



COMMITTENTE:



SCS 23 S.R.L.

Via Generale Giacinto Antonelli 3
70043 Monopoli - BA,
P.IVA/C.F. 08753440729

Titolo del Progetto:

**IMPIANTO EOLICO DA 42 MW (7 WTG DA 6 MW) NELLE CONTRADE DI STRIPPARIA NEL COMUNE DI CALTAVUTURO (PA) E DI PIZZO CAMPANELLA NEL COMUNE DI POLIZZI GENEROSA (PA).
OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI CASTELLANA SICULA (PA) E VILLALBA (CL).**

Località
Contrada Stripparia
Contrada Pizzo Campanella

**REGIONE: SICILIA
PROVINCIA: PALERMO
COMUNE: CALTAVUTURO E
POLIZZI GENEROSA**

Codice A.U.

-

PROGETTO DEFINITIVO

ID PROGETTO:	PEAL	DISCIPLINA:	P	TIPOLOGIA:		FORMATO:	
--------------	------	-------------	---	------------	--	----------	--

TITOLO:

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

N° DOCUMENTO: **P0036429-1-H3**

IL TECNICO:



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy




RINA CONSULTING S.P.A.

Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102

REV:	DATA REVISIONE	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	Dicembre 2023	Prima Emissione	MG	VF	EG

INDICE

1.	PREMESSA.....	4
2.	IL SITO	5
3.	L'IMPIANTO EOLICO	8
3.1.	DESCRIZIONE GENERALE	8
3.2.	LAYOUT IMPIANTO	9
3.3.	AEROGENERATORI.....	10
3.4.	POTENZA INSTALLATA E PRODUCIBILITÀ.....	13
4.	INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI.....	14
4.1.	FONDAZIONI AEROGENERATORI	14
4.2.	PIAZZOLE AEROGENERATORI.....	16
4.3.	STRADE DI ACCESSO E VIABILITÀ DI SERVIZIO	18
4.4.	OPERE IDRAULICHE.....	20
4.5.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	20
4.6.	RILEVATI E SOVRASTRUTTURE – BONIFICHE E SOTTOFONDI.....	20
4.6.1.	RILEVATI ARIDI E SOPRASTRUTTURE PER PIAZZOLE E STRADE	20
4.6.2.	SOVRASTRUTTURE PER PIAZZOLE E STRADE.....	21
4.6.3.	SISTEMAZIONE DEL PIANO DI POSA.....	22
4.6.4.	PAVIMENTAZIONE CON MATERIALE ARIDO	24
4.7.	VERIFICA GEOTECNICA DELLA FONDAZIONE STRADALE	26
4.7.1.	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE E DELLE PIAZZOLE	26
4.7.2.	VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA (METODO AASHTO)	30
4.7.3.	VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE.....	34
5.	OPERE DI INGEGNERIA AMBIENTALE.....	35
6.	CAVIDOTTI	39
7.	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT	40
7.1.	UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO	40
7.2.	LAYOUT STAZIONE UTENTE.....	40
7.3.	DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE.....	43
7.3.1.	STAZIONE ELETTRICA UTENTE 150/30 KV	43
7.3.2.	SERVIZI AUSILIARI	44
7.3.3.	RETE DI TERRA.....	45
7.3.4.	EDIFICIO SSE.....	45
7.3.5.	STALLO CONDIVISO.....	46
7.4.	OPERE CIVILI.....	48
7.5.	PRINCIPALI APPARECCHIATURE IN PROGETTO	49
8.	STAZIONE TERNA “CALTANISSETTA 380”	53
8.1.	MOTIVAZIONE DELL'OPERA.....	53
8.2.	UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO	53
8.3.	DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE	55



8.3.1.	DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA	55
8.3.2.	SERVIZI AUSILIARI	56
8.3.3.	IMPIANTO DI TERRA	56
8.3.4.	FABBRICATI.....	56
8.4.	MACCHINARI E APPARECCHIATURE.....	58
8.4.1.	MACCHINARI	58
8.4.2.	APPARECCHIATURE	58

1. PREMESSA

La società Rina Consulting S.P.A. è stata incaricata di redigere il progetto definitivo dell'impianto eolico da 42 MW (7 Wtg da 6 MW) nelle contrade di Stripparia nel Comune di Caltavuturo (PA) e di Pizzo Campanella nel Comune di Polizzi Generosa (PA). Le Opere di Connessione sono da realizzarsi nei Comuni di Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL).

L'impianto sarà realizzato dalla società SCS 23 s.r.l. via Generale Giacinto Antonelli 3 70043 Monopoli - BA, p.iva/C.F. 08753440729.

Il modello tipo di aerogeneratore scelto avrà potenza nominale di 6,00 MW con altezza mozzo pari a 115 m, diametro rotore pari a 170 m e altezza massima al top della pala pari a 200 m.

Oltre che degli aerogeneratori, il progetto si compone dei seguenti elementi:

1. un elettrodotto in MT da 30 kV, di collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione utente 30/150 kV e ubicato nei Comuni di Petralia Sottana, Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL);
2. una stazione di trasformazione utente 30/150 kV, ubicata nel Comune di Villalba (CL). La stazione sarà realizzata all'interno di un'area prevista in condivisione con altri produttori;
3. opere Condivise dell'Impianto di Utenza (Opere Condivise), costituite da sbarre comuni, dallo stallo arrivo linea e da una linea in cavo interrato a 150 kV, condivise tra la Società ed altri operatori, in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV della nuova Stazione Elettrica RTN "Caltanissetta 380";
4. stallo utente da realizzarsi nella nuova Stazione Elettrica "Caltanissetta 380" RTN a 150 kV. (Stazione elettrica di Terna spa, e relativi raccordi aerei 150 kV e 380 kV di collegamento alla RTN che interessano i Comuni di Villalba (CL) e Mussomeli (CL) in carico ad altro produttore avente ruolo di capofila nei confronti di Terna S.p.a.).

Si precisa che la progettazione della futura stazione elettrica di Terna spa, e dei relativi raccordi aerei 150 kV e 380 kV di collegamento alla RTN che interessano i Comuni di Villalba (CL) e Mussomeli (CL), sono oggetto di procedimento autorizzativo che fa capo ad un altro proponente definito "Capofila", che ha partecipato alle attività di coordinamento organizzate da Terna spa.

Il documento si propone di fornire una descrizione generale completa del progetto definitivo volto al rilascio da parte delle Autorità competenti, delle autorizzazioni e concessioni necessarie alla sua realizzazione.

2. IL SITO

Gli aerogeneratori (in numero di sette) dell'impianto sono denominati con le sigle C01, C02, C03, P04, P05, P06 e P07 saranno collocati in agro del Comune di Caltavuturo in provincia di Palermo all'interno delle seguenti cartografie e fogli di mappa catastali:

- Fogli IGM in scala 1:25.000 di cui alle seguenti codifiche: 259_II_NE-Caltavuturo, 259_II_SE-Vallelunga Pratameno.
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche: 621030, 621040, 621070, 621080, 621110, 621120, 621150, 621160, 630030, 630040
- Fogli di mappa nn. 34 del Comune di Caltavuturo e fogli di mappa nn. 63 del Comune di Polizzi Generosa.

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 degli aerogeneratori:

WTG	E	N	Riferimenti Catastali
C01	404848.1357	4180871.044	Caltavuturo Fg. 34 – P.lla 65
C02	405221.014	4181878.2853	Caltavuturo Fg. 34 – P.lla 18
C03	405657.1132	4180465.8029	Caltavuturo Fg. 34 – P.lle 305-203
P04	402634.5497	4175159.7845	Polizzi Fg. 63 – P.lla 98
P05	403133.9724	4175039.9579	Polizzi Fg. 63 – P.lla 7
P06	403527.2107	4175351.278	Polizzi Fg. 63 – P.lla 44
P07	404026.0137	4175283.9923	Polizzi Fg. 63 – P.lla 284

Tabella 1 - Coordinate aerogeneratori nel sistema UTM 33 WGS84

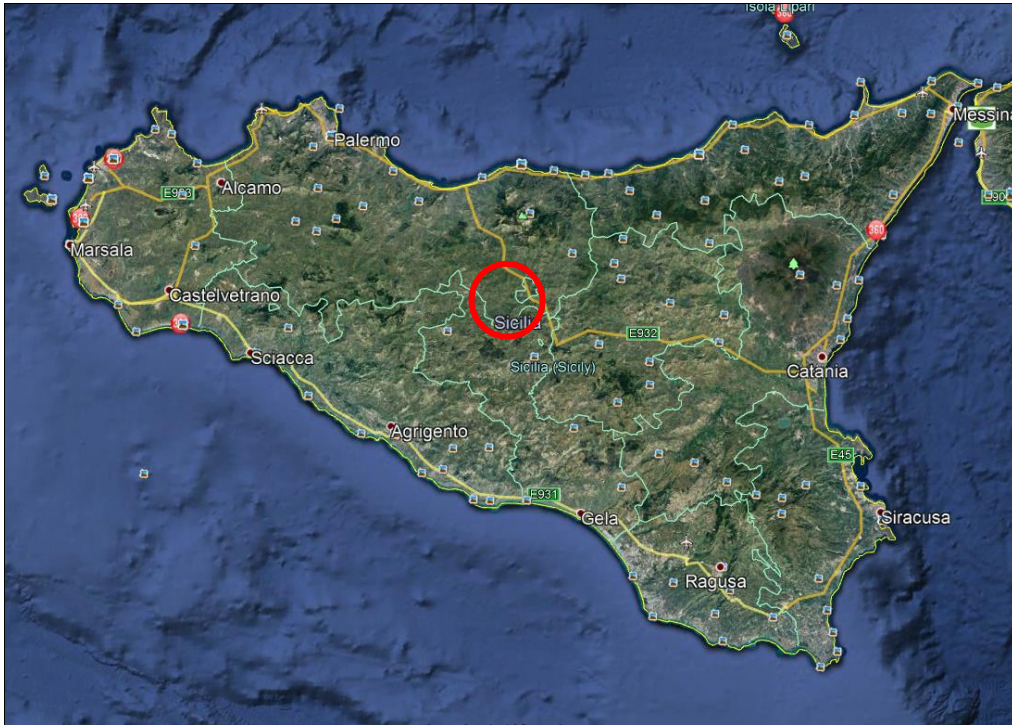


Figura 1 - Ubicazione area di impianto da satellite

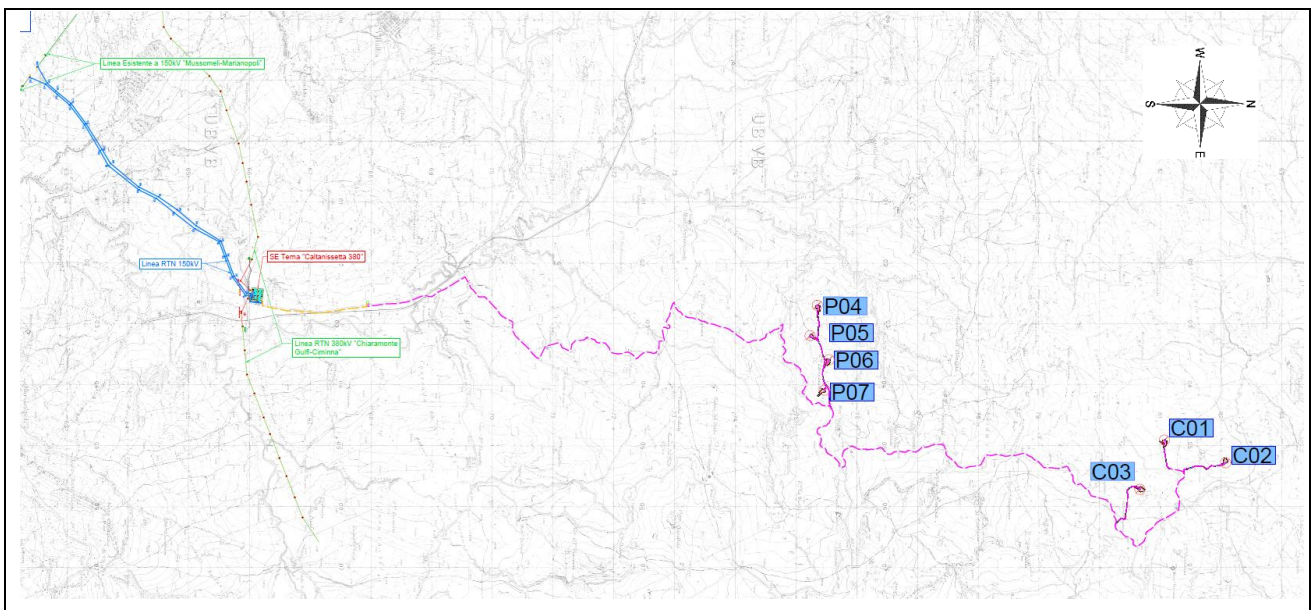


Figura 2 - Inquadramento impianto su stralcio IGM 1:25.000

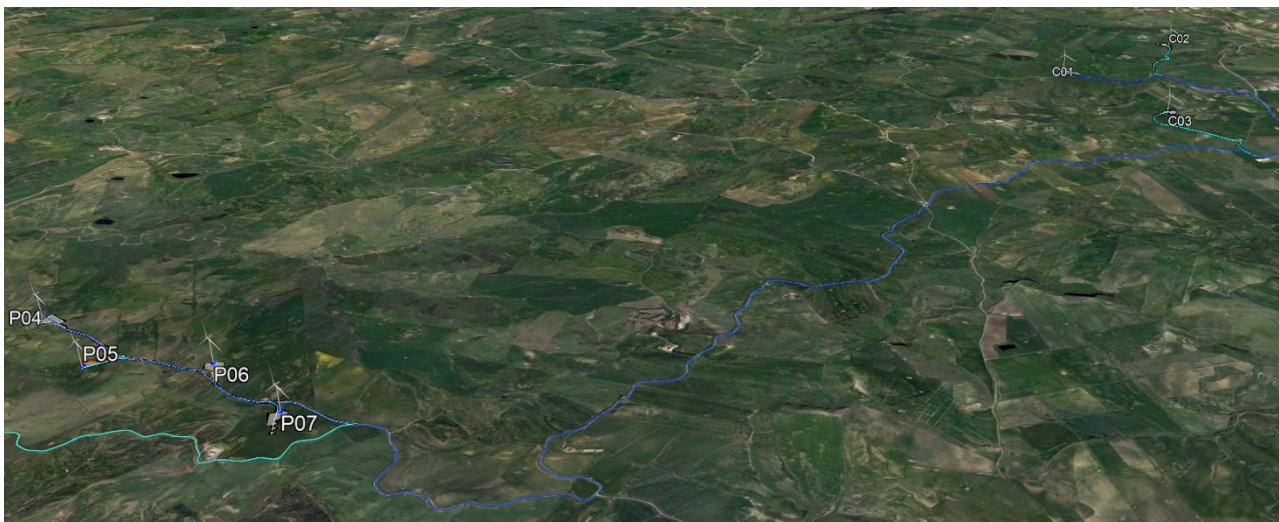


Figura 3 - Inquadramento impianto su google

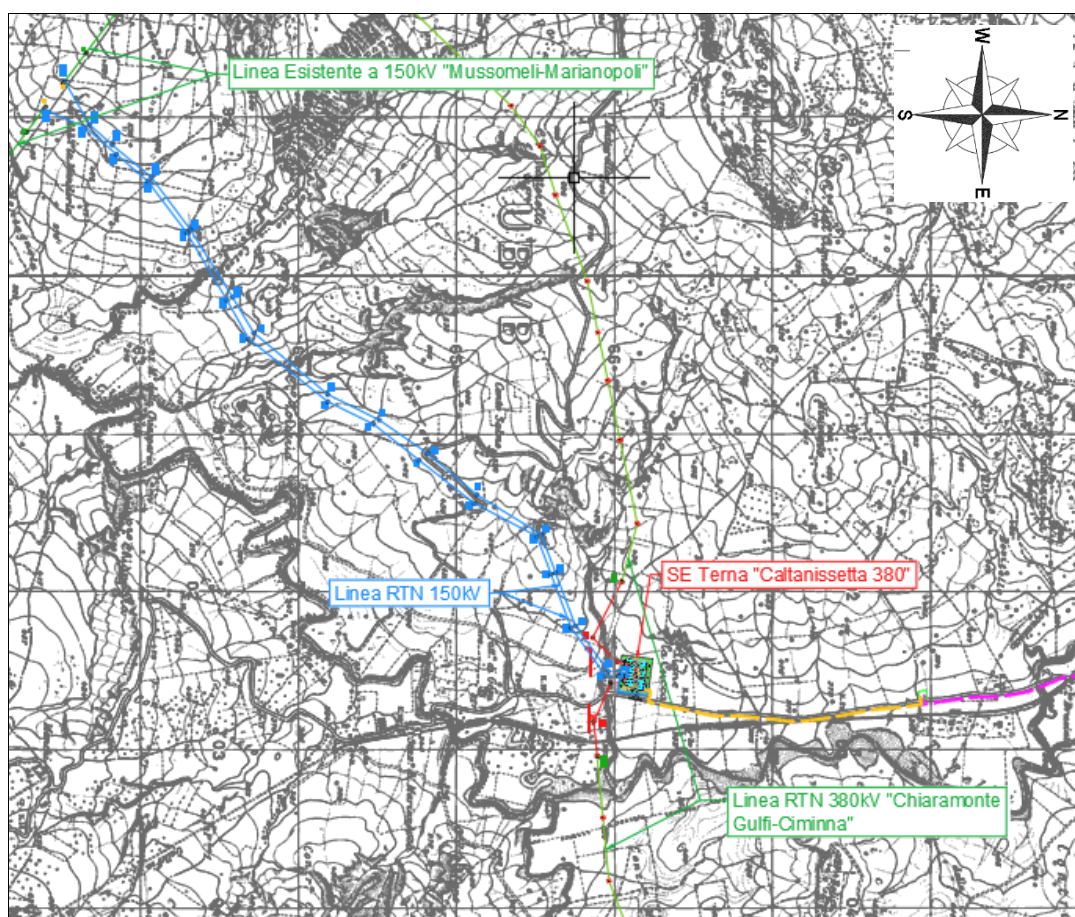


Figura 4 - Inquadramento impianto su IGM 1:25.000

3. L'IMPIANTO EOLICO

3.1. DESCRIZIONE GENERALE

L'impianto eolico è composto da aerogeneratori indipendenti, opportunamente disposti e collegati in relazione alla disposizione dell'impianto, dotati di generatori asincroni trifasi. Ogni generatore è topograficamente, strutturalmente ed elettricamente indipendente dagli altri anche dal punto di vista delle funzioni di controllo e protezione.

