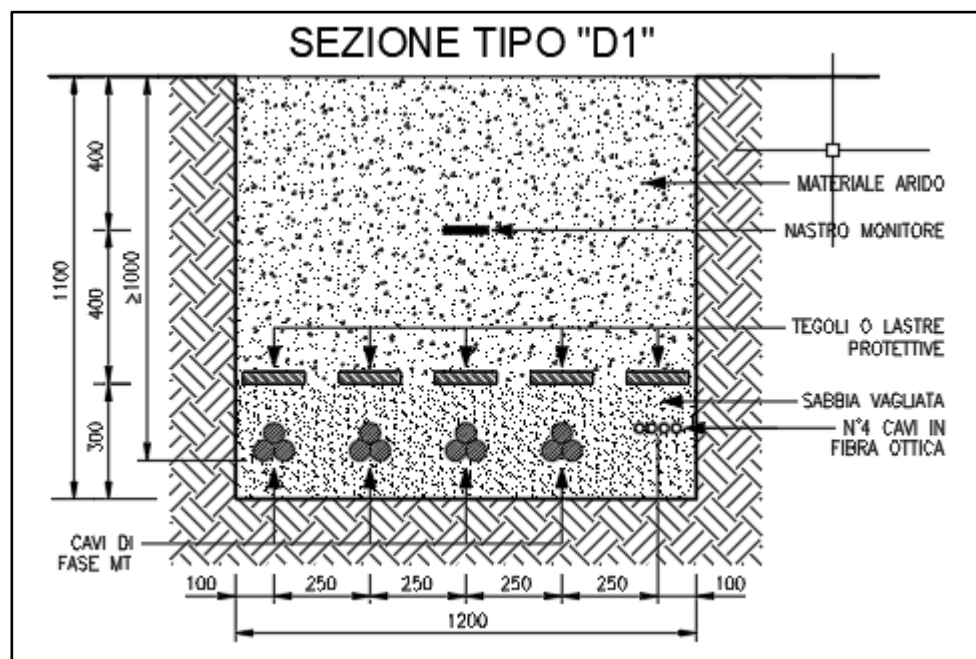


Figura 20 – Sezione tipo D1 estratta dal progetto

Per il dettaglio si veda il documento di progetto con le sezioni tipo di posa 1669402_SOR_028

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.2.8 Rinverdimento delle aree di cantiere e delle scarpate

Le superfici occupate durante la fase di cantiere dalle piazzole di assemblaggio e dalle aree logistiche, al termine dei lavori, verranno rinverdate con una semina di specie erbacee e quindi mantenute a prato (mediante una ordinaria manutenzione), al fine di ridurre gli impatti potenzialmente causati dalla presenza del cantiere e dalla movimentazione delle terre.

Nella figura seguente si riporta l'individuazione delle aree sopra descritte, prendendo come esempio esplicativo l'area di cantiere prevista per WTG 7.

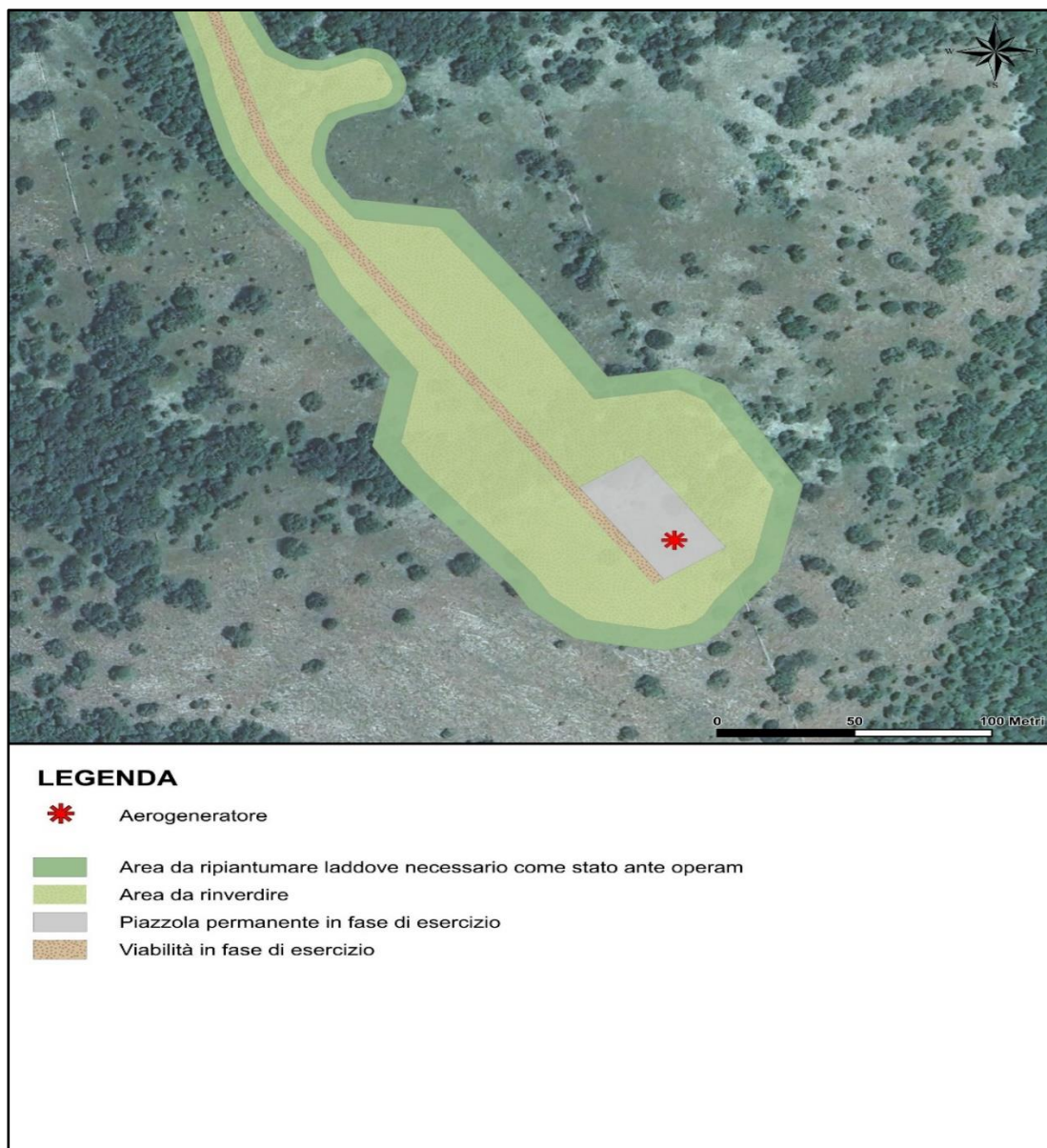


Figura 21 – Esempio identificazione aree interventi ripristino post cantiere

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

L'obiettivo di questi interventi è quello di ristabilire un sistema naturale che nel tempo possa raggiungere un nuovo equilibrio con l'ambiente circostante, resistendo agli agenti di degradazione e mantenendo le sue funzioni originarie.

La tipologia degli interventi che si applicheranno sarà basata su buone pratiche come ad esempio:

- regolarizzazione del terreno e ripopolamento con vegetazione autoctona, al fine accelerare un processo di rigenerazione naturale, ed un suo corretto inserimento nell'ecosistema circostante;
- sarà favorito il naturale processo di recupero dell'area interessata dal cantiere, e verranno messe in atto misure volte ad evitare la perdita di suolo nelle aree che hanno subito un intervento (quali la corretta gestione del terreno di scotico in fase di cantiere e l'utilizzo di specie locali);
- inerbimento delle scarpate.

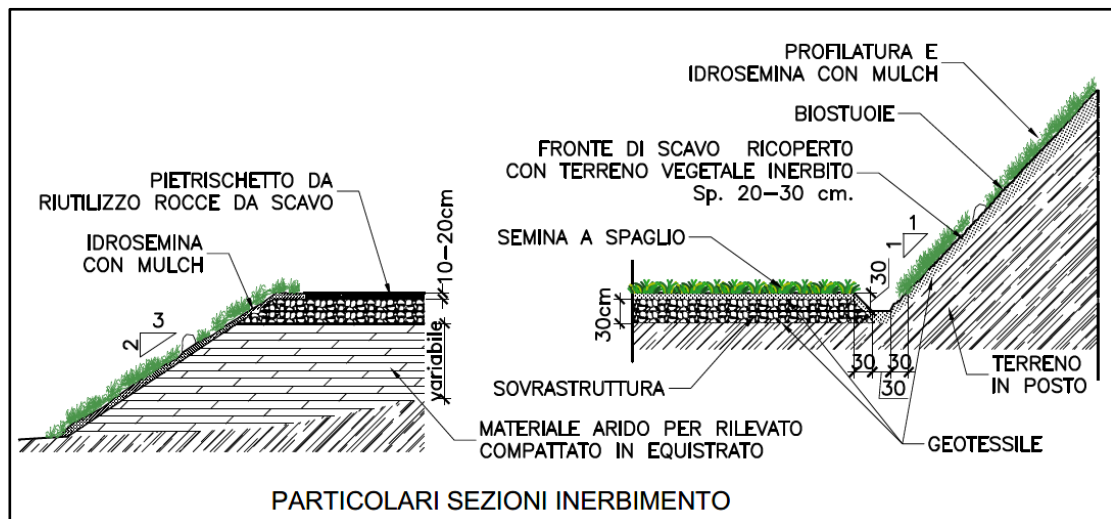
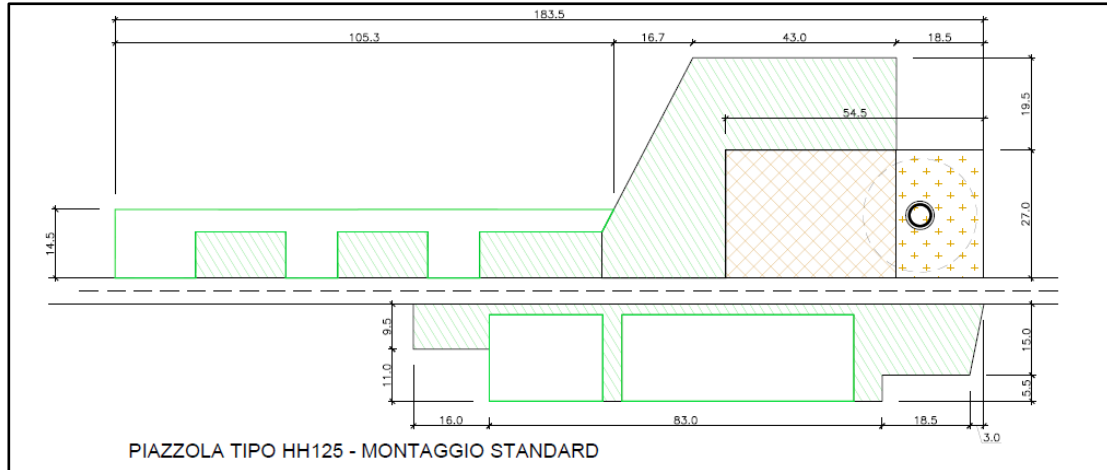