Gli aerogeneratori sono collegati fra loro e a loro volta si connettono alla sottostazione tramite un cavidotto interrato. Nella stessa sottostazione sarà ubicato il sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (MCM) dell'impianto eolico che consente di valutare in remoto il funzionamento complessivo e le prestazioni dell'impianto ai fini della sua gestione.

Non saranno necessarie cabine elettriche prefabbricate a base torre, in quanto le apparecchiature saranno direttamente installate all'interno della navicella della torre di sostegno dell'aerogeneratore. Questo comporterà un minore impatto dell'impianto con il paesaggio circostante.

All'interno della torre saranno installati:

- *l'arrivo cavo BT (690 V) dal generatore eolico al trasformatore,*
- *il trasformatore MT-BT (0,69/30),*
- *il sistema di rifasamento del trasformatore,*
- *la cella MT (30 kV) di arrivo linea e di protezione del trasformatore,*
- *il quadro di BT (690 V) di alimentazione dei servizi ausiliari,*
- *quadro di controllo locale.*

L'impianto Eolico rimodulato sarà costituito da n° 7 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima da 6,00 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di 42.00 MW.

Per la sua realizzazione sono quindi da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

- opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori e la sottostazione di consegna esistente.

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato e quelle a struttura metallica sono state progettate e saranno realizzate secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche vigenti relative alle leggi sopracitate, così pure gli impianti elettrici

3.2. LAYOUT IMPIANTO

L'impianto eolico è composto da sette aerogeneratori ricadenti nel Comune di Caltavuturo (PA); essi sono contraddistinti dalle sigle C01, C02, C03, P04, P05, P06 e P07.



Figura 5 - Simulazione degli aerogeneratori ricadenti nel Comune di Polizzi Generosa (P04-P05-P06 e P07).



Figura 6 - Simulazione degli aerogeneratori ricadenti nel Comune di Caltavuturo (C01-C02 e C03).

Le postazioni degli aerogeneratori sono costituite da piazzole collegate da una viabilità d'impianto. I dispositivi elettrici di trasformazione BT/MT degli aerogeneratori saranno alloggiati all'interno delle Navicelle. Pertanto, non sono previste costruzioni di cabine di macchina.

Gli aerogeneratori sono collocati lungo crinali, ovvero su poggi/altipiani, mantenendo in tal modo inalterato l'equilibrio idrogeologico.

A tal uopo è prevista un'adeguata sistemazione idraulica, mediante opere di regimazione delle acque superficiali e meteoriche, al fine di assicurarne il recapito presso gli esistenti impluvi naturali.

Detta sistemazione idraulica interesserà l'intero impianto, sia nelle zone d'installazione delle piazzole, sia nelle zone interessate dalla viabilità di progetto.

La fondazione stradale sarà realizzata con un misto granulometrico stabilizzato, ad effetto auto-agglomerante e permeabile allo stesso tempo.

Nella costruzione delle strade previste in progetto e nella sistemazione delle strade esistenti, non sarà attuato alcun artificio che impedisca il libero scambio tra suolo e sottosuolo. Eventuali interventi di consolidamento per la realizzazione delle piste di progetto saranno tali da non influenzare il regime delle acque sotterranee.

3.3. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, descritta nell'elaborato "TIPICO AEROGENERATORE" **P0036429-1-M11**.

Sul mercato esistono diverse tipologie di aerogeneratori, ad asse orizzontale e verticale, con rotore mono, bi o tripala, posto sopra o sottovento. Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,00 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro massimo 170,00 m, posto sopravento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- **navicella in carpenteria metallica** con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- **sostegno tubolare troncoconico in acciaio**, avente altezza fino all'asse del rotore al massimo pari a 115,00 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminate, saldate per formare una struttura tubolare troncoconica.

Si tratta di aerogeneratori di tipologia già impiegata estensamente in altri parchi italiani/UE, che consentono il miglior sfruttamento della risorsa vento e che presentano garanzie specifiche dal punto di vista della sicurezza (così come si dimostrerà in vari altri documenti: piano di produzione, studio di gittata etc.);

La turbina è equipaggiata, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile),

con un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea.

La segnalazione notturna consiste nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore.

Le turbine di inizio e fine tratto avranno una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m.

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO, i quali rivelano gli incendi e attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore). In aggiunta a ciò, il rivestimento della navicella contiene materiali autoestinguenti.

L'aerogeneratore è dotato di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia alla struttura (interna ed esterna) che alle persone. Il fulmine viene "catturato" per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala. Da questi, la corrente del fulmine è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine è infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra. I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo standard internazionale IEC 61024-1.

Generalmente, una moderna turbina eolica entra in funzione a velocità del vento di circa 3-5 m/s e raggiunge la sua potenza nominale a velocità di circa 10-14 m/s. A velocità del vento superiori, il sistema di controllo del passo inizia a funzionare in maniera da limitare la potenza della macchina e da prevenire sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici. A velocità di circa 22-25 m/s il sistema di controllo orienta le pale in maniera tale da mandare lo stallo il rotore e da evitare forti sollecitazioni e danni meccanici e strutturali. L'obiettivo è quello di far funzionare il rotore con il massimo rendimento possibile con velocità del vento comprese tra quella di avviamento e quella nominale, di mantenere costante la potenza nominale all'albero di trasmissione quando la velocità del vento aumenta e di bloccare la macchina in caso di venti estremi. Il moderno sistema di controllo del passo degli aerogeneratori permette di ruotare singolarmente le pale intorno al loro asse principale; questo sistema, in combinazione con i generatori a velocità variabile, ha portato ad un significativo miglioramento del funzionamento e del rendimento degli aerogeneratori.

La frenatura è effettuata regolando l'inclinazione delle pale del rotore ad un angolo di 91°. Ciascuno dei tre dispositivi di regolazione dell'angolo delle pale del rotore è completamente indipendente. In caso di un guasto del sistema di alimentazione, i motori a corrente continua sono alimentati da accumulatori che ruotano con il rotore. L'impiego di motori a corrente continua permette, in caso di emergenza, la connessione in continua degli accumulatori, senza necessità di impiego di inverter. Ciò costituisce un importante fattore di sicurezza, se confrontato coi sistemi pitch, progettati in corrente alternata. La

torsione di una sola pala è sufficiente per portare la turbina in un range di velocità nel quale la turbina non può subire danni. Ciò costituisce un triplice sistema ridondante di sicurezza. Nel caso in cui uno dei sistemi primari di sicurezza si guasti, si attiva un disco meccanico di frenatura che arresta il rotore congiuntamente al sistema di registrazione della pala.

I sistemi frenanti sono progettati per una funzione “fail-safe”; ciò significa che, se un qualunque componente del sistema frenante non funziona correttamente o è guasto, immediatamente l'aerogeneratore si porta in condizioni di sicurezza.

Gli aerogeneratori hanno una vita utile di circa 30 anni, al termine dei quali è necessario provvedere al loro smantellamento ed eventualmente alla loro sostituzione con nuovi aerogeneratori.

La fase di decommissioning avverrà con modalità analoghe a quanto descritto per la fase di installazione.

Le componenti elettriche (trasformatore, quadri elettrici, ecc) verranno quindi smaltite, in accordo con la direttiva europea (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment); le parti in metallo (acciaio e rame) e in plastica rinforzata (GPR) potranno invece essere riciclate.

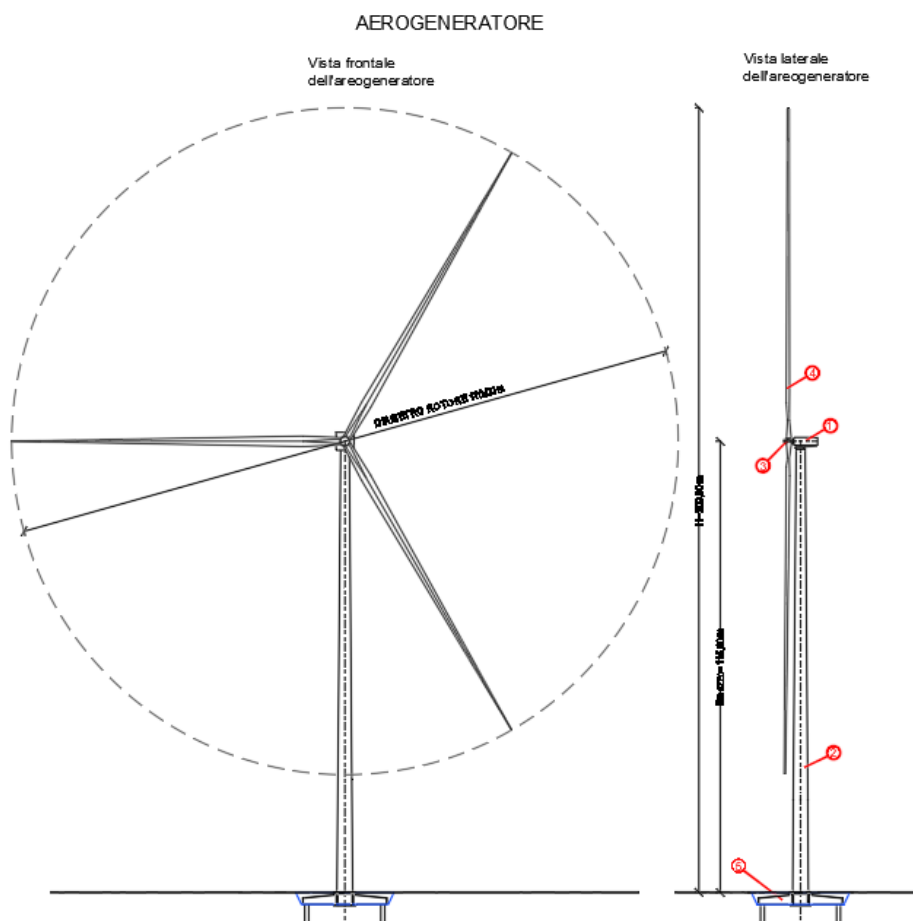


Figura 7 - Schema tipo aerogeneratore avente altezza al mozzo pari a 115 m. e diametro rotore di 170 m per un'altezza complessiva di 200 m – P0036429-1-H19

3.4. POTENZA INSTALLATA E PRODUCIBILITÀ

La potenza installata è pari a 42,0 MW. Il valore di produzione netta attesa viene ottenuto dal processo di calcolo illustrato nella relazione **P0036429-1-H19-Relazione tecnica analisi della producibilità del sito.**

Di seguito la tabella riepilogativa:

Voce	Valore
Altezza del mozzo [m]	115
Velocità media approssimativa del vento all'altezza del mozzo [m/s]	7.2 (N) -7.4 (S)
Potenza nominale dell'impianto eolico [MW]	42
Produzione lorda di energia [GWh/a]	153.16
1. Effetto scia	97.0%
2. Effeto scia (parchi eolici esistenti) da calcolare con adeguato input tecnico	100.0%
3. Effeto scia (futuri parchi eolici)	100.0%
4. Disponibilità	97%
5. Efficienza elettrica	98%
6. Prestazioni della turbina	99%
7. Ambientale	99%
8. Riduzione	100.0%
9. Altro	100.0%
Fattore di perdita totale	90.4%
Produzione netta di energia, P50 (10-anno) [GWh/a]	138.4
Fattore di capacità netta, P50 (10-anno)	37.6%

Tabella 2-Producibilità preliminare stimata

4. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI

4.1. FONDAZIONI AEROGENERATORI

Il dimensionamento finale delle fondazioni sarà effettuato sulla base dei parametri geotecnici derivanti dalle prove in sito e di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nel corso di appositi sondaggi in fase di progettazione esecutiva.

L'analisi dei terreni e il predimensionamento delle fondazioni (cfr *relazione sui calcoli preliminari delle strutture P0036429-1-H6* e *relazione geotecnica e sismica P0036429-1-H5*) suggeriscono l'adozione di una fondazione su pali.

La fondazione di tipo indiretto di ciascun aerogeneratore sarà costituita da un plinto circolare, avente diametro pari a 20m, posto su n°26 pali aventi diametro $\Phi 1000$ e lunghezza variabile:

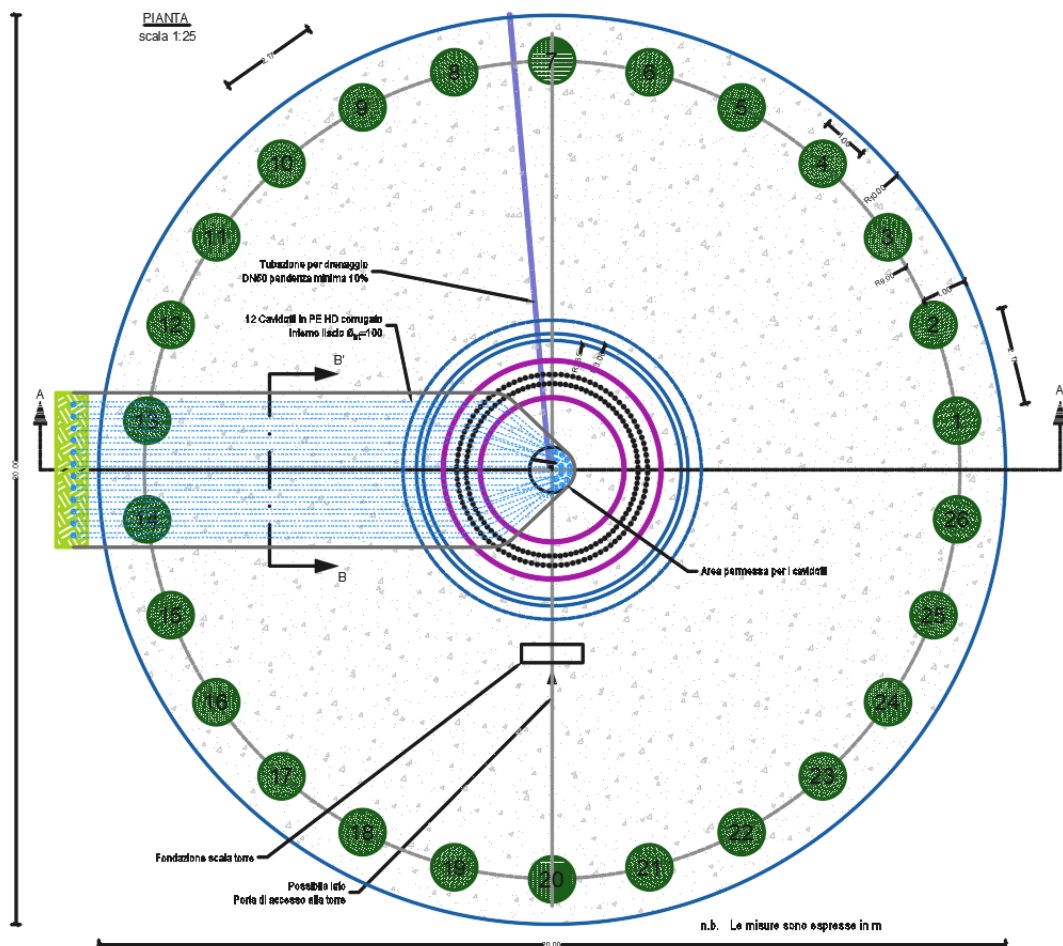


Figura 8 - Pianta del plinto con indicazione dei pali di fondazione
(n.26 del diametro 100 cm)