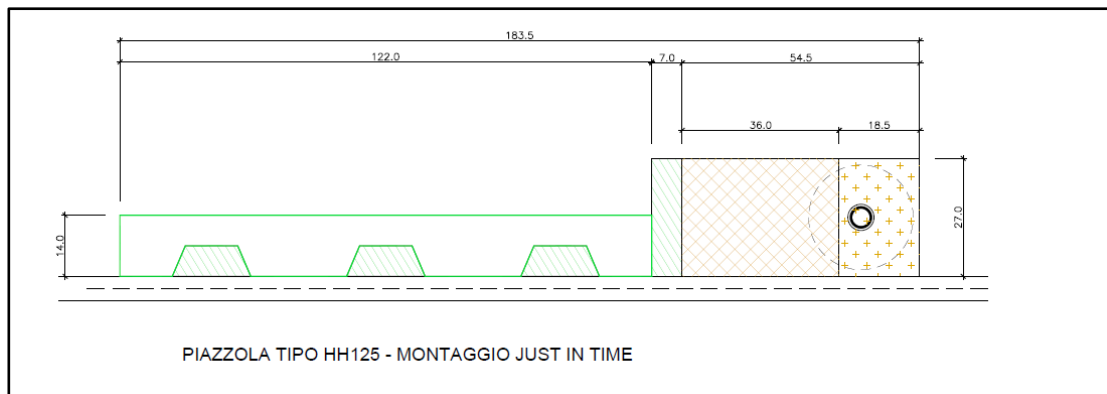
Figura 22 – Particolari inerbimento delle scarpate a fine lavori

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica



PIAZZOLA IN FASE DI ESERCIZIO	
Superficie permanente: 1472 m² (~22%)	
	AREA STOCCAGGIO SOPRA LA FONDAZIONE Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 500 m ²
	AREA DI LAVORO GRU Capacità portante: 4 Kg/cm ² - Superficie: 972 m ²
Superficie totale da rinverdire: 5218 m² (~78%)	
	AREA AREA RINVERDITA Superficie: 3010 m ²
	AREA GIA' ALLO STATO NATURALE Superficie: 2208 m ²

Figura 23 – Piazzola standard di stoccaggio e montaggio rinverdita in fase di esercizio.







PIAZZOLA IN FASE DI ESERCIZIO	
Superficie permanente: 1472 m² (~44%)	
	AREA STOCCAGGIO SOPRA LA FONDAZIONE Capacità portante: 2 Kg/cm ² - Superficie: 500 m ²
	AREA DI LAVORO GRU Capacità portante: 4 Kg/cm ² - Superficie: 972 m ²
Superficie totale da rinverdire: 1897 m² (~56%)	
	AREA RINVERDITA Superficie: 504 m ²
	AREA GIA' ALLO STATO NATURALE Superficie: 1393 m ²

Figura 24 – Piazzola per montaggio just in time rinverdita in fase di esercizio

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

Questi interventi favoriranno un corretto inserimento nel contesto naturale di provenienza e contribuiranno a minimizzare gli impatti visuali delle aree disturbate dal cantiere.

La superficie occupata dalle piazzole di assemblaggio e dalle aree logistiche verrà rinaturalizzata con uno strato di terreno vegetale.

La restante parte della superficie della piazzola di dimensione pari a circa 55 m x 27 m, resterà ricoperta con uno strato superficiale di circa 40 cm di inerte di cava per consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione degli aerogeneratori.

In aggiunta, esternamente alle aree di cantiere che saranno rinverdite come individuate in Figura 21, è prevista una ulteriore fascia potenzialmente utilizzabile in cantiere che, al termine dei lavori (se utilizzata), sarà soggetta a ripristino della copertura vegetale preesistente (quindi, nel caso di bosco e di arbusteto, anche a ripiantumazione di specie arboree e/o arbustive). Anche le aree di cantiere nord e sud, una volta terminate le attività di cantiere, saranno ripristinate nelle condizioni ante operam e rese ai proprietari.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.3 Cavidotti 30 kV di connessione impianto eolico – nuova SU

Le strade asfaltate interessate sono quasi esclusivamente Strade Provinciali o Comunali: in particolare la strada provinciale Selvena e la Strada provinciale n°13 Onano. Sulle strade asfaltate il cavidotto avrà profondità di 1,20 m.

Denominazione	Numero di cavi	Larghezza [m]	Lunghezza [m]
TIPO "D1"	4	1,2	1595
TIPO "DA1"	4	1,2	12669

Tabella 5 – Caratteristiche trincea di scavo per la posa cavidotti di connessione impianto eolico – nuova SU

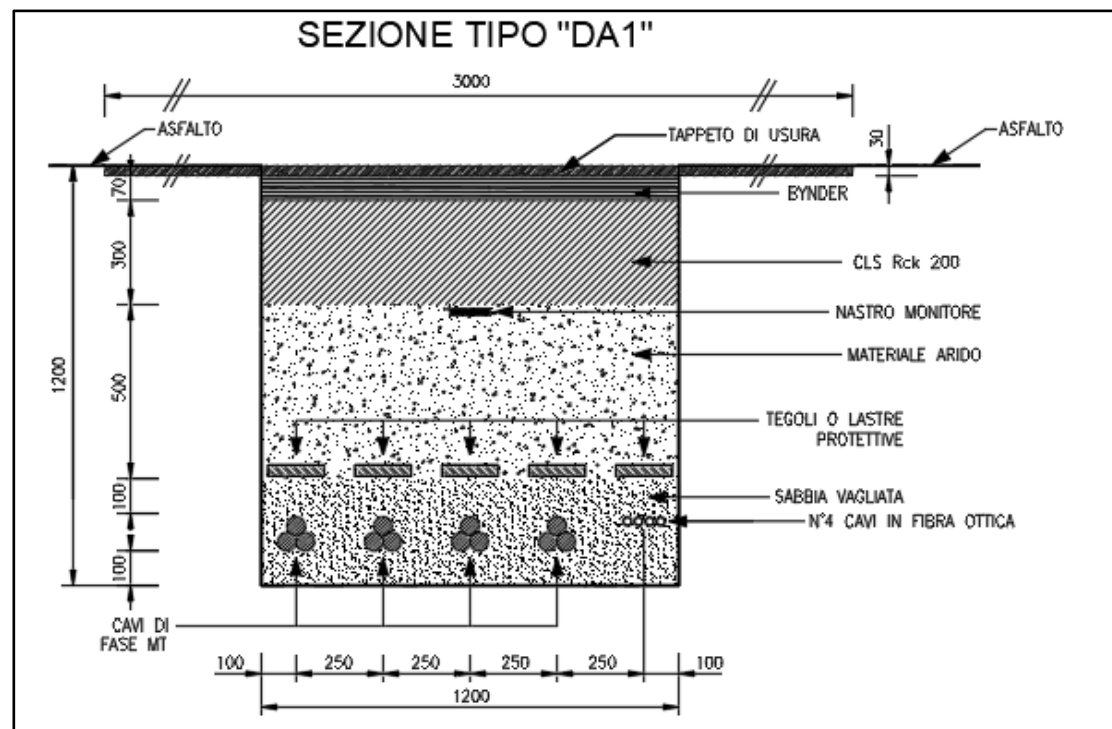


Figura 25 - Sezione tipo DA1 estratta dal progetto per posa su strade asfaltate

Per il dettaglio si veda il documento di progetto con le sezioni tipo di posa 1669402_SOR_028.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.4 Stazione di Utanza e BESS

La realizzazione della Stazione di Utanza e dell'impianto BESS è prevista su un appezzamento di terreno semi-pianeggiante che sarà livellato alla quota di progetto.

Lo strato finale è costituito da un pacchetto di materiale arido stabilizzato dello spessore di 30-40 cm che al termine dei lavori verrà in parte asfaltato.

All'interno dell'area di dimensioni di 40 m x 100 m sono presenti: la cabina di consegna, il trasformatore dell'impianto, le batterie del sistema BESS e i trasformatori ad esso associati.

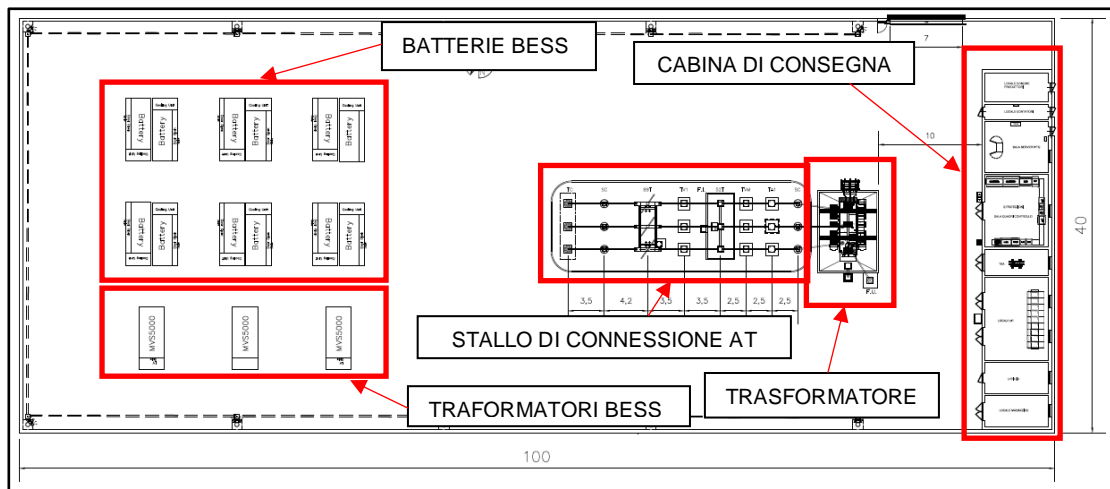


Figura 26 - Schema della stazione di utanza

Per tutte queste opere è prevista una fondazione a platea in c.a. per le quali è stato eseguito un calcolo preliminare che ha condotto alle dimensioni riportate nella tabella seguente.