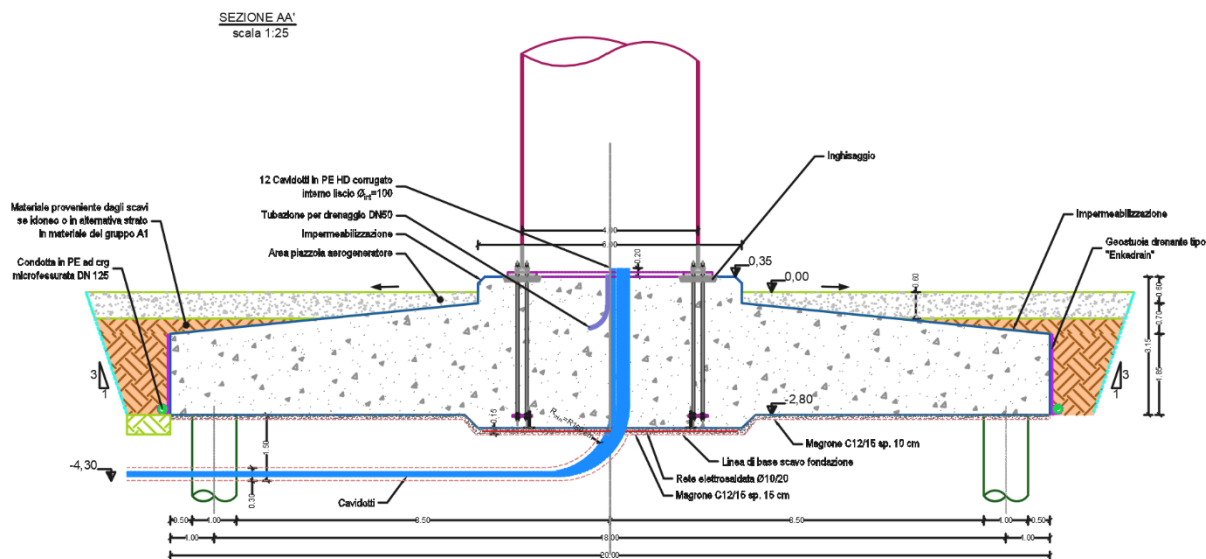


Figura 9 - Sezione del plinto

Il plinto presenta una suola di forma troncoconica, con altezza pari a 1,85 m al bordo esterno e pari a 2,55 m in corrispondenza della parte centrale, ad un raggio di 3,00m, ove è presente un colletto cilindrico che si eleva sulla suola di ulteriori 0,60 m. Il colletto presenta quindi un'altezza complessiva pari a 3,15 m. All'interno del plinto di fondazione, al fine di collegare la torre metallica di sostegno dell'aerogeneratore alla fondazione, sarà annegata una gabbia metallica di tirafondi di ancoraggio di forma cilindrica dotata di una piastra superiore ed una piastra inferiore: la piastra superiore, che fungerà da piastra di distribuzione del carico proveniente dalla torre, presenta uno spessore di 100 mm e larghezza di 650 mm, mentre la piastra inferiore presenta spessore di 50 mm e larghezza 450 mm.

Sotto la piastra di distribuzione, incassata nella fondazione, sarà eseguito un getto di inghisaggio con malta ad alta resistenza dello spessore pari a 11cm e larghezza minima pari a 77cm che ne permetterà il perfetto livellamento.

Entrambe le piastre sono dotate di n°2 serie concentriche di n°100 fori che consentiranno il passaggio di altrettante barre filettate ad alta resistenza di tipo M42 classe 10.9, che, tramite dadi, garantiscono il corretto collegamento delle due piastre alla Torre in elevazione.

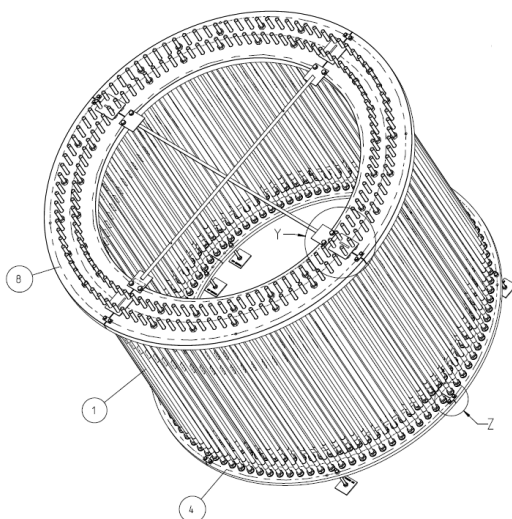


Figura 10 - Vista isometrica
d'insieme

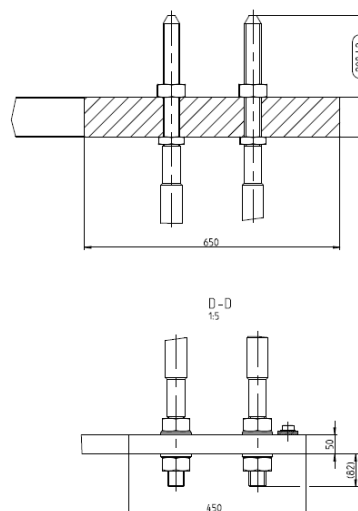


Figura 11 - Sezione
verticale

Nella attuale fase di progettazione definitiva, si eseguiranno dei calcoli basati sullo studio geologico allegato al progetto; il modello geotecnico sarà dunque realizzato in base a detto studio.

Durante la fase di progettazione esecutiva a seguito di indagini geologiche più approfondite saranno valutate eventuali alternative alle fondazioni indirette.

Come risulta dal calcolo di pre-dimensionamento, la fondazione indiretta proposta sarà costituita da un plinto circolare, di diametro 20,00 m e spessore variabile su pali di adeguata lunghezza. All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia di ancoraggio metallica cilindrica dotata di una piastra superiore di ripartizione dei carichi ed una piastra inferiore di ancoraggio. Entrambe le piastre sono dotate di due serie concentriche fori che consentiranno il passaggio di barre filettate ad alta resistenza di diametro 36 mm, che, tramite dadi, garantiscono il corretto collegamento delle due piastre.

A tergo dei lati del manufatto dovrà essere realizzato uno strato di drenaggio dello spessore di 60 cm, munito di tubazione di drenaggio forata per l'allontanamento delle acque dalla fondazione. Nella fondazione, oltre al sistema di ancoraggio della torre, saranno posizionate le tubazioni passacavo in PVC corrugato, nonché gli idonei collegamenti alla rete di terra.

4.2. PIAZZOLE AEROGENERATORI

La fondazione sarà intestata su un terreno di sedime avente idonee caratteristiche geotecniche; essa avrà una superficie in pianta dell'ordine di 350-400 m², dove troveranno collocazione i dispersori di terra e le vie cavi interrati.

La piazzola per un montaggio standard è costituita da un trapezio rettangolo B=61,0 m; b=30,0 m; h=44,0 m oltre ad un quadrato (22,00 x 16,00) m ove sarà allocato l'aerogeneratore e un ulteriore

rettangolo (5,0 x 88,0) m.

Le singole piazzole a servizio degli aerogeneratori devono svolgere una doppia funzione:

1. Durante le fasi di costruzione permettere lo scarico dei componenti l'aerogeneratore (conci di torre, navicella, pale, etc.), il posizionamento delle gru per il montaggio, il movimento delle stesse con i componenti durante le fasi di assemblaggio e montaggio;
2. Durante le fasi di esercizio permettere la manutenzione ordinaria e straordinaria per tutta la vita utile del parco eolico.

Per le ragioni esposte sopra, per le piazzole a servizio degli aerogeneratori dovrà predisporre lo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e la compattazione di una superficie, stimata in (50x30) m, tale da garantire una parte destinata come area di scarico dei materiali e una seconda destinata alla movimentazione degli stessi e ai relativi necessari lavori.

A montaggio ultimato, l'area attorno alle macchine (piazzola aerogeneratore) sarà mantenuta piana e sgombra da piantumazioni allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione ordinaria e straordinaria delle macchine.

Le altre aree eccedenti la piazzola definitiva e quelle utilizzate temporaneamente per le attività di cantiere, montaggio main components WTG e stoccaggio, saranno ripristinate come ante operam, prevedendo il riporto di terreno vegetale per la successiva eventuale coltivazione.

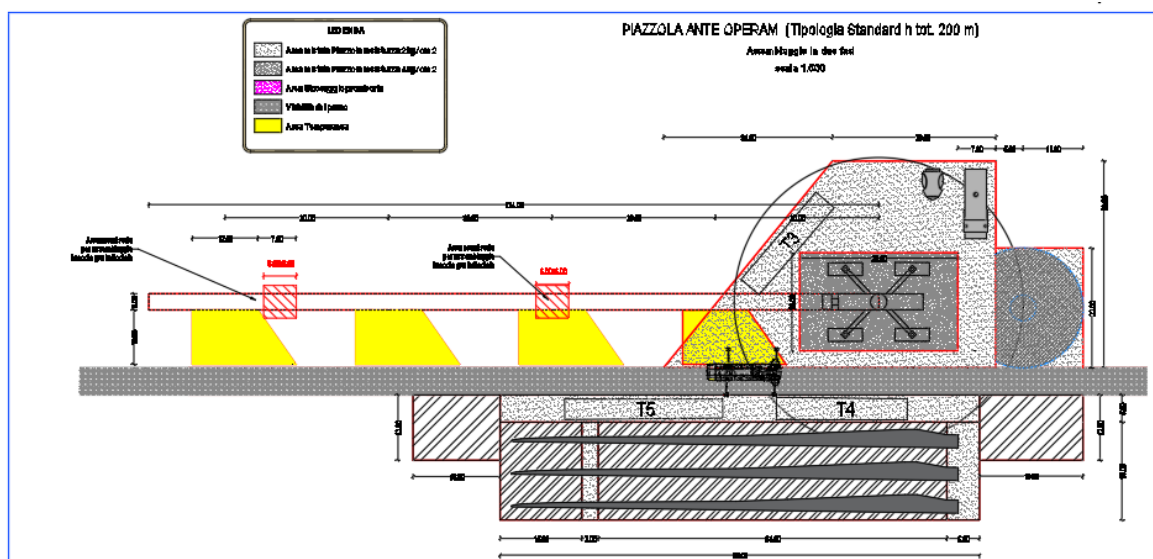


Figura 12 - Schema tipo piazzola

Le piazzole di montaggio saranno realizzate previo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e la compattazione dell'intera superficie.

A montaggio ultimato, l'area attorno alle macchine (piazzola aerogeneratore) sarà mantenuta piana e sgombra da piantumazioni allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione delle macchine.

Le altre aree eccedenti la piazzola definitiva e quelle utilizzate temporaneamente per le attività di cantiere saranno

ripristinate come ante operam, prevedendo il riporto di terreno vegetale per favorire la crescita di vegetazione spontanea.

La sezione stradale, con larghezza di 5,00 m più due banchine laterali di 0,5 m, sarà realizzata in massciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 40 cm, eventualmente steso su geotessile disteso alla base del cassonetto stradale a diretto contatto con il terreno, allo scopo di limitare al massimo le deformazioni e i cedimenti localizzati; superiormente sarà previsto uno strato di finitura/usura in misto stabilizzato, dello spessore di 20 cm.

4.3. STRADE DI ACCESSO E VIABILITÀ DI SERVIZIO

All'interno del parco è presente una significativa rete di viabilità esistente. Essa, opportunamente modificata sarà utilizzata per accedere ad ognuna delle piattaforme degli aerogeneratori, sia durante la fase di esecuzione delle opere che nella successiva manutenzione del parco eolico e costituiranno peraltro spesso una utile viabilità aperta a tutti per la fruizione del territorio. Nella definizione del layout dell'impianto è stata sfruttata la viabilità esistente onde contenere gli interventi. La viabilità del parco serve tutti gli aerogeneratori ed è costituita dagli assi viari le cui caratteristiche dimensionali sono riportati nella tabella seguente.

Nome asse	L tot (m)	L strada esistente (m)	L strada nuova (m)	Pend. Max.
C01 SP (strada c/da Gancitani)	546,00	546,00	00,00	1,30%
C01	200,00	173,00	97,00	10,23%
C02	908,00	398,00	510,00	14,00%
C03	993,00	440,00	553,00	16,00%
P04	640,00	0,00	640,00	13,87%
P05	1.347,00	1.185,00	162,00	10,96%
P06	178,00	0,00	178,00	9,56%
P07	257,00	0,00	257,00	9,35%
TOTALE	5.069,00	2.569,00	2.500,00	
%	100%	51%	49%	

Tabella 3- Tabella con individuazioni degli assi stradali e relative lunghezze

Complessivamente la lunghezza della viabilità del parco eolico è pari a 5069 m di cui 2569 m, pari al 51,00%, riguardano modifiche a viabilità esistente mentre 2500 m pari al 49,00 %

riguardano nuove viabilità; dunque, nel complesso per realizzare 42,00 MW circa di impianto occorrerà realizzare solamente 2500 m di nuove strade sterrate.

Le nuove strade sterrate, ove possibile, saranno realizzate in modo tale da interessare marginalmente i fondi agricoli; essi avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire, per quanto possibile, la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o riporto.

La costruzione delle strade ed il rinnovo di quelle esistenti non sono solo a vantaggio del parco eolico ma permette anche un migliore accesso a chi le utilizza per l'agricoltura e per la pastorizia, nonché per i mezzi antincendio, fondamentali in una zona arida ed a volte soggetta a incendi specie nel periodo estivo. La progettazione della viabilità è stata condotta secondo le specifiche tecniche tipiche dei maggiori fornitori di aerogeneratori con dimensioni e pesi compatibili.

In particolare, le specifiche principali di carattere generale sono di seguito riportate:

Viabilità	
Larghezza carreggiata per $R > R_{min}$	5,00 m
Pendenza trasversale	2% a schiena d'asino
Raggio planimetrico minimo (R_{min})	100 m
Allargamenti per $R < R_{min}$	Caso per caso con simulazione mezzo
Pendenza max livelletta (rettifilo)	18%
Pendenza max livelletta (curva con $R < 120m$)	10%
Pendenza livelletta con traino	>14%
Raccordo verticale minimo convesso	300 m
Raccordo verticale minimo concavo	300 m
Pendenza max livelletta per stazionamento camion	10%
Carico max assiale sul piano stradale (t)	19,4t/asse
Piazzole	
Dimensioni standard per piazzola intermedia	La piazzola per un montaggio standard è costituita da un trapezio rettangolo $B=61,0$ (m); $b=30,0$ (m); $h=38,0$ (m) oltre ad un quadrato di (22,00 x 16,00) m ove sarà allocato l'aerogeneratore e un ulteriore rettangolo di (5,0 x 88,0) m.
Piazzola ausiliari per il montaggio del braccio gru stralciata	n.3 da (12.00 x 10.00) m
Pendenze max longitudinali	1 %

Tabella 4- Specifiche principali di viabilità e piazzole

La sezione stradale, con larghezza di 5,00 m più due banchine laterali di 0,5 m, sarà realizzata in massicciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 40 cm, eventualmente steso su

geotessile disteso alla base del cassonetto stradale a diretto contatto con il terreno, allo scopo di limitare al massimo le deformazioni e i cedimenti localizzati; superiormente sarà previsto uno strato di finitura/usura in misto stabilizzato, dello spessore di 20 cm.

4.4. OPERE IDRAULICHE

La durabilità delle strade e delle piazzole di un parco eolico è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti.

Le acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto

La tipologia di strade da realizzarsi permette di affermare che non vi è alcuna modifica apprezzabile dell'equilibrio della circolazione idrica superficiale preesistente. Le opere idrauliche tendono da una parte a garantire l'equilibrio idrico e dall'altra a mantenere agibili le suddette strade.

I fossi di guardia, a sezione trapezoidale, hanno un duplice ruolo di protezione della scarpata lungo la sede stradale e di allontanamento delle acque dalla sede stradale agli impluvi naturali.

Nel primo caso, i fossi di guardia sono posti alla base della scarpata nel caso di sezione stradale in rilevato, mentre sono in testa alla scarpata nel caso di sezione in trincea.

Pur trattandosi di opere idrauliche modeste si è preferito non tralasciare nulla e supportare le scelte progettuali da appositi calcoli idraulici riportati nella apposita relazione.