Elemento	Larghezza [m]	Lunghezza [m]	Spessore [m]
Cabina di consegna	7	37,4	0,30
Trasformatore impianto	5,90	8,00	0,30
Batterie	5,50	6,50	0,30
Trasformatori BESS	3,00	6,50	0,30
Stallo di connessione AT	9,0	26,0	0,30

Tabella 6 -Dimensioni preliminari delle fondazioni degli elementi presenti all'interno della SU e Impianto BESS

Completano l'area un muretto con una recinzione metallica di lunghezza circa 270 m, un cancello di ingresso, una serie di pali di illuminazione ed un sistema di pozzetti e tubazioni interrato in PVC per il drenaggio delle acque meteoriche verso gli scoli naturali.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

2.5 Cavidotto 132 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN

Il cavidotto in AT 132 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN "Sorano" avrà una lunghezza di circa 400 m ed interesserà esclusivamente aree agricole. Il tipico di posa è riportato nell'Elaborato 1669402_SOR_028 - Sezioni tipo di posa.

2.6 Bilancio scavi e riporti

2.6.1 Stima preliminare dei volumi di scavo

Per la realizzazione delle opere oggetto della presente si prevede l'escavazione di circa 295.280 m³ di terreno, che possono essere così suddivisi:

- Scotico superficiale sull'area di impianto (aerogeneratori, viabilità interna ed aree di cantiere esterne), ovvero l'asportazione dei primi 30 cm di terreno, per una quantità stimata di circa 56.730 m³ di terreno;
- Scavi di sbancamento per strade e piazzole, per una quantità stimata di circa 187.400 m³ di terreno;
- Scavi per le fondazioni degli aerogeneratori, per una quantità stimata di circa 20.750 m³ di terreno;
- Scavi per cavidotti, ovvero scavi a sezione obbligata che ospitano i cavi MT dalle turbine fino alla SU, per una quantità stimata di circa 28.400 m³ di terreno.
- Scavi per livellamenti area relativa SU e BESS, per una quantità stimata di circa 1.500 m³ di terreno.
- Scavo per posa cavo AT a 132 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN di circa 500 m³ di terreno.

Nel paragrafo seguente le modalità di gestione previste delle terre escavate.

2.6.2 Gestione dei materiali di scavo

La gestione prevista per i materiali di scavo è finalizzata alla sostenibilità ambientale, cercando per quanto possibile di riutilizzare i materiali direttamente nel sito di produzione per i rinterri e i livellamenti/rimodellamenti.

Infatti, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente, il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo.

In dettaglio, delle terre rimosse a seguito dello scotico superficiale sull'area dell'impianto, pari a circa 56.730 m³, se conformi ai sensi della normativa vigente saranno riutilizzate interamente per il rimodellamento/livellamento delle aree da rinverdire ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs 152/06 e smi.

Circa 11.800 m³ dei 20.750 m³ delle terre scavate per la realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori, se conformi ai sensi della normativa vigente, saranno riutilizzate per i rinterri nelle piazzole di montaggio, a copertura delle opere fondazionali degli aerogeneratori.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

La totalità delle terre scavate nell'area della SU ed Impianto BESS (pari a circa 1.500 m³), se conformi ai sensi della normativa vigente, saranno riutilizzate per i livellamenti dell'area e per i rinterri delle apparecchiature presenti.

Per i cavidotti, considerando che per gran parte del tracciato si sviluppa su strade asfaltate esistenti, si prevede di riutilizzare circa il 50% del materiale scavato. Si prevede quindi di riutilizzare circa 14.450 m³ di terreno a fronte di circa 28.900 m³ di terreno scavati.

Le terre rimanenti, pari a circa 210.800 m³, verranno inviate a recupero ed in subordine a smaltimento, come rifiuto ai sensi della normativa vigente.

3 Progettazione elettrica

3.1 Impianto eolico

L'impianto eolico "Energia Sorano" è costituito da 8 (otto) aerogeneratori, ciascuno dei quali comprende un generatore asincrono trifase ($V=690V$, $P_{max}=6200kW$) collegato al rispettivo trasformatore MT/BT di macchina (30/0.69kV, $A=6600$ kVA). Gli otto gruppi di generazione sono stati suddivisi in due sottocampi aventi ognuno una potenza di 21,7 MW. Le motivazioni che portano alla necessità di suddividere l'impianto in sottocampi sono le seguenti:

- la sezione e quindi la dimensione dei cavi di interconnessione fra i vari generatori risulta ridotta facilitandone la posa;
- in caso di disservizio di un sottocampo, l'impianto può continuare la produzione nella parte restante dei sottocampi, con una perdita di produttività relativamente contenuta.

Gli aerogeneratori sono tra loro connessi attraverso una linea in media tensione a 30 kV, realizzata in cavo con collegamento di tipo "entra-esci". L'energia prodotta dai due sottocampi sopra detti viene convogliata direttamente alla cabina di consegna collocata all'interno della stazione d'utenza, ubicata nel comune di Sorano. Ogni aerogeneratore è collegato pertanto con un cavo in Media Tensione (30kV) all'aerogeneratore successivo e così via fino a raggiungere la stazione d'utenza (cabina di consegna). La stazione d'utenza (30/132 kV), tramite un trasformatore MT/AT, convoglia successivamente l'energia prodotta alla nuova stazione di rete (132/36 kV) "Sorano".

Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione relativi alle macchine fino al quadro MT compreso.

L'impianto elettrico in oggetto comprende sistemi di categoria 0, I, II e III ed è esercito alla frequenza di 50 Hz. Si distinguono le seguenti parti:

- il sistema AT a 36 kV c.a., esercito con neutro a terra;
- il sistema MT a 30 kV c.a., esercito con neutro isolato;
- il sistema BT a 690 V c.a., esercito con neutro a terra (montante aerogeneratore);
- il sistema BT a 400 V c.a., esercito con neutro a terra (servizi ausiliari BT);

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

- Il sistema a 110 V c.c., per l'alimentazione dei servizi ausiliari della cabina di macchina e di centrale

Nella seguente Figura 27 è riportato lo schema unifilare semplificato dell'impianto.

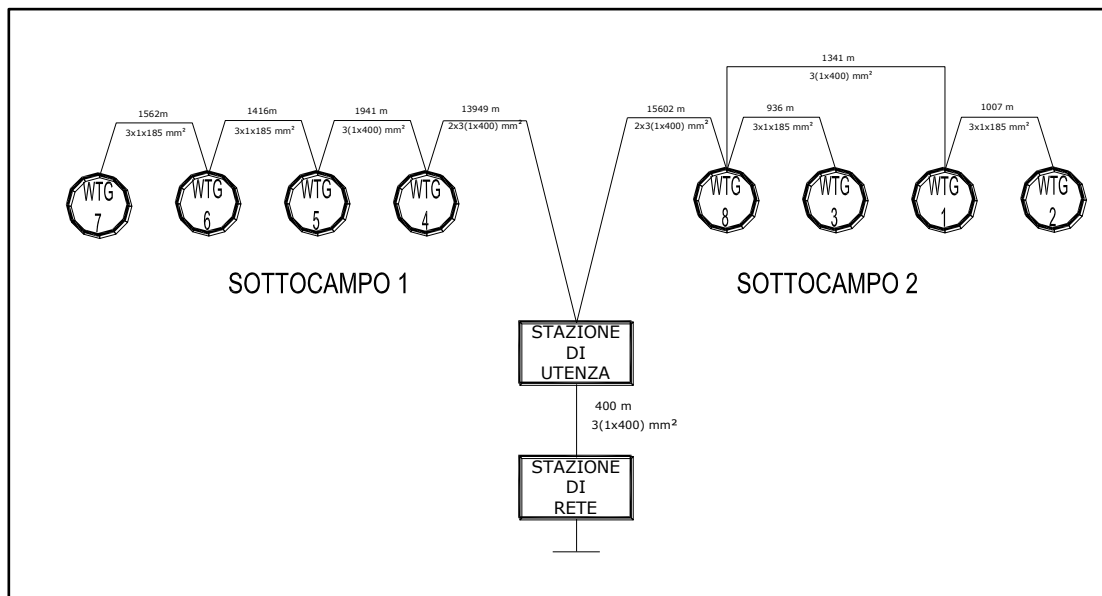


Figura 27 - Schema unifilare semplificato dell'impianto eolico di Sorano (GR)

3.2 Cavidotti 30 kV di connessione impianto eolico – nuova SU

3.2.1 Descrizione del tracciato

Il tracciato dei Cavidotti 30 kV di connessione tra l'impianto eolico e la nuova SU in oggetto, riportato nell'Elaborato 1669043_SOR_026 "Tracciato Cavidotti su CTR con attraversamenti", è stato studiato secondo quanto previsto dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Tale tracciato avrà una lunghezza complessiva di circa 24 km e interesserà il Comune di Sorano (GR) in Regione Toscana.

Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- rispettando le distanze minime dalle abitazioni prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- transitare su aree di minore pregio evitando l'interessamento di aree boscate e sfruttando la viabilità di progetto dell'impianto eolico e quella esistente.

3.2.2 Descrizione dell'opera

Il collegamento in cavo in esame segue per quanto possibile l'andamento di strade asfaltate e sterrate presenti nel sito. Le strade asfaltate interessate sono quasi esclusivamente strade provinciali: in particolare la SP Selvena, la SP Montorio, interne all'area di impianto, mentre la SP

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

Montevitozzo, la SP S. Valentino, la SP Pitigliano – Santa Fiora e la SP 13 Onano, esterne all'area di impianto.

I cavidotti si estendono per una lunghezza complessiva di circa 24 km e sono suddivisi in 6 diverse tipologie di posa, di cui 5 per strade sterrate e una per strade asfaltate. Le 5 tipologie di posa utilizzate per le strade sterrate sono le seguenti: circa 4,5 km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "A", circa 3,8 km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "B", circa 1,3 km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "C", circa 100 m sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "D" e circa 1,6 km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "D1". La tipologia di posa utilizzata per le strade asfaltate è costituita da circa 12,7 km di cavidotti con sezione di tipo "DA1". Tutte le sezioni utilizzate sono mostrate nella tavola "1669402_SOR_028 - Sezioni tipo di posa".