Si rimanda alla *Relazione idrologica e idraulica P0036429-1-H11* per tutti i dettagli dello studio e delle opere di protezione idraulica.

4.5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per l'inquadramento geologico si rimanda allo studio geologico allegato al progetto.

4.6. RILEVATI E SOVRASTRUTTURE – BONIFICHE E SOTTOFONDI

Di seguito si riportano le caratteristiche principali dei materiali necessari per la costruzione di strade e piazzole.

4.6.1. Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade

L'esecuzione dei corpi di rilevato e delle soprastrutture (ossatura di sottofondo) per strade e per le

piazzole di alloggiamento degli aerogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto.

È richiesta particolare attenzione nella preliminare “gradonatura” dei piani di posa, nella profilatura esterna dei rilevati e nella conformazione planimetrica delle sovrastrutture, specie nelle piazzole.

Ove queste ultime si posano su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento, allorché la compattazione del terreno in sito non raggiunge il valore prefissato si deve provvedere alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione di materiale, come previsto al successivo punto "*Bonifica dei piani di posa*".

I materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati delle strade e, o delle piazzole dovranno appartenere alle categorie A1, A2.1, A2.2, A2.3, A2.4, A2.5, A3 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002.

L'esecuzione del rilevato può iniziare solo quando il terreno in sito risulta scoticato, gradonato e costipato con uso di rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno; il costipamento può ritenersi sufficiente quando viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un Modulo di deformazione "Md" di almeno 30 N/mm², da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità riportate nel seguito, e con frequenza di una prova ogni 500 m² di area trattata o frazione di essa.

4.6.2. Sovrastrutture per piazzole e strade

Per la formazione della sovrastruttura per piazzole e strade si deve utilizzare esclusivamente il misto granulare di cava classificato A1 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002.

L'esecuzione della sovrastruttura può avvenire solo quando il relativo piano di posa risulta regolarizzato, privo di qualsiasi materiale estraneo, costipato fino ai previsti valori di capacità portante (pari ad un "Md" di almeno 30 N/mm² per piani di sbancamento o bonifica, e pari ad un "Md" di almeno 80 N/mm² per piani ottenuti con rilevato) da determinarsi mediante prove di carico su piastra con la frequenza sopra definita.

Sia nell'esecuzione dei rilevati che delle sovrastrutture il materiale deve essere steso a strati di 20-25 cm d'altezza, secondo quanto stabilito nei disegni di progetto, compattati, fino al raggiungimento del 95% della densità AASHO modificata, inclusi tutti i magisteri per portare il materiale all'umidità ottima, tenendo presente che l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso le zone di compluvio, e rifilato secondo progetto.

Il costipamento di ogni strato di materiale deve essere eseguito con adeguato rullo compressore previo eventuale innaffiamento o ventilazione fino all'ottimo di umidità.

Il corpo di materiale può dirsi costipato al raggiungimento del 95% della densità AASHO modificata e comunque quando ai vari livelli viene raggiunto il valore di "Md" pari almeno a quello richiesto, da determinarsi mediante prova di carico su piastra con le modalità di seguito descritte.

Per l'eventuale primo strato della soprastruttura è richiesto un M_d di almeno 80 N/mm² mentre per lo strato finale della soprastruttura è richiesto un M_d di almeno 100 N/mm².

Il controllo delle compattazioni in genere viene eseguito su ogni strato, mediante una prova di carico su piastra ogni 500 m² di area trattata o frazione di essa, e comunque con almeno n. 4 prove per strato di materiale.

A costipamento avvenuto, se i controlli risultano favorevoli, si dà luogo a procedere allo stendimento ed alla compattazione dello strato successivo.

4.6.3. Sistemazione del piano di posa

Il piano di posa è costituito dall'intera area di appoggio dell'opera in terra ed è rappresentato da un piano ideale al disotto del piano di campagna ad una quota non inferiore a cm 30, che viene raggiunto mediante un opportuno scavo di sbancamento che allontani tutto il terreno vegetale superficiale; lo spessore dello sbancamento dipenderà dalla natura e consistenza dell'ammasso che dovrà rappresentare il sito d'impianto dell'opera.

Qualora, al disotto della coltre vegetale, si rinvenga un ammasso costituito da terreni A1, A3, A2 (secondo la classificazione C.N.R.) sarà sufficiente eseguire la semplice compattazione del piano di posa così che il peso del secco in sito (massa volumica apparente secca nelle unità S.I.) risulti pari al 90% del valore massimo ottenuto in laboratorio nella prova A.A.S.H.T.O. Mod. su un campione del terreno.

Per raggiungere tale grado di addensamento si potrà intervenire, prima dell'operazione di compattazione, modificando l'umidità in sito per modo che questa risulti prossima al valore ottimo rilevabile dalla prova A.A.S.H.T.O. Mod.

Se, invece, tolto il terreno superficiale (50 cm di spessore minimo) l'ammasso risulta costituito da terreni dei gruppi A4, A5, A6, A7 sarà opportuno svolgere una attenta indagine che consenta di proporre la soluzione più idonea alla luce delle risultanze dei rilevamenti geognostici che occorrerà estendere in profondità.

I provvedimenti da prendere possono risultare i seguenti:

- approfondimento dello scavo di sbancamento, fino a profondità non superiori a 1,50 ÷ 2,00 m dal piano di campagna, e sostituzione del terreno in sito con materiale granulare A1 (Ala od Alb), A3 od A2, sistemato a strati e compattato così che il peso secco di volume risulti non inferiore al 90% del valore massimo della prova A.A.S.H.T.O. Mod. di laboratorio; si renderà necessario compattare anche il fondo dello scavo mediante rulli a piedi di montone;
- approfondimento dello scavo come sopra indicato completato, dove sono da temere risalite di acque di falda per capillarità, da drenaggi longitudinali con canalette di scolo o tubi drenanti che allontanino le acque raccolte dalla sede stradale;
- sistemazione di fossi di guardia, soprattutto per raccogliere le acque superficiali lato monte, di tombini ed acquedotti in modo che la costruzione della sede stradale non modifichi il regime

idrogeologico della zona.

Qualora si rinvenissero strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore (non superiore a 2,00 m) è opportuno che l'approfondimento dello scavo risulti tale da eliminare completamente tali strati.

Per spessori elevati di terreni torbosi o limo-argillosi fortemente imbibiti d'acqua, che rappresentano ammassi molto compressibili, occorrerà prendere provvedimenti più impegnativi per accelerare l'assestamento (con pali di sabbia o mediante precompressione statica per mezzo di un sovraccarico) ovvero sostituire l'opera in terra (rilevato) con altra più idonea alla portanza dell'ammasso.

Nei terreni acclivi la sistemazione del piano di posa dovrà essere realizzata a gradoni facendo in modo che la pendenza trasversale dello scavo non superi il 5%; in questo caso risulta sempre necessaria la costruzione lato monte di un fosso di guardia e di un drenaggio longitudinale se si accerta che il livello della falda è superficiale.

Per individuare la natura meccanica dei terreni dell'ammasso si consiglia di eseguire, dapprima, semplici prove di caratterizzazione e di costipamento:

- umidità propria del terreno;
- granulometria;
- limiti ed indici di Atterberg;
- prova di costipamento A.A.S.H.T.O. Mod.

Nei terreni che si giudicano molto compressibili si procederà ad ulteriori accertamenti mediante prove edometriche (su campioni indisturbati) o prove penetrometriche in sito.

Per i terreni granulari di apporto (tipo A1, A3, A2) saranno sufficienti le analisi di caratterizzazione e la prova di costipamento.

I controlli della massa volumica in sito negli strati ricostituiti con materiale granulare idoneo dovranno essere eseguiti ai vari livelli (ciascuno strato non dovrà avere spessore superiore a 30 cm a costipamento avvenuto) ed estesi a tutta la larghezza della fascia interessata.

Ad operazioni di sistemazione ultimate potranno essere ulteriormente controllate la portanza del piano di posa mediante la valutazione del modulo di compressibilità M_e , secondo le norme CNR, eventualmente a doppio ciclo:

- per rilevati fino a 4 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,5 a 1,5 daN/cm²;
- per rilevati da 4 a 10 m, si adotterà il Δp compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm².

In ogni caso dovrà risultare $M_e \geq 300$ daN/cm².

Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi l'umidità propria del materiale; non potrà procedersi alla stessa e perciò dovrà attendersi la naturale deumidificazione se il contenuto d'acqua è elevato; si eseguirà, invece, il costipamento previo innaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (prova A.A.S.H.T.O. Mod.), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

Prima dell'esecuzione dell'opera dovrà essere predisposto un tratto sperimentale così da accertare, con il

materiale che si intende utilizzare e con le macchine disponibili in cantiere, i risultati che si raggiungono in relazione all'umidità, allo spessore ed al numero dei passaggi dei costipatori.

Durante la costruzione ci si dovrà attenere alle esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, e ciascuno strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita.

Le scarpate saranno perfettamente profilate e, ove richiesto, saranno rivestite con uno spessore (circa 20 cm) di terra vegetale per favorire l'inerbimento.

Il volume compreso fra il piano di campagna ed il piano di posa del rilevato (definito come il piano posto 30 cm al disotto del precedente) sarà eseguito con lo stesso materiale con cui si completerà il rilevato stesso.

I piani di posa in corrispondenza di piazzole o sedi stradali ottenuti per sbancamento ed atti a ricevere la soprastruttura, allorché il terreno di imposta non raggiunge nella costipazione il valore di M_d pari a 30 N/mm^2 , o i piani di posa dei plinti di fondazione il cui terreno costituente è ritenuto non idoneo a seguito di una prova di carico su piastra, devono essere oggetti di trattamento di "bonifica", mediante sostituzione di uno strato di terreno con equivalente in misto granulare arido proveniente da cava di prestito.

Detto materiale deve avere granulometria "B" (pezzatura max 30 mm) come risulta dalla norma CNR-UNI 10006 e deve essere steso a strati e compattato con criteri e modalità già definiti al precedente punto "Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade".

Nel caso di piazzole e strade, la bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un M_d di almeno 30 N/mm^2 , da determinarsi mediante prove di carico su piastra - con le modalità già definite in precedenza - con la frequenza di una prova ogni 500 m^2 di area bonificata, o frazione di essa.

Nel caso di plinti di fondazione, per l'accettazione della bonifica devono essere raggiunti i valori di capacità portante corrispondenti ad un M_d di almeno 30 N/mm^2 .

4.6.4. Pavimentazione con materiale arido

Di norma il pacchetto stradale avrà uno spessore complessivo di cm 60 e dovrà essere realizzata con materiale classificato come A1.

I primi 30 cm. a contatto con il terreno naturale, saranno realizzati con materiali provenienti dagli scavi, previa classificazione tipo A1 secondo la classificazione UNI 10006 mentre i rimanenti 30 cm saranno realizzati con misto granulometrico, proveniente da cava, tipo A1 avente dimensioni massima degli inerti pari a 30 mm, rullato fino all'ottenimento di un $M_d > 100 \text{ N/mm}^2$.

La transitabilità delle piste sterrate è sufficientemente agevole nel periodo asciutto; durante le piogge i tratti stradali di maggiore pendenza, tendono però ad erodersi per effetto dell'acqua scolante e la percorribilità diventa poco agevole se non a seguito di frequenti interventi di manutenzione.

Per risolvere questa problematica sono state scandagliate diverse soluzioni approdando alla fine ad una protezione della sede stradale con un materiale ecologico e drenante.

L'idea progettuale consiste nell'integrazione del pacchetto stradale delle strade di accesso con elevata pendenza (maggiori del 18%) e di maggiore traffico mediante l'utilizzo di una pavimentazione drenante ed ecologica da ottenersi con prodotti a tal uopo predisposti quali IDRO DRAIN. Detta pavimentazione viene impiegata in aree S.I.C., Z.P.S., Z.S.C. con possibilità di colorazione più vicino possibile ai colori della zona, con ciò mitigando gli impatti visivi. La scelta progettuale ha tenuto conto delle seguenti condizioni:

1. l'eccessiva pendenza di alcuni tratti di viabilità, ben al di sopra di quella della viabilità strade ordinaria;
2. la necessità del transito dei mezzi di trasporto eccezionale per la manutenzione
3. la necessità che avvenga uno scambio tra aria e suolo in corrispondenza della pavimentazione; sia il misto granulometrico stabilizzato che la pavimentazione Idro drain consentono lo scambio aria-suolo in linea con le prescrizioni indicate nel Decreto V.I.A.

È stata, quindi, prevista una sistemazione del pacchetto stradale così composta:

1. livellamento del fondo esistente con misto granulometrico mediamente di spessore pari a 10/15 cm.;
2. strato di base in misto drenante confezionato su specifica della D.L. da impianto locale s=20 cm da confezionarsi con un dosaggio di 300 Kg di cemento portland 325 ogni metro cubo di inerte;
3. strato di finitura in "Idrodrain" pigmentato s= 10 cm. a base di leganti idraulici cementizi, graniglie selezionate e di additivi sintetici, avente caratteristiche drenanti e traspiranti, con alta percentuale di vuoti, compreso la miscelazione come da scheda tecnica prodotto, e da impastare con sola acqua ed avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Di seguito una sezione tipo con idro drain:

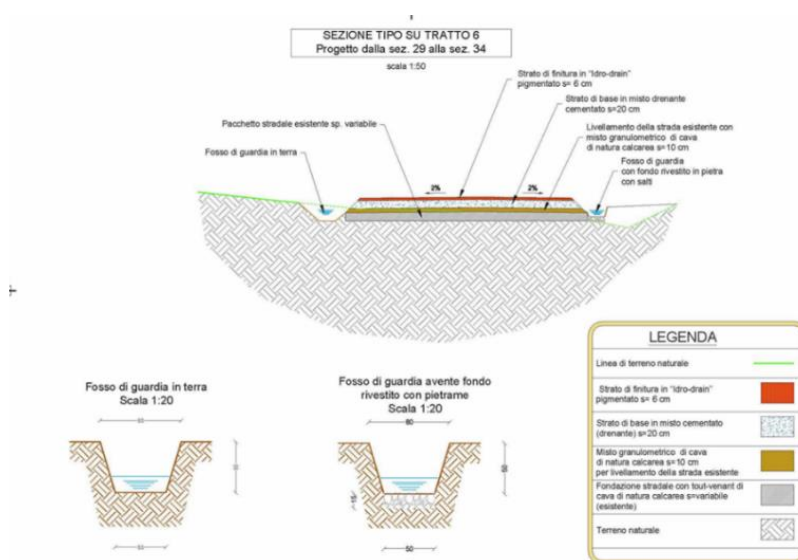


Figura 13 – Sezione tipo stradale in corrispondenza dei tratti di elevata pendenza

4.7. VERIFICA GEOTECNICA DELLA FONDAZIONE STRADALE

4.7.1. Caratteristiche geometriche delle strade e delle piazzole

Nel seguente capitolo si riportano le teorie di calcolo ed i risultati ottenuti per il dimensionamento di massima del pacchetto stradale sia della viabilità che delle piazzole. Le caratteristiche geometriche delle strade sterrate progettate sono state dettate da esigenze derivanti dall'ingombro dei mezzi eccezionali di trasporto dei componenti gli aerogeneratori che, quindi, hanno vincolato sia dal punto di vista altimetrico che planimetrico il tracciamento degli assi e delle piazzole di montaggio.

- Riferimenti tecnici e normativi

Nell'ambito della progettazione, sono stati utilizzati i seguenti riferimenti:

- o Norma AASHTO T274-82;
- o Catalogo delle Pavimentazioni stradali del CNR.

- Traffico di progetto

Ai fini della progettazione della sovrastruttura stradale si prendono in considerazione i soli veicoli commerciali, intendendosi generalmente in Italia per veicolo commerciale un automezzo avente una massa lorda (massa veicolo + massa trasportata) superiore a 3.000 kg: si considera, inoltre, il traffico composto da un numero finito di tipologie di veicoli.

La componente di traffico che incide sul calcolo è infatti soltanto quella "pesante", costituita dai veicoli (autocarri, autotreni, autoarticolati, autobus e veicoli speciali) che, per le notevoli pressioni trasmesse al suolo, rappresenta la causa prima dell'ammaloramento e degrado della sovrastruttura stradale, ritenendo trascurabili gli effetti relativi agli altri veicoli (autoveicoli e motoveicoli).