3.2.3 Caratteristiche dei cavi MT

I cavi per le linee MT avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- Designazione: ARE4H5E o ARE4H5EX
- Conduttori a corda rotonda compatta di alluminio.
- Grado di isolamento: 18/30 kV
- Sezione nominale ≥ 70 mm²
- Tensione nominale: 30 kV
- Corrente massima di esercizio: 879 A (*) calcolata con $\cos\phi=0,95$
- Potenza Nominale: 43,4 MW (*)
- Frequenza Nominale: 50 Hz

(*) riferita alla producibilità massima totale dell'impianto

Nelle figure seguenti sono riportate delle composizioni tipiche dei cavi.

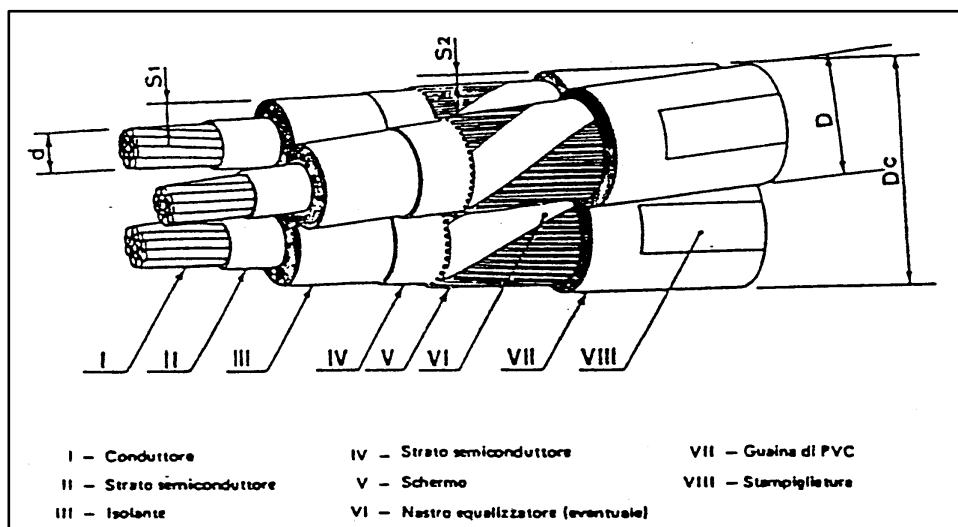


Figura 28 - composizione tipica cavo unipolare avvolto ad elica

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

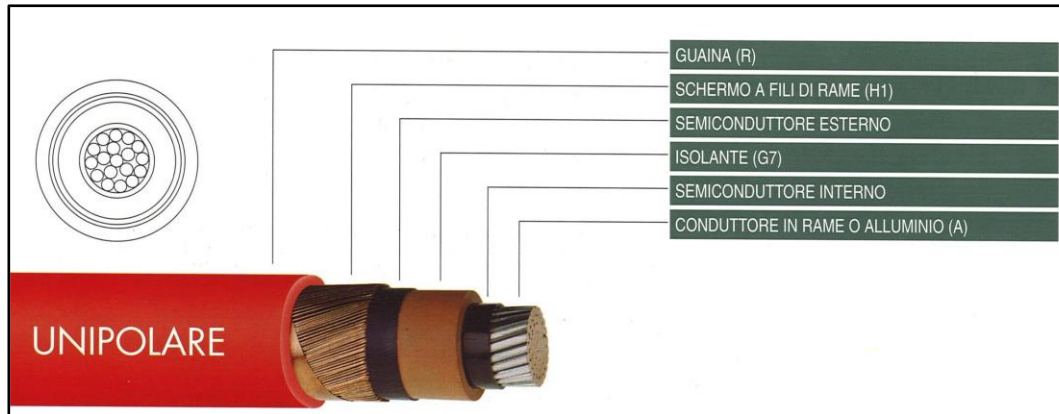


Figura 29 - composizione tipica cavo unipolare

Essi saranno distribuiti come di seguito riportato.

Sottocampo n. 1

Da	a	D [m]	S [mm ²]	vie parall.	Iz [A]
WTG7	WTG6	1562	3 x 1 x 185	1	230
WTG6	WTG5	1416	3 x 1 x 185	1	230
WTG5	WTG4	1941	3(1 x 400)	1	346
WTG4	CABINA	13949	2x3(1 x 400)	2	691

Sottocampo n. 2

Da	a	D [m]	S [mm ²]	vie parall.	Iz [A]
WTG2	WTG1	1007	3 x 1 x 185	1	230
WTG1	WTG8	1341	3(1 x 400)	1	298
WTG3	WTG8	936	3 x 1 x 185	1	198
WTG8	CABINA	15602	2x3(1 x 400)	2	595

Con Iz portata dei cavi.

Il dimensionamento sopra elencato potrà subire variazioni in sede di progettazione esecutiva.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

3.3 Stazione di utenza e Impianto BESS

Nella medesima area è prevista la realizzazione della Stazione di Utenza e dell'Impianto BESS da 10 MW di seguito descritti.

3.3.1 Stazione di utenza

Nella Stazione di utenza sono presenti:

- una cabina di consegna con all'interno le seguenti apparecchiature:
 - quadro MT a 30 kV per l'interfacciamento dell'impianto eolico e del BESS con la rete e con le funzioni di sezionamento, comando e protezione;
 - trasformatore TR-SC MT/BT (30/0.4 kV) da 160 kVA di alimentazione dei servizi ausiliari della cabina d'impianto;
 - quadro BT di alimentazione dei servizi ausiliari di cabina;
 - unità di alimentazione protetta costituita da raddrizzatore, batteria protezione, comando e supervisione della centrale;
 - (110Vcc) ed inverter per le alimentazioni delle apparecchiature di unità di acquisizione dei parametri di supervisione proveniente dalle macchine, elaborazione, archiviazione e trasmissione al posto di teleconduzione remoto dell'impianto.
- trasformatore TR MT/AT (30/132 kV) da 40/50 MVA.