Il numero totale di passaggi di ciascuna tipologia di veicolo durante la vita utile, V_k – quindi il numero di ripetizioni del regime di sollecitazione che essa produce nella sovrastruttura – viene valutato in base al volume ed alla composizione del traffico transitante nonché alla sua distribuzione nei sensi di marcia e nelle corsie presenti:

$$V_k = \left(\sum_{j=1}^N (1 + G)^{j-1} \right) \cdot \frac{pk}{100} \cdot V_g \cdot D \cdot C \cdot 365$$

Dove:

- o V_k è il numero totale di passaggi di veicoli della classe k-esima durante la vita utile;
- o N è la vita utile espressa in anni (nel caso di studio, pari a 20 anni);
- o G è il prevedibile tasso di incremento annuo del traffico (posto pari a 0, nell'ipotesi in cui, trattandosi di una viabilità di parco, si suppone che il traffico maggiore avvenga durante la fase di realizzazione dell'impianto per poi diminuire drasticamente al termine della stessa);

- P_k è la percentuale di veicoli k -esimi rispetto al volume di traffico commerciale;
- V_g è il volume giornaliero del traffico commerciale;
- D è il fattore di distribuzione direzionale del traffico;
- C è il fattore di distribuzione per corsia del traffico commerciale (percentuale di veicoli presenti sulla corsia di marcia lenta);
- 365 è il numero di giorni in un anno;
-

Cat.	Tipo di Veicolo	Assi	Distribuzione dei carichi per asse [kN]				
1	Autocarri leggeri	2	10		20		
2	"	2	15		30		
3	"	2	40		80		
4	Autocarri medi e pesanti	2	50		110		
5	"	3	40		80+80		
6	"	3	60		100+100		
7	Autotreni ed Autoarticolati	4	40		90	80	80
8	"	4	60		100	100	100
9	"	5	40	80+80			80+80
10	"	5	60	90+90			100+100
11	"	5	40	100			80+80+80
12	"	5	60	110			90+90+90
13	Mezzi d'opera	5	50	120			130+130+130
14	Autobus	2	40		80		
15	"	2	60		100		
16	"	2	50		80		

Tabella 5 – Distribuzione dei carichi per asse dei veicoli commerciali

La tabella precedente riporta la distribuzione dei carichi per asse dei veicoli commerciali (CNR 178/95). Nelle pavimentazioni flessibili, poiché è verosimile supporre che il regime di sollecitazione prodotto nella sovrastruttura da un asse di un veicolo non risenta delle azioni esercitate dagli altri assi dello stesso veicolo che si trovano ad una distanza maggiore di circa 2 m, ci si riconduce nel calcolo delle sollecitazioni a considerare direttamente un numero limitato di classi di assi caratterizzate attraverso la tipologia degli assi stessi (assi singoli, tandem o tridem) e il carico che trasmettono alle sovrastrutture. Si raggruppano, quindi, gli assi dello stesso tipo e dello stesso peso presenti su tipologie differenti di veicoli. In tal caso si considera il numero di passaggi di ciascuna delle classi di assi individuata (n_i) che viene valutato attraverso la seguente relazione:

$$n_i = \sum_k V_k \cdot m_{ik}$$

Dove:

- k sono le tipologie di veicoli di cui è composto il traffico transitante;

- n_i è il numero totale di passaggi di assi della classe i -esima durante la vita utile;
- m_{ik} è il numero di assi della i -esima classe presenti nel veicolo della k -esima tipologia.

Per poter eseguire la verifica è necessario, infine, omogeneizzare il dato relativo al traffico pesante "reale" in termini di assi "standard" da 80 kN calcolando il corrispondente *coefficiente di equivalenza* e_i tra le classi di assi presenti nelle varie tipologie di veicoli e l'asse standard.

È evidente, infatti, che i veicoli pesanti presi in esame - autocarro, autotreno, autoarticolato, autobus o veicolo speciale - hanno un diverso impatto al suolo in termini di numero e tipologia di assi (singolo, tandem, tridem) e di carico trasmesso. Utilizzando la Tabella delle distribuzioni dei carichi per asse proposta nel Bollettino Ufficiale CNR 178/95 è possibile stabilire la conformazione media di qualunque veicolo pesante (VP).

Il numero totale di passaggi di assi standard equivalenti durante la vita utile n_s si calcola attraverso la seguente relazione:

$$n_s = \sum_i n_i \cdot e_i$$

dove:

- i sono le classi di assi (diverse sia per peso che per tipologia) presenti nelle k tipologie di veicoli;
- e_i è il coefficiente di equivalenza, ai fini del danno provocato, tra assi standard e assi della i -esima classe.

I coefficienti di equivalenza sono ricavati valutando il numero di passaggi dell'asse standard che produce lo stesso danno provocato dal passaggio di un asse dell' i -esima tipologia. I coefficienti di equivalenza, relativamente ai diversi tipi di assi, adottati nel presente studio sono quelli forniti dal metodo empirico AAHSTO (al variare del carico unitario trasmesso al suolo e dell'indice di spessore) e riportati di seguito. Il traffico di progetto, nell'ambito di una pavimentazione stradale di parco, segue delle logiche differenti. Il traffico di progetto, infatti, a differenza di una qualunque viabilità provinciale o statale, in cui si individua un incremento del traffico veicolare nel tempo, presenta un picco di percorrenza nella fase di esecuzione dell'impianto eolico, dunque nei primi 2/3 anni di vita utile.

Questo significa che in questo primo intervallo di tempo, la pavimentazione subirà il maggiore carico di tutta la sua stessa vita utile.

Solamente una conclusiva fase di smontaggio potrà indurre sulla pavimentazione una nuova fase di carico paragonabile a quella sopra descritta.

A vantaggio di sicurezza, pertanto, il traffico "sollecitante" è stato suddiviso in 2 parti:

- Primi due anni di montaggio e ultimi 2 anni per un eventuale smontaggio dell'impianto eolico in oggetto – caratterizzati dal traffico di progetto "A";
- Restanti 16 anni di vita utile della pavimentazione, soggetta ad un carico veicolare decisamente inferiore – traffico di progetto "B".

		n. assi	Vk	mik	passaggi ki	pk	ni	ns
2 - Autocarro leggero	Camion	2	292,0	2	40	13%	584	19
4 - Autocarri medi e pesanti	Camion pieno	2	292,0	2	40	13%	584	2448
10 - Autoarticolati e autotreni	Autoarticolato	10	43,8	3	6	2%	131	814
5 - Autocarri pesanti	Betoniera	3	1460,0	2	200	64%	2920	4227
12 - Autoarticolati	Gru 70t	4	73,0	3	10	3%	219	1551
13 - mezzi d'opera	Gru 140t	5	29,2	3	4	1%	88	1766
8 - Autotreni e autoarticolati		4	29,2	2	4	1%	58	173
	Gru montaggio	12	58,4	1	8	3%	58	3282
			2219,2		312		4584,40	14281

Tabella 6- Traffico di progetto “A” – 4 anni di vita utile

		n. assi	Vk	mik	passaggi ki	pk	ni	ns
2 - Autocarro leggero	Camion	2	0,0	2	0	0%	0	0
4 - Autocarri medi e pesanti	Camion pieno	2	350,4	2	12	100%	701	2937
10 - Autoarticolati e autotreni	Autoarticolato	10	0,0	3	0	0%	0	0
5 - Autocarri pesanti	Betoniera	3	0,0	2	0	0%	0	0
12 - Autoarticolati	Gru 70t	4	0,0	3	0	0%	0	0
13 - mezzi d'opera	Gru 140t	5	0,0	3	0	0%	0	0
8 - Autotreni e autoarticolati		4	0,0	2	0	0%	0	0
	Gru montaggio	12	0,0	1	0	0%	0	0
			350,4		12		700,80	2937

Tabella 7 -Traffico di progetto “B” – 16 anni di vita utile

Carico		SN [pollici]					
kips	kN	1"	2"	3"	4"	5"	6"
2.25	10	0.00072	0.00085	0.00076	0.00055	0.00042	0.00042
4.49	20	0.00498	0.00721	0.00721	0.00547	0.00398	0.00373
6.74	30	0.01879	0.02813	0.02961	0.02339	0.01890	0.01716
8.99	40	0.05475	0.07420	0.08414	0.07117	0.06071	0.05523
11.24	50	0.13364	0.16135	0.18662	0.17062	0.15044	0.13935
13.48	60	0.28670	0.31670	0.35512	0.34282	0.31586	0.29915
17.98	80	0.99555	0.99579	0.99615	0.99614	0.99590	0.99572
20.22	90	1.70812	1.66135	1.56669	1.53992	1.58556	1.63458
22.47	100	2.76607	2.64243	2.38751	2.27914	2.38096	2.52933
24.72	110	4.28050	4.03010	3.52928	3.25727	3.41167	3.70568
26.97	120	6.37481	5.95258	5.07910	4.53882	4.71882	5.20556

Tabella 4: Fattori di equivalenza in funzione del carico per asse (asse singolo)

Carico		SN [pollici]					
kips	kN	1"	2"	3"	4"	5"	6"
35.96	160	1.37305	1.37348	1.37413	1.37413	1.37370	1.37348
40.45	180	2.33406	2.27503	2.15699	2.12022	2.17699	2.24601
44.94	200	3.77409	3.60572	3.26898	3.12588	3.26006	3.45789

Tabella 5: Fattori di equivalenza in funzione del carico per asse (asse tandem)

Carico		SN [pollici]					
kips	kN	1"	2"	3"	4"	5"	6"
53.93	240	1.65153	1.65185	1.65283	1.65283	1.65250	1.65185
60.67	270	2.81210	2.73533	2.59503	2.54827	2.62503	2.70518
87.64	390	15.11526	14.05085	11.70424	10.23983	10.45763	11.72203

Tabella 6: Fattori di equivalenza in funzione del carico per asse (asse triplo)

Tabella 8- Fattori di equivalenza in funzione del carico per asse (asse triplo)

Pertanto, il numero di passaggi di assi standard $N_{8,2\text{prog}}$ utilizzato per il progetto della sovrastruttura stradale è pari a 17218.

4.7.2. Verifica della sovrastruttura (metodo AASHTO)

Il metodo utilizzato per il dimensionamento della sovrastruttura è quello empirico previsto nella “AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES” e proposto dalla AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*),

Tale metodo empirico permette di calcolare, tramite alcune relazioni che tengono conto delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la sovrastruttura, il numero $N_{8,2}$ di passaggi di assi “standard” del peso di 8,2 ton che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, cioè un livello di funzionalità inaccettabile, in relazione alla “Affidabilità” richiesta.

Il numero ricavato è stato poi confrontato con il numero di passaggi di assi standard alla fine della “vita utile” calcolati a partire dall’analisi del traffico di progetto.

Dati iniziali

Nel progetto delle pavimentazioni, l’obiettivo si sostanzia, quindi, attraverso la definizione di tre elementi:

1. La **vita utile**, intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite. per il progetto in esame è stata posta pari a 20 anni.
2. Lo **stato limite**, cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario comunque intervenire. Secondo il metodo AASHTO, il parametro di riferimento è il PSI “*Present Serviceability Index*”, che rappresenta numericamente il grado di ammaloramento della strada, potendo variare da 0 (pessimo) a 5 (ottimo). Tuttavia, livelli inferiori a 1-1.5 non sono in genere accettabili poiché sarebbero compromessi i livelli di servizio e la sicurezza della strada.

Il valore iniziale di PSI si assume pari a 4,2, mentre quello finale varia a seconda dei casi: in questa sede, essendo la strada in oggetto una strada di parco con traffico fortemente variabile in funzione dei periodi della sua vita utile, il valore finale del PSI si può assumere pari a 2.5 ($\Delta\text{PSI}=1,7$).

3. L’**affidabilità R (Reliability)**, cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l’intera durata della vita utile; per il progetto in esame il valore di affidabilità è stato posto pari al 80%. Nello specifico, l’affidabilità R esprime la probabilità che il numero di applicazioni di carico N_t che la struttura può sopportare prima di raggiungere un prefissato grado di ammaloramento finale (PSI_{fin}) sia maggiore o uguale al numero di applicazioni di carico N_T che realmente sono applicati alla sovrastruttura nel periodo di progettazione T considerato (vita utile).

$$R(\%) = 100 \cdot \text{Pr ob}(N_t \geq N_T)$$

In sintesi, R esprime la probabilità di sopravvivenza della strada in relazione al periodo di vita utile

prefissato e le grandezze Z_R e S_0 sono strettamente collegate a tale affidabilità. Z_R rappresenta il valore della variabile standardizzata δ_0 al quale corrisponde la probabilità R che si abbiano valori ad esso superiori. Considerando l'espressione di δ_0 , l'affidabilità può essere riscritta come

$$R(\%) = 100 \cdot \text{Prob}(\delta_0 \geq 0)$$

con δ_0 variabile aleatoria caratterizzata da una legge di probabilità normale e deviazione standard S_0 . Per quest'ultimo parametro, nel caso di pavimentazioni flessibili solitamente si assume un valore compreso tra 0.40 e 0.50 tenendo conto dell'errore che si commette sul traffico e sulle prestazioni previste per la sovrastruttura. In questa sede il parametro utilizzato è $S_0 = 0,45$.

Caratteristiche degli strati (calcolo dello *Structural number* SN)

Lo "*Structural Number*" SN è un parametro che tiene conto della "resistenza strutturale" della pavimentazione. Esso è funzione degli spessori degli strati s_i che compongono la pavimentazione, della "resistenza" dei materiali impiegati rappresentata, attraverso i "coefficienti strutturali di strato" a_i , e della loro sensibilità all'acqua rappresentata attraverso i "coefficienti di drenaggio" m_i . L'espressione analitica dello *structural number* è la seguente:

$$SN = \sum_{i=1}^n a_i \cdot m_i \cdot s_i$$

Ove:

- I è il numero degli strati costituenti la sovrastruttura stradale;
- s_i è lo spessore dello strato i – esimo;
- m_i è un coefficiente funzione della qualità del drenaggio e della percentuale di tempo durante il quale la pavimentazione è esposta a livelli di umidità prossimi alla saturazione. Per tenere conto delle effettive possibilità che il materiale granulare misto e fondazione, perdano nel tempo le loro caratteristiche di permeabilità, m , è stato posto pari a 0,8;
- a_i è un coefficiente che esprime la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura. Tali coefficienti sono funzione del tipo e delle proprietà del materiale. Tali coefficienti, relativi allo strato di fondazione a_2 in misto granulare ed allo strato di finitura a_1 (anch'esso in materiale lapideo), sono tabellati.

Pavement Layer	Layer Strength Coefficient a_i				Cenk and Patrick (1994)
	TRL (1975)	AASHTO (1993)	Paterson (1987)	CRR (1993b)	
<i>Surface Courses</i>					
Surface Treatment (ST)			0.20 - 0.40		0.300
Surface Dressing (SSD/DSD)	0.100				
Premix Carpet (PMC)				0.180	
Semi-Dense Carpet (SDC), 25mm				0.250	
Asphalt Mixture (cold/hot premix of low stability)	0.200		0.200		0.200
Asphalt Concrete (AC), 25 mm	0.180				
Asphalt Concrete (AC), 40/ 25 mm				0.300	
AC, MR30 = 1500 MPa			0.300		0.300
AC, MR30 = 2500 MPa			0.400		0.400
AC, MR30 = 4000 MPa			0.500		0.450
Elastic Mod. at 68F, E = 100,000 psi		0.200			
Elastic Mod. at 68F, E = 200,000 psi		0.300			
Elastic Mod. at 68F, E = 300,000 psi		0.350			
Elastic Mod. at 68F, E = 400,000 psi		0.425			
<i>Base Courses</i>					
GB, CBR = 30%	0.070	0.095	0.00-0.07		
GB, CBR = 50%	0.100	0.110	0.00-0.10		
GB, CBR = 70%	0.120	0.125	0.10-0.12		
GB, CBR = 90%	0.135	0.130	0.12-0.13		
GB, CBR = 110%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam (WBM)				0.140	0.140
CB, UCS = 0.7 MPa	0.100	0.100	0.100		
CB, UCS = 2.0 MPa	0.150	0.140	0.150		
CB, UCS = 3.5 MPa	0.200	0.175	0.200		
CB, UCS = 5.0 MPa	0.245	0.205	0.240		
Bituminous Base Material			0.320		
Dense Bituminous Macadam/				0.200	
Built-Up Spray Grout (BUSG)				0.160	
Thin Bituminous Layer, BT				0.140	
AB, Marshall Stability, 200 lb		0.120			
AB, Marshall Stability, 400 lb		0.160			
AB, Marshall Stability, 800 lb		0.200			
AB, Marshall Stability, 1200 lb		0.240			
<i>Sub-base Courses</i>					
GB, CBR = 5%	0.055	0.040	0.080		
GB, CBR = 15%	0.085	0.090	0.090		
GB, CBR = 25%	0.100	0.100	0.100		
GB, CBR = 50%	0.120	0.130	0.120		
GB, CBR = 100%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam, Oversized				0.140	
Brick Soling				0.120	
Brick Ballast/ Aggregates				0.120	
Local Gravel/ Kankar				0.100	
Cemented Materials,			0.140		

Source: Chakrabarti and Bennett (1994)

Tabella 9 - Coefficiente a_i che esprime la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura

In particolare, nel presente progetto sono utilizzati i seguenti valori per il calcolo del parametro SN.