3.3.2 Impianto BESS

La configurazione del BESS sarà effettuata in funzione delle scelte progettuali, tecnologia disponibile e scalabilità della soluzione. La modularità o scalabilità dell'impianto sarà realizzata considerando i componenti principali del BESS come: trasformatori BT/MT (isolati in olio), cabinet personalizzati di "Power Converter System" (PCS) e container di batterie.

Al fine della progettazione preliminare è stata definita una unità di configurazione tipica da circa 3,5 MW di potenza erogabile/assorbibile, che sarà replicata per ottenere la potenza/energia nominale dell'impianto.

Tale unità di configurazione tipica è riportata nella figura seguente:

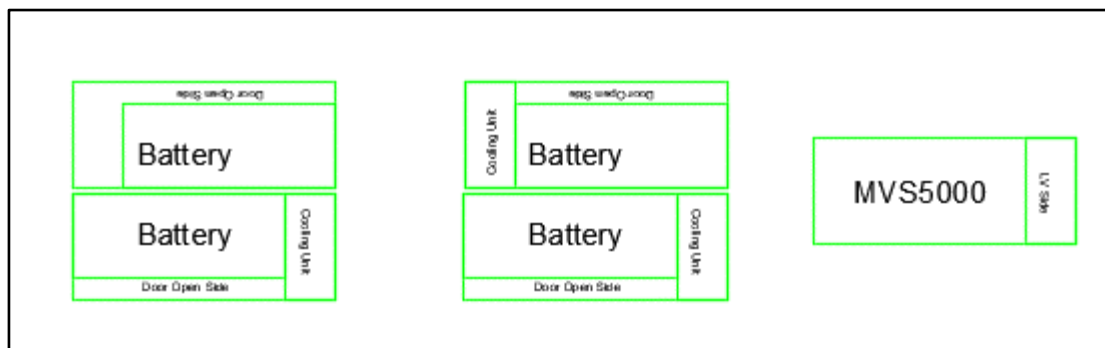


Figura 30 - Unità di configurazione tipica dei componenti base del BESS

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

Il sistema di accumulo elettrochimico o Battery Energy Storage System (“BESS”) sarà collegato alla rete nazionale attraverso un collegamento a 132 kV tra la SU e la nuova stazione elettrica RTN di “Sorano”, secondo lo schema previsto dal codice di rete.

Il BESS consentirà di poter compensare la variabilità della potenza richiesta al sistema elettrico nazionale in modo da supportare la stabilità e la regolazione della rete.

La capacità in potenza del BESS è funzione della potenza nominale del sistema di conversione DC/AC e della massima corrente di carica/scarica delle batterie; la capacità in energia del BESS è definita dalla capacità disponibile dell'intero pacco batterie.

Nel caso specifico si ipotizza l'installazione di un sistema di accumulo avente una potenza nominale pari a circa 10 MW.

Il BESS è costituito essenzialmente dai seguenti componenti:

- Assemblati Batterie;
- PCS (apparecchiature di conversione dell'energia elettrica da c.c. in c.a.);
- Trasformatore di accoppiamento;
- Apparecchiature di manovra e protezione;
- Servizi ausiliari;
- Sistema di controllo.

Per il sistema proposto, in particolare si prevede l'installazione di:

- N° 12 container di energia (Battery Container)
- N° 3 sistema di conversione (PCS – Power Conversion System) comprensivo di due inverter in parallelo al trasformatore MT/BT
- N°3 (3x1) unità HVAC per il condizionamento delle cabine di impianto e cabine dei servizi ausiliari

All'interno della Cabina di consegna della stazione di utenza, saranno alloggiati i quadri MT di arrivo dai container, la partenza in MT per il trasformatore MT/AT ed il locale misure.

I containers saranno collegati con i sistemi di condizionamento opportunamente dimensionati in modo da garantire il ricambio dell'aria e di conseguenza le migliori condizioni ambientali per il corretto funzionamento degli equipaggiamenti.

Allegati al presente documento vi sono l'inquadramento su CTR, su catastale, su ortofoto ed il layout di impianto, raffiguranti le aree destinate ai container batterie dell'impianto stesso.

Ns rif. 1669402_SOR_002 Relazione tecnica

3.4 Cavidotto 132 kV di collegamento tra la SU e la SE RTN

Il collegamento tra la nuova stazione elettrica di utenza e la stazione elettrica RTN dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima dell'impianto.

Se si considera il funzionamento a $\cos\phi$ 0.95, poiché l'impianto ha una potenza pari a 43,4 MW, si ha:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos\phi} = 200A$$

Il cavo di sezione pari a 400 mm², con le condizioni standard di posa a trifoglio interrati in tubo, ha un valore di portata massima pari a circa 432 A, sufficiente a trasportare la potenza richiesta e contenere la cdt al di sotto del 1%.

Il cavo avrà una lunghezza di circa 400 m e si svilupperà su aree agricole.