Strato	Spessori (cm)	a_i	m_i	SN _i (cm)
Fondazione	35	0,13	0,8	3,64
Base	15	0,13	0,8	1,56
SN (cm)	5,2			

Tabella 10- Valori per il calcolo del parametro SN

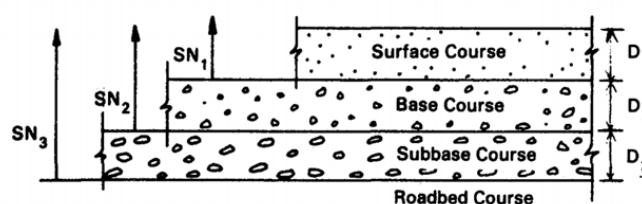


Figura 14 -Distribuzione SN in funzione della tipologia di strato

Caratteristiche del sottofondo

La “portanza” di un terreno è la sua capacità di sopportare i carichi senza che si verifichino eccessive deformazioni, che risultano essere di tipo elasto-plastico - viscoso. Infatti, la necessità di avere contenute deformazioni nel sottofondo, al fine di garantire le regolarità del piano viabile e consentire un’accettabile vita utile della sovrastruttura, condiziona decisamente lo spessore complessivo della pavimentazione. La portanza dipende da una serie di fattori: (i) natura, porosità e contenuto d’acqua del terreno; (ii) entità, area di impronta e velocità di applicazione del carico e numero di applicazioni del carico. La capacità portante può essere rappresentata con più parametri; nella formula di dimensionamento proposta dall’AASHTO le caratteristiche del sottofondo vengono considerate attraverso il modulo resiliente M_r .

A vantaggio di sicurezza, nel presente dimensionamento, avendo preso in considerazione tutti i parametri provenienti dalle indagini geognostiche effettuate in prossimità delle piazzole degli aerogeneratori, si è assunto un valore del modulo resiliente pari a 30 Mpa.

Calcolo del numero di passaggi di assi equivalenti $N_{8.2}$

La formula di calcolo proposta dalla AASHTO Guide lega il numero dei passaggi di assi singoli equivalenti, $N_{8.2}$ da 8,2 tonnellate con la Reliability R, il modulo resiliente effettivo M_r del sottofondo, lo *Structural Number*, SN, e la differenza tra l’indice di servizio iniziale e quello finale, indicato come ΔPSI . La relazione è la seguente:

$$\log N_{8.2} = Z_R \cdot S_0 + 9,36 \cdot \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log(M_r) - 8,07$$

I valori utilizzati nella relazione sopra esposta sono riportati in tabella seguente:

Descrizione parametro	Valore parametro
Mr	30 Mpa
SN (cm)	5,2
R	80%
Z _R	-0,841
S ₀	0,45
PSI _{iniz}	4,2
PSI _{fin.}	2,5
ΔPSI	1,7

Tabella 11 - Valori di calcolo utilizzati

Sostituendo la parte numerica si ricava il numero di passaggi di assi da 8,2 tonnellate che la corsia di marcia riesce a sopportare prima di raggiungere il prefissato PSI_{fin.}, cioè sia giunta al termine della vita utile. Risulta, quindi, che il numero di passaggi di assi standard N_{8,2} sopportabili dalla pavimentazione è pari a **18558**.

4.7.3. Verifica della pavimentazione

Il metodo empirico si conclude verificando che il numero di passaggi di assi standard N_{8,2prog} (prodotto dai veicoli commerciali durante l'intero arco temporale di vita utile della pavimentazione) risulti inferiore al numero massimo di passaggi di assi standard sopportabili dalla pavimentazione.

Nel caso specifico 17212 < 18558. La sovrastruttura risulta verificata positivamente.

5. OPERE DI INGEGNERIA AMBIENTALE

Tra le specifiche dettate dal Committente dell'opera riveste un ruolo importante la volontà di preservare l'“*habitus naturalé*” mediante l'adozione di tutte le possibili tecniche di bioingegneria ambientale. Tali interventi di ingegneria naturalistica, intrapresi per la salvaguardia del territorio, dovranno avere lo scopo di:

- intercettare i fenomeni di ruscellamento incontrollato che si verificano sui versanti per mancata regimazione delle acque;
- ridurre i fenomeni di erosione e di instabilità dei versanti;
- regimare in modo corretto le acque su strade, piste e sentieri;
- ridurre il più possibile l'impermeabilizzazione dei suoli creando e mantenendo spazi verdi e diffondendo l'impiego della vegetazione nella sistemazione del territorio.

Pertanto, si prevede l'utilizzo del materiale vegetale vivo e del legname come materiale da costruzione, in abbinamento in taluni casi con materiali inerti come pietrame.

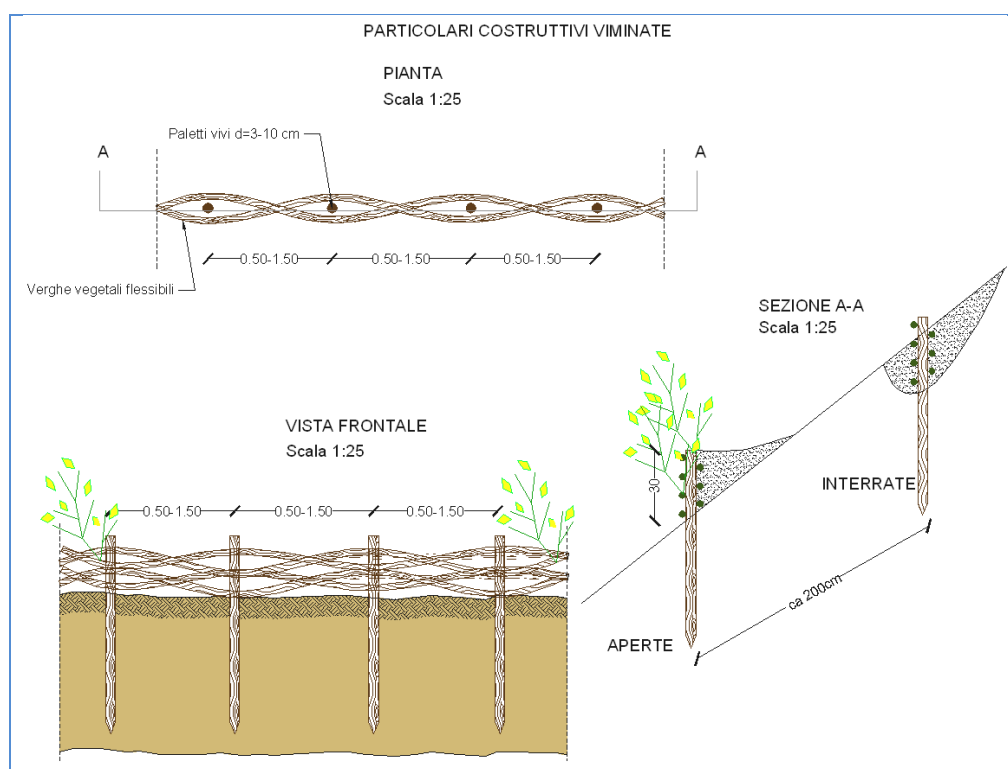


Figura 15 - Esempio di vimate - Fonte HE

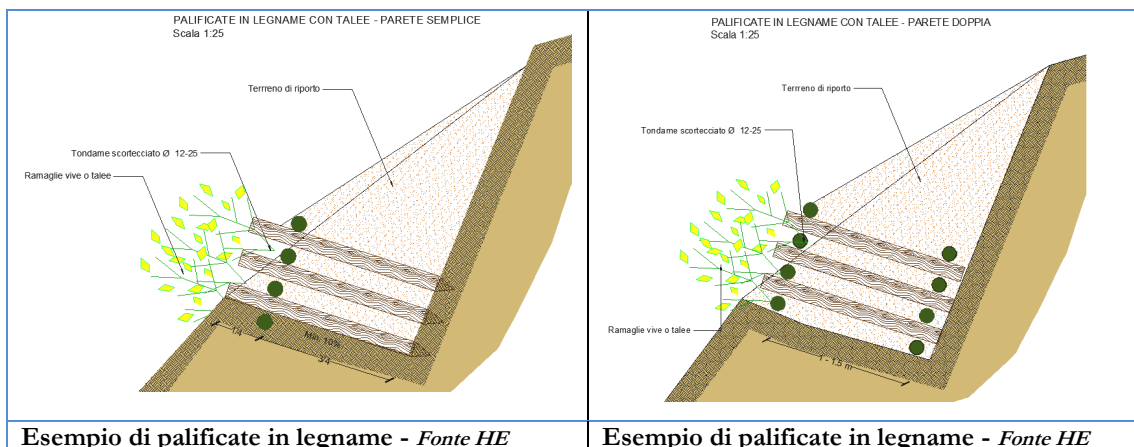


Figura 16



Esempio di briglie in legname e pietrame - Fonte HE

Figura 17

Le immagini che seguono mostrano esempi di inerbimento con il raffronto ante e post-intervento:



Figura 18



Ante operam - Fonte HE

Post operam Fonte HE

Figura 19



Ante operam - Fonte HE

Post operam Fonte HE

Figura 20



Ante operam - Fonte HE

Post operam Fonte HE

Figura 21



Ante operam - Fonte HE

Post operam Fonte HE

Figura 22



Ante operam - Fonte HE

Post operam Fonte HE

Figura 23

6. CAVIDOTTI

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di raccolta dell'energia dagli aerogeneratori verso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV è articolato su n.2 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sottocampo. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT, di sezione pari a 300 e 630 mm².

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sottocampo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 kV, di sezione crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSEU, saranno del tipo standard con schermo elettrico (c. § 5.2.1). Nella tabella che segue si riporta calcolo preliminare delle linee elettriche di collegamento da rivalutare in fase esecutiva.

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
LINEA 1	C01	C02	3x1x185	1.570	6
	C02	C03	3x1x300	3.930	12
	C03	SSE	3x1x630	19.840	18
LINEA 2	P04	P05	3x1x185	770	6
	P05	P06	3x1x300	805	12
	P06	P07	3x1x630	570	18
	P07	SSE	3x1x630	12.045	24
POTENZA COMPLESSIVA					42,000

Tabella 12 - Calcolo preliminare delle linee elettriche

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato grafico P0036429-1-M7 Sezioni di scavo dei cavidotti

7. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT

Nel presente capitolo si darà descrizione della stazione di trasformazione AT/MT a servizio dell'impianto eolico in oggetto, dando evidenza delle caratteristiche delle principali componenti elettriche necessarie all'innalzamento di tensione, delle opere elettriche accessorie, della rete di terra, nonché delle opere civili necessarie alla realizzazione dell'opera.

7.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) in progetto nel Comune di Villalba, Provincia di Caltanissetta, in Contrada "Belici", (particella 290. 289 576, 577 del foglio 48) per la trasformazione e la consegna dell'energia elettrica alla rete di trasmissione nazionale.

La stazione di utenza sarà realizzata all'interno di un'area prevista in condivisione con altri produttori e che costituisce anch'essa opera di progetto.

All'interno dell'area in condivisione è prevista la realizzazione di uno stallo condiviso a partire dal quale si svilupperà il cavidotto AT a 150 kV interrato per il collegamento in antenna del "condominio di connessione" con la stazione esistente RTN "Caltanissetta 380", di lunghezza pari a circa 1980 m. Il condominio di connessione è previsto nell'adiacente Strada Statale n°121, a circa 1.175 m dall'incrocio con la Strada Provinciale n°112 ed interessa un'area di forma rettangolare di larghezza pari a circa 85.30 m e di lunghezza pari a circa 116,50 m.

7.2. LAYOUT STAZIONE UTENTE

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede (cod. pratica TERNA 202202375) che l'impianto venga collegata in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV "Caltanissetta 380" della RTN, da inserire in entra - esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Chiaromonte Gulfi - Ciminna", previsto nel Piano di Sviluppo Terna, cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Caltanissetta.

Ai sensi dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt 99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, l'elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento dell'impianto alla citata stazione di smistamento costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo a 150 kV nella

medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

In base al preventivo di connessione, la potenza pari a 42,00 MW Di seguito l'inquadramento generale della stazione.

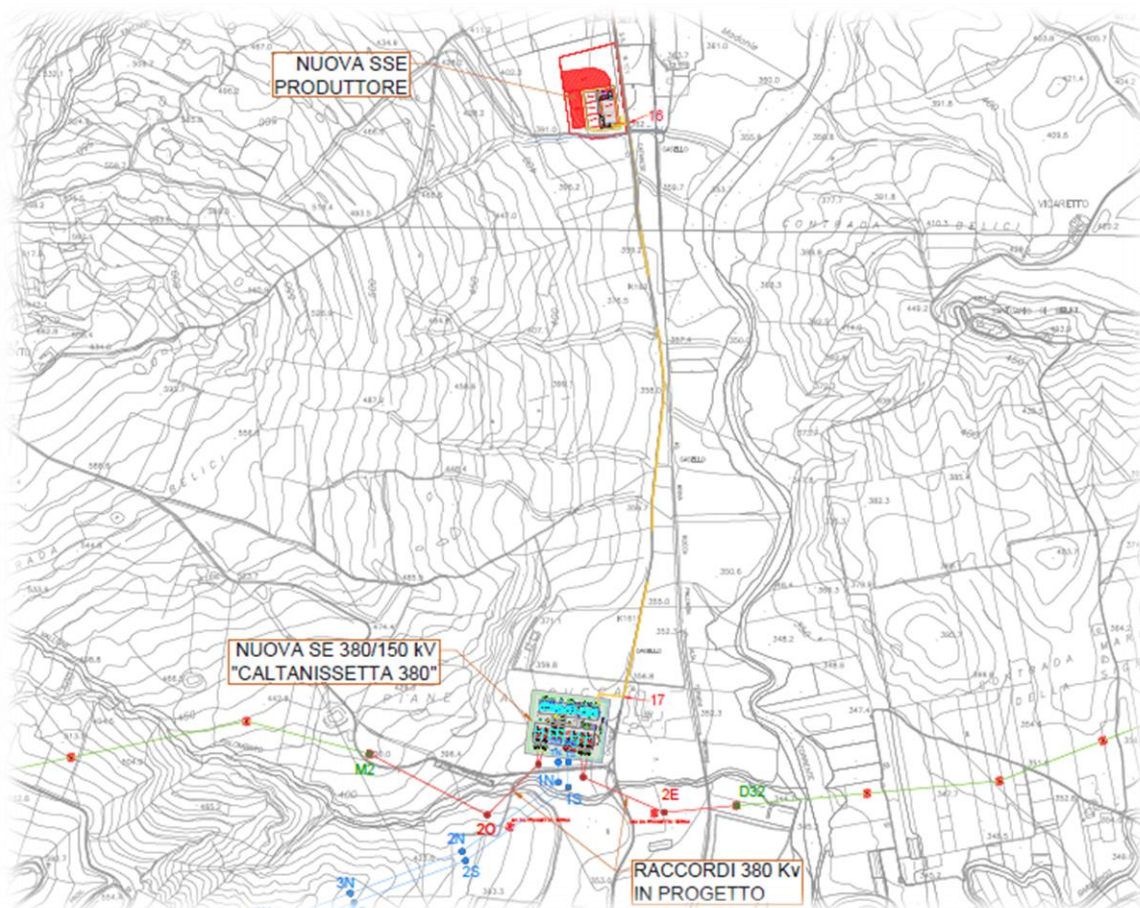


Figura 24 - Inquadramento stazione utente e stazione Terna “Caltanissetta 380” su ctr

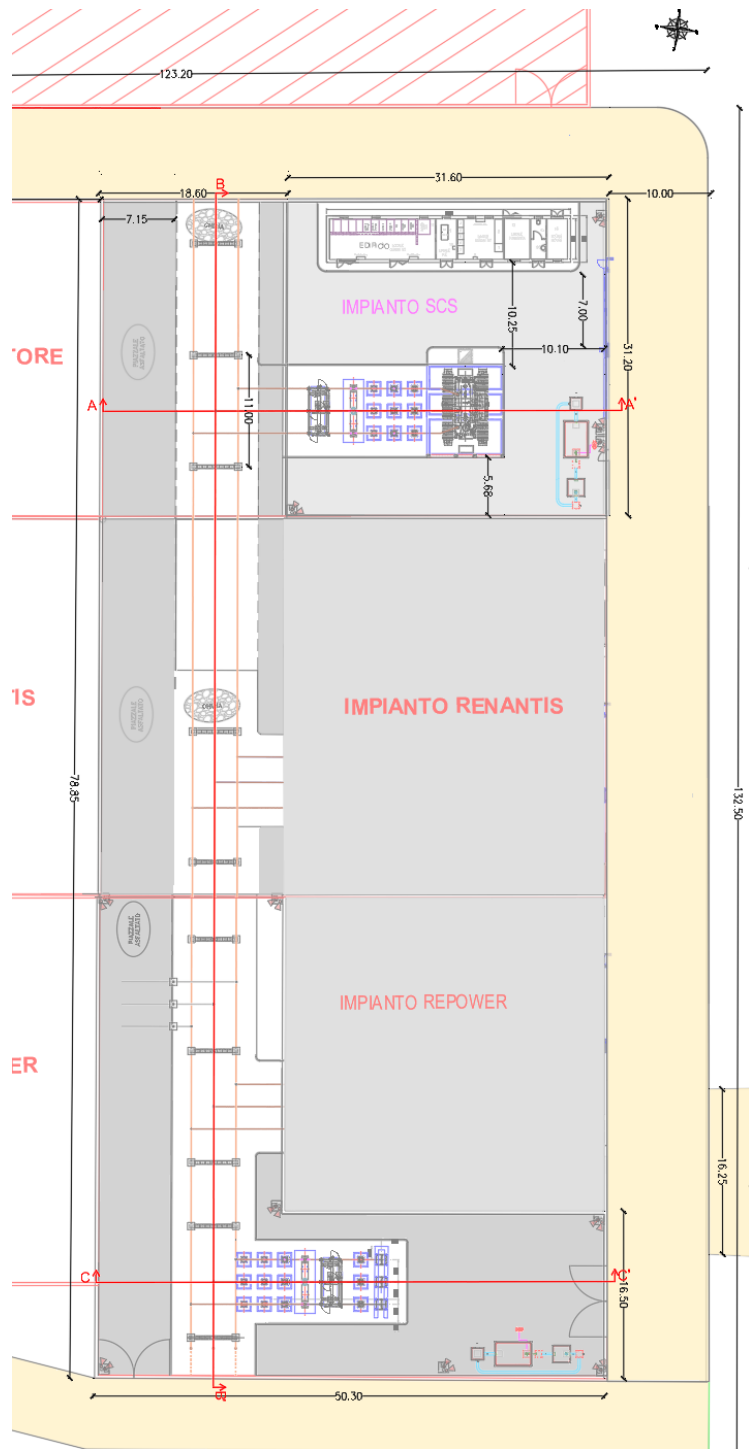


Figura 25

7.3. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE

7.3.1. Stazione Elettrica Utente 150/30 Kv

La Stazione Utente 150/30 kV prevede i seguenti componenti AT:

- n. 1 Sezionatore Orizzontale con L.T.
- n. 1 Interruttore Tripolare
- n. 3 Trasformatore di Corrente
- n. 3 TV induttivi
- n. 3 Scaricatori AT
- 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 50/65 MVA con raffreddamento tipo ONAN/ONAF gruppo vettoriale YNd11, munito di variatore sotto carico $10 \pm 1,25$

L'impianto sarà completato dalla sezione MT/BT, composta da:

- quadro MT per produttore 30kV (uno per ciascuna sezione edificio),
- quadro MT generale 30kV (uno per ciascuna sezione edificio), completi di:
 - Scomparti di sezionamento linee di campo
 - Scomparti misure
 - Scomparti protezione generale
 - Scomparti trafo ausiliari
 - Scomparti protezione di riserva
- Trasformatori MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicata un edificio di comando suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, locali di servizio, ecc...che completano la stazione stessa è riportata nella seguente figura

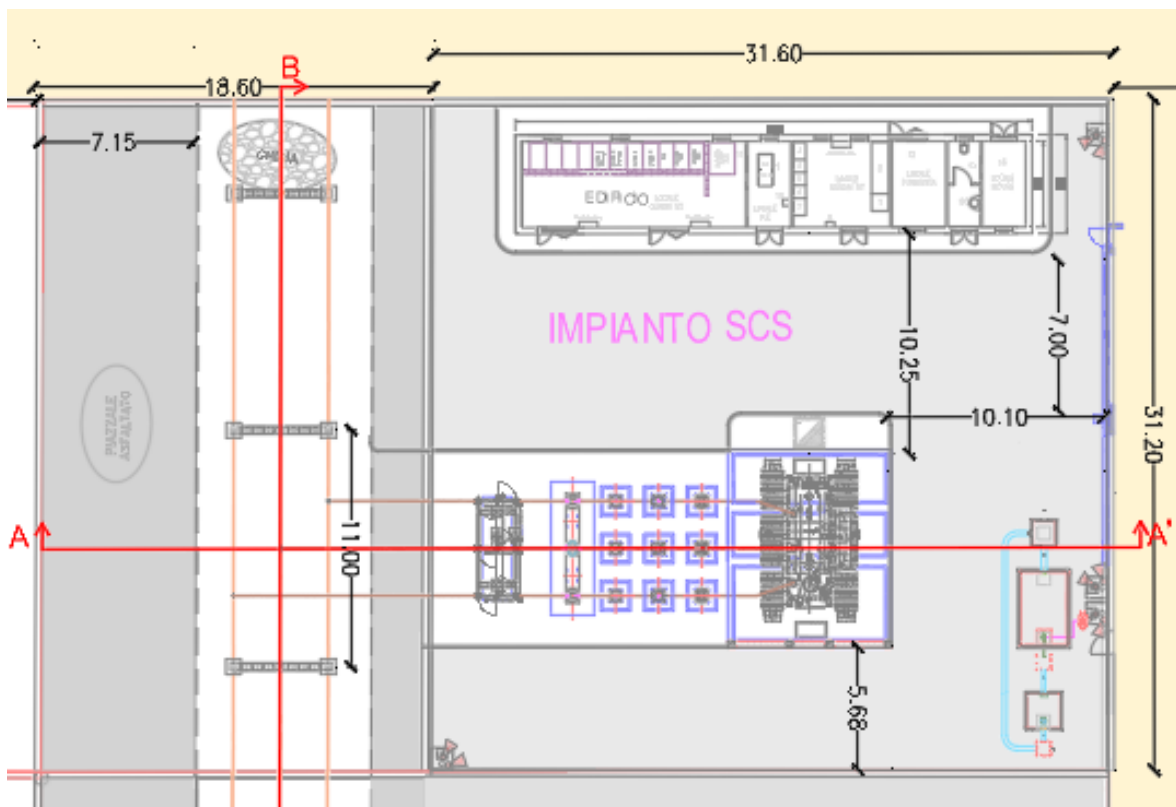


Figura 26 - Planimetria apparecchiature elettromeccaniche

7.3.2. Servizi Ausiliari

I servizi ausiliari presenti presso la SSEU saranno alimentati tramite trasformatori MT/BT con livello di tensione 30/0,4 kV, installati presso gli edifici di sottostazione.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista l'installazione presso la SST di un generatore ausiliario.

Da tali trasformatori/generatori verrà alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- Ausiliari sezione MT.
- Ausiliari sezione AT.
- Illuminazione aree esterne.
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SST.
- Motori e pompe.
- Raddrizzatore BT.
- Sistema di monitoraggio.

- Altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

7.3.3. Rete Di Terra

Presso la sottostazione verrà realizzato un sistema di terra dimensionato secondo le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché alle prescrizioni Terna, considerando una corrente di corto circuito monofase pari a 31,5 kA e un tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5 s.

L'impianto di terra consisterà in una maglia di terra in corda di rame nudo della sezione di 63 mm², interrato alla profondità di circa 70 cm dal piano di calpestio, che seguirà l'intero perimetro della SST, con maglie interne di lato massimo pari a 4,5 m.

Il sistema di terra sarà integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SST, in prossimità dei trasformatori AT/MT.

Il sistema di terra verrà collegato con l'impianto di terra presso l'edificio SST, attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili.

Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 125 mm².

Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio.

Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione ausiliaria, o sulle quali adottare provvedimenti particolari.

A seguito della realizzazione dell'opera, i valori di tensione saranno comunque oggetto di verifica strumentale. Al fine di garantire la compatibilità elettromagnetica dei sistemi, in corrispondenza delle apparecchiature AT verrà realizzato un infittimento della maglia del dispersore, così pure verranno installati conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature.

7.3.4. Edificio SSE

Presso la sottostazione verrà realizzato un edificio destinato a locali tecnici e uffici, avente un ingombro in pianta di 24,00 x 4,60 m, presso il quale verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT, nonché i quadri ausiliari.

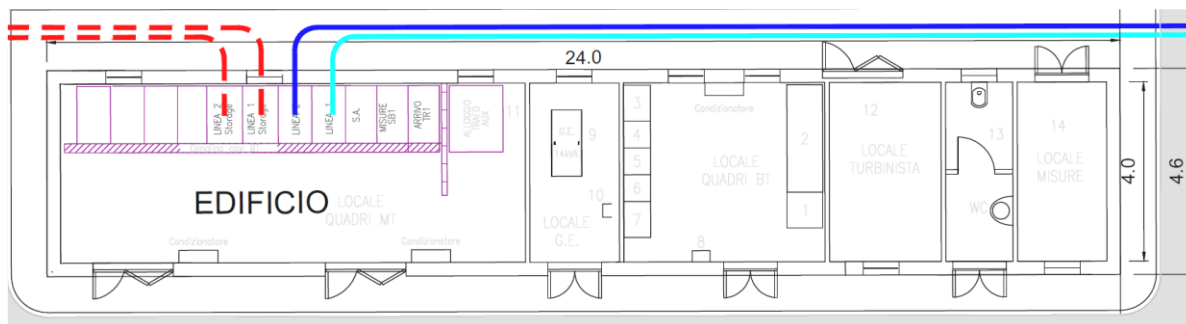


Figura 27- Layout edificio produttore presso SSE

L'edificio è articolato in più locali interni, adibiti a:

- Locale quadri MT;
- Locale Gruppo Elettrogeno;
- Locale quadri BT;
- Locale Turbinista.
- Servizi.
- Locale Misure
- Locale Contatori.

L'edificio sarà completo di tutti gli impianti elettrici civili interni (illuminazione e prese).

All'esterno è stato posizionato il gruppo elettrogeno.

7.3.5. Stallo Condiviso

Il Sistema Sbarre e lo Stallo Condiviso garantiscono il collegamento a 150kV della Stazione Utente con la nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV della RTN, denominata "Caltanissetta 380", da inserire in entra - esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Chiaramonte Gulfi - Ciminna", nonché la condivisione dello stallo arrivo produttore della stazione RTN con più produttori come da disposizioni di Terna.

Il Sistema Sbarre e lo Stallo Condiviso sono principalmente costituiti da:

- Un sistema sbarre a 150 kV per il collegamento della Stazione Utente allo Stallo Condiviso, eventualmente comune ai futuri produttori;
- Uno Stallo Condiviso tra più produttori con apparecchiature a 150kV (sezionatori, interruttori, ecc.);
- Collegamento in cavo 150 kV allo Stallo Utente nella Stazione Elettrica RTN;

Lo Stallo Condiviso consentirà di disalimentare le sbarre per eventuali interventi di manutenzione o per interventi automatici del sistema di protezione, comando e controllo senza interessare in alcun modo lo stallo arrivo produttore in Stazione Elettrica RTN.

Le sbarre comuni avranno altezza dal suolo di 7,5 m e saranno affiancate lungo l'intero sviluppo da una viabilità interna per l'accesso a mezzi di manutenzione.

Il Sistema Sbarre e lo Stallo Condiviso saranno dotati delle seguenti apparecchiature principali:

- Sistema sbarre a 150 kV (Sistema Sbarre)
- Montante 150 kV di arrivo linea (Stallo Condiviso):
 - n. 1 Terminali Cavo AT
 - n. 3 Scaricatori AT
 - n. 1 Sezionatore Orizzontale con L.T.
 - n. 1 Interruttore Tripolare
 - n. 3 Trasformatore di Corrente
 - n. 3 TV capacitivi(Uso GRTN)
 - n. 3 TV capacitivi

Il layout dei componenti e dei cabinati dello stallo condiviso è riportato nella seguente figura.

Lo stallo condiviso, come già la stazione elettrica 150/30 kV di utenza, è dotato di apparecchiature elettriche AT, MT e BT, sistemi di gestione per il suo funzionamento, impianti tecnologici e servizi ausiliari, descritti nella presente relazione.

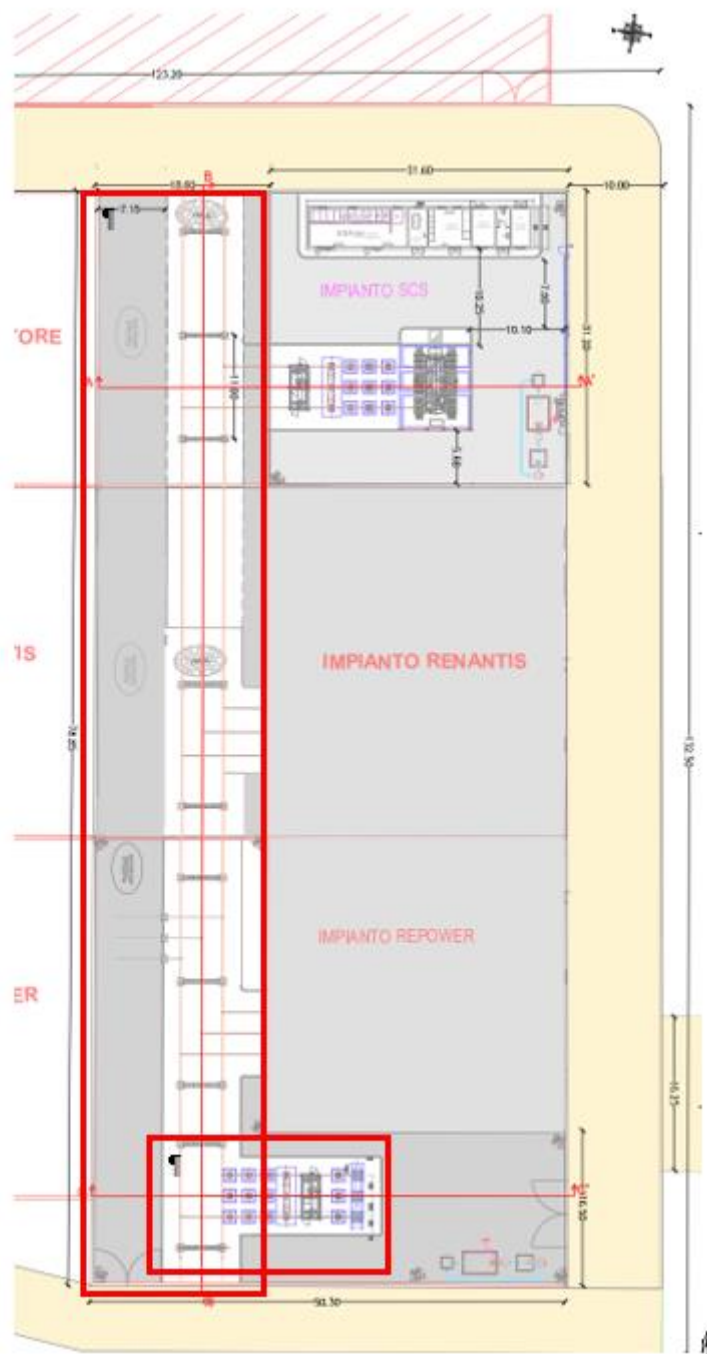


Figura 28 Layout stallo condiviso

7.4. OPERE CIVILI

Di seguito le principali opere civili previste in progetto:

- Scavo di sbancamento per una profondità di 80 cm da piano di calpestio finale;

- Eventuali opere strutturali necessarie alla site preparation
- Realizzazione della rete di terra;
- Realizzazione della rete idraulica di smaltimento acque bianche;
- Realizzazione fondazioni in c.a. per apparecchiature AT;
- Sistemazione delle aree sottostanti le apparecchiature AT con area inghiaiaata;
- Realizzazione di sottofondo stradale per lo spessore complessivo di 0,50 cm;
- Finitura aree con conglomerato bituminoso, con strato binder (7 cm) e strato usura (3 cm);
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna, con l'installazione di corpi illuminanti LED su pali tronco conici a stelo dritto lungo il perimetro;
- Realizzazione muro perimetrale, del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti in cls, infissi su fondazione in c.a., per una altezza complessiva fuori terra pari a 2,50 m;
- Realizzazione di un ingresso pedonale e di un carrabile, lungo il muro perimetrale;
- Realizzazione rampa di accesso da pubblica viabilità sino al cancello di ingresso presso la SSE.

7.5. PRINCIPALI APPARECCHIATURE IN PROGETTO

Nel seguito del paragrafo si elencano le caratteristiche delle principali apparecchiature AT costituenti la sezione 150 kV della SSEU in progetto. Tutte le apparecchiature saranno rispondenti alle Norme tecniche CEI citate al cap. 2 e alle prescrizioni Terna.

Le caratteristiche elettriche della sezione AT sono le seguenti

Interruttore

Tensione nominale (kV)	170
Livello di isolamento nominale:	
- tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
- tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	325
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale (A)	≥ 1250
Durata nominale di corto circuito (s)	1
Corrente nominale di corto circuito (kA)	31,5
Potere di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	80
Sequenza di manovra nominale	O-0,3s-CO-1min-CO
Gas	SF6

Tabella 13 - Dati elettrici interruttore

Sezionatore

Tensione nominale (kV)	170
Corrente nominale (A)	≥ 1250
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	31,5
- valore di cresta (kA)	80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	

Tabella 14 - Dati elettrici Sezionatore

Trasformatore di corrente

Tensione nominale (kV)	170
Frequenza nominale (Hz)	50
Rapporto di trasformazione nominale (A/A)	200/5
Numero di nuclei (n)	3
Corrente termica nominale permanente (p.u.)	1,2 Ip
Corrente termica nominale di emergenza 1 h (p.u.)	1,5 Ip
Corrente dinamica nominale (Idyn)	2,5 Ith
Corrente termica di corto circuito (kA)	≥ 31.5
Prestazioni e classi di precisione:	
- misura (VA/cl.)	30/0,2
- protezione (VA/cl)	30/5P30
Tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750

Tabella 15 - Dati elettrici trasformatore di corrente

Trasformatore di tensione induttivo

Tensione primaria nominale (kV)	$150/\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale (V)	$100/\sqrt{3}$
Numero avvolgimenti secondari (n)	1
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazioni nominali e classi di precisione:	
- secondario di misura (VA/cl.)	50/0,2
- secondari di protezione (VA/cl.)	—
Tensione massima per l'apparecchiatura (kV)	170
Tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750

Tabella 16 - Dati elettrici trasformatore di tensione induttivo

Trasformatore di tensione capacitivo

Tensione primaria nominale (kV)	150/ $\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale (V)	100/ $\sqrt{3}$
Numero avvolgimenti secondari (n)	3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazioni nominali e classi di precisione:	
- secondario di misura (VA/cl.)	50/0,2
- secondari di protezione (VA/cl.)	100/3P
Tensione massima per l'apparecchiatura (kV)	170
Tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750

Tabella 17 - Dati elettrici trasformatore di tensione capacitivo

Trasformatore Elevatore 150/30 Kv

Potenza nominale	50/65 MVA
Tipo di raffreddamento	ONAN/ONAF
Rapporto di trasformazione	150/30 kV
Tensione massima	170/36 kV
Tensione di tenuta nominale ad impulso atmosferico	750/170 kV
Tensione di tenuta nominale a frequenza industriale	325/70 kV
Impedenza di corto circuito	10% (rif. 33 MVA)
Commutatore sotto carico sull'avvolgimento AT	$\pm 10 \times 1,25\%$
Gruppo vettoriale	YNd11
Isolamento degli avvolgimenti	uniforme

Tabella 18 - Dati elettrici trasformatore elevatore 150/30 Kv

8. STAZIONE TERNA “CALTANISSETTA 380”

Oggetto del presente paragrafo è la descrizione degli aspetti specifici della nuova Stazione Elettrica 380/150kV di trasformazione “Caltanissetta 380”, da ubicare nel comune di Villalba, della Provincia di Caltanissetta.

Si precisa che la progettazione della futura stazione elettrica di Terna spa, e dei relativi raccordi aerei 150 kV e 380 kV di collegamento alla RTN che interessano i Comuni di Villalba (CL) e Mussomeli (CL), sono oggetto di procedimento autorizzativo che fa capo ad un altro proponente definito “Capofila”, che ha partecipato alle attività di coordinamento organizzate da Terna spa.”

8.1. MOTIVAZIONE DELL’OPERA

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede (cod. pratica TERNA 202301079) che l’impianto venga collegato in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica RTN 380/150kV “Caltanissetta 380” da inserire in entra – esce sulla linea in progetto in doppia terna a 380kv “Chiaromonte Gulfi – Ciminna”.

Nell’ambito della soluzione di connesine alla RTN il Capofila ha ottenendo da TERNA l’incarico di predisporre un Piano Tecnico delle Opere che, al fine di ottenerne la connessione e relativamente alla parte tecnica di connessione alla RTN, comprende gli elaborati tecnici richiesti:

- a) una nuova Stazione Elettrica (di seguito S.E.) RTN 380/150 kV denominata “Caltanissetta 380” nel Comune di Villalba, Provincia di Caltanissetta;
- b) nuovi raccordi in entra – esci a 380 kV all’elettrodotto in progetto a 380 kV in doppia terna “Chiaromonte Gulfi – Ciminna”;
- c) nuovi raccordi in entra – esci a 150 kV all’esistente elettrodotto a 150 kV “Mussomeli-Marianopoli”.

La nuova stazione oltre a permettere l’immissione in rete dell’energia prodotta dagli impianti del Capofila, costituirà anche il centro di raccolta di eventuali future ulteriori iniziative di produzione di energia da fonte rinnovabile per il collegamento delle quali risulta non adeguata la locale rete di trasmissione nazionale.

8.2. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Il Comune interessato all’installazione della stazione elettrica e dei relativi raccordi a 380 kV è quello di

Villalba, Provincia di Caltanissetta, in Località “Piane la Cucca”, interessando una nuova area di circa 37.400 m². L’accesso alla S.E. avverrà tramite un innesto nell’adiacente Strada Statale n°121, in prossimità dell’incrocio con la Strada Provinciale n°231. L’accesso avrà dimensioni e caratteristiche adeguate all’accesso di mezzi pesanti nell’area di stazione, con una viabilità di accesso di larghezza non inferiore a 10 m.

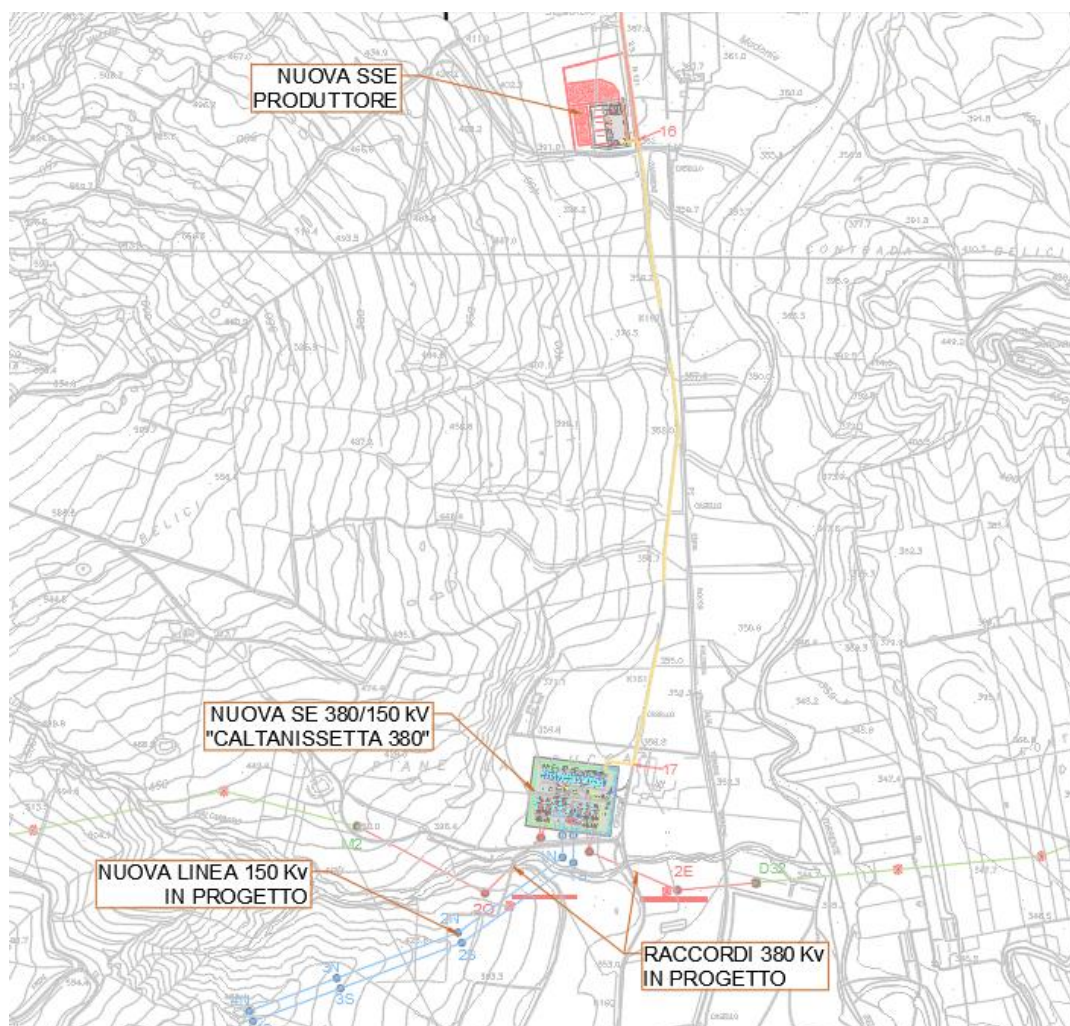


Figura 29 - Inquadramento stazione utente e stazione terna “Caltanissetta 380” su ctr

8.3. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

La nuova S.E. di “Caltanissetta 380” sarà composta da una sezione a 380 kV e da una sezione a 150 kV, oltre all’installazione di n° 2 ATR, come riportato nella tavola grafica “Planimetria elettromeccanica”.

8.3.1. Disposizione Elettromeccanica

La sezione a 380 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà costituita da:

- N. 1 sistema a doppia sbarra
- N. 4 stalli completamente attrezzati per l’entra-esce dell’elettrodotto in doppia terna “Chiaromonte Gulfi – Ciminna”.
- N. 2 stalli primario ATR
- N. 1 parallelo sbarre

Ogni montante linea a 380 kV sarà equipaggiata con sezionatori di sbarra verticali, scaricatori ingresso linee, bobine di sbarramento, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure.

I montanti parallelo sbarre saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure.

Le linee afferenti si attesteranno su sostegni portale di altezza massima pari a 21 m, l’altezza massima delle altre parti d’impianto (sbarre a 380 kV) sarà di 11,80 m.

La sezione a 150 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà dimensionata per:

- N. 1 sistema a doppia sbarra
- N. 12 stalli linea/arrivo produttore, dei quali due sono impegnati dagli elettrodotti “Mussomeli” e “Marianopoli”.
- N. 2 stalli secondario ATR
- N. 1 parallelo sbarre

Ogni montante linea 150 kV sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, scaricatori ingresso linee, bobine di sbarramento, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure.

I montanti parallelo sbarre saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure.

Le linee afferenti si attesteranno su sostegni portale di altezza massima pari a 15 m, l’altezza massima delle altre parti d’impianto (sbarre a 150 kV) sarà di 7,50 m.

8.3.2. Servizi Ausiliari

I Servizi Ausiliari (S.A.) della nuova stazione elettrica saranno progettati e realizzati con riferimento agli attuali standard delle stazioni elettriche A.T. TERNA, già applicati nella maggior parte delle stazioni della RTN di recente realizzazione.

Saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivati dalla rete MT locale ed integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza di tensione alle sbarre dei quadri principali BT.

Le utenze fondamentali quali protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, ecc. saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

8.3.3. Impianto di terra

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature saranno realizzati secondo l'unificazione TERNA per le stazioni a 380 kV e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 63 kA per 0,5 sec.

Esso sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm² interrata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalle norme CEI EN 50522 e CEI EN 61936-1.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante quattro corde di rame con sezione di 125 mm².

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati, con raggio di curvatura di almeno 8 m.

8.3.4. Fabbricati

Nell'impianto sarà prevista la realizzazione dei seguenti edifici:

Edificio Integrato Comandi e Servizi Ausiliari

L'edificio Comandi e Servizi Ausiliari sarà formato da un corpo di fabbrica rettangolare, delle

dimensioni in pianta circa (31,50 x 12,20) m ed altezza fuori terra di circa 4,65 m.

La superficie occupata sarà di circa 385,00 m² con un volume di circa 1.787,00 m³. L'edificio contiene i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione e i vettori, un ufficio ed i servizi igienici per il personale di manutenzione, i servizi igienici per disabili e la sala quadri dei servizi ausiliari.

La costruzione sarà di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo) o, dove ciò non fosse possibile, di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile. La copertura a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n° 90 del 2013 e successivi aggiornamenti e regolamenti di attuazione.

Edificio per punti di consegna MT e TLC.

L'edificio per i punti di consegna MT sarà destinato ad ospitare i quadri contenenti i Dispositivi Generali ed i quadri arrivo linea e dove si attesteranno le linee a media tensione di alimentazione dei servizi ausiliari della stazione e le consegne dei sistemi di telecomunicazioni.

Si prevede di installare tre manufatti prefabbricati di cui due delle dimensioni in pianta di circa 6,80 x 2,50 m con altezza 2,70 m ed uno delle dimensioni in pianta di circa (7,58 x 2,48) m con altezza 3,20 m. I locali dei punti di consegna saranno dotati di porte antisfondamento in vetroresina con apertura verso l'esterno rispetto alla stazione elettrica per quanto riguarda gli accessi ai fornitori dei servizi di energia elettrica e TLC.

Chioschi per apparecchiature elettriche

I chioschi sono destinati ad ospitare i quadri di protezione, comando e controllo periferici; avranno pianta rettangolare con dimensioni esterne di circa (4,80 x 2,40) m con altezza di 3,00 m. Ogni chiosco avrà quindi una superficie coperta di circa 11,50 m² e volume di 34,60 m³. La struttura sarà di tipo prefabbricato con pannellature.

Locale pompe antincendio

Il locale pompe che ospiterà il gruppo di pompaggio avrà le caratteristiche tecnico-costruttive indicate dalla UNI 11292:2008.

Il vano sarà realizzato con calcestruzzo armato autocompattante installato fuori terra in prossimità della

vasca di riserva idrica ed avrà dimensioni esterne di circa (4,40 x 2,30) m con altezza di 2,40 m.

Edificio magazzino

L'edificio magazzino sarà formato da un corpo di fabbricata rettangolare, delle dimensioni in pianta circa (16,00 x 11,80) m ed altezza fuori terra di circa 6,50 m, con una superficie occupata pari a circa 190 m² ed un volume di circa 1230 m³. L'edificio sarà ubicato in zona baricentrica con lo scopo di dare da deposito per attrezzature e ricambi.

8.4. MACCHINARI E APPARECCHIATURE

8.4.1. Macchinari

I macchinari principali sono n° 2 autotrasformatori 400/155 kV le cui caratteristiche principali sono:

Potenza nominale	400/250 MVA
Tensione nominale	400/155 kV Vcc % 13%
Commutatore sotto carico	variazione del $\pm 10\%$ Vn con +12 e -8 gradini
Raffreddamento	OFAF Gruppo YnaO

8.4.2. Apparecchiature

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono, come da sezioni elettromeccaniche allegate, interruttori, sezionatori di sbarra, sezionatori di linea con lame di terra, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico a protezione degli autotrasformatori, ed in ingresso linea trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali.

Le principali caratteristiche tecniche complessive della stazione saranno le seguenti.

Sezione 380 kV

tensione massima sezione 380 kV	420 kV
frequenza nominale	50 Hz
correnti limite di funzionamento permanente sbarre 380 kV	4.000 A
stallo parallelo 380 kV	3.150 A
stallo linea e ATR 380 kV	3.150 A
potere di interruzione interruttori 380 kV	63 kA
corrente di breve durata 380 kV	63 kA

condizioni ambientali limite	-25/+45°C
salinità di tenuta superficiale degli isolamenti portanti	40 kg/m ³
salinità di tenuta superficiale degli isolamenti passanti	56 kg/m ³
<u>Sezione 150 kV</u>	
tensione massima sezione 150 kV	170 kV
frequenza nominale	50 Hz
correnti limite di funzionamento permanente sbarre 150 kV	2.000 A
stalli linea e ATR 150 kV	2.000 A
stalli parallelo 150 kV	2.000 A
potere di interruzione interruttori 150 kV	40 kA
corrente di breve durata 150 kV	40 kA
condizioni ambientali limite	-25/+45°C
salinità di tenuta superficiale degli isolamenti portanti	56 kg/m ³
salinità di tenuta superficiale degli isolamenti passanti	56 kg/m ³