



Comune di Ascoli Satriano

Provincia di Foggia



PROPONENTE:

AME ENERGY S.r.l.

Via Pietro Cossa, 5 20122 Milano (MI)
ameenergysrl@legalmail.it P. IVA 12779110969

Progetto di un impianto eolico, denominato "Masserie Leone", costituito da n. 5 aerogeneratori della potenza unitaria di 6,6 MW, per una potenza complessiva di 33 MW, e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel comune di Ascoli Satriano (FG)

ELABORATO:

R028

OGGETTO DELL'ELABORATO:

**Relazione Tecnica Impianti Di Produzione,
Impianti Di Utente E Di Rete Per La Connessione**

PROGETTAZIONE:

sirmes
servizi integrati per l'energia

PROGETTISTA:

Ing. Federica SCARANO
Ing. Carlo RUSSO
Arch. Giovanni MAGGINO

Corso Romuleo n. 245
83044 Bisaccia (AV)
tel. 0827.89652
info@sirmes.it
sirmes@pec.it



EMISSIONE:

DATA:

CODICE PROGETTO:

REDATTO DA:

1a

settembre 2023

ASCOL003E33

Ing. F. Scarano Arch. G. Maggino Ing. Carlo Russo

2a

3a

4a

NDICE

1	SCOPO.....	3
2	PROPONENTE.....	3
3	DATI GENERALI D'IMPIANTO.....	3
3.1.1	UBICAZIONE DEL PROGETTO.....	4
3.1.2	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO.....	6
3.1.2.1	AEROGENERATORI.....	6
3.1.2.1.1	Torre Di Sostegno.....	7
3.1.2.1.2	Pale.....	8
3.1.2.1.3	Navicella.....	8
3.1.2.1.4	Il Sistema Frenante.....	8
3.1.2.1.5	Rotore.....	8
3.1.2.1.6	Sistema Di Controllo.....	10
3.1.2.1.7	Impianto Elettrico Del Generatore Eolico.....	10
3.1.2.1.8	Fondazioni.....	11
3.1.2.1.9	Piazzole Di Costruzione.....	14
3.1.2.1.10	Viabilità Di Costruzione.....	16
3.1.2.1.11	Piazzole E Viabilità In Fase Di Ripristino.....	17
3.1.2.2	CAVIDOTTI MT.....	17
3.1.2.2.1	Caratteristiche Elettriche Del Sistema Mt.....	18
3.1.2.2.2	Buche E Giunti.....	19
3.1.2.2.3	Posa Dei Cavi.....	19
3.1.2.2.4	Scavi E Rinterri.....	20
3.1.2.2.5	Segnalazione Del Cavidotto.....	21
3.1.2.3	SOLUZIONE TECNICA MINIMA GENERALE DI CONNESSIONE ALLA RTN.....	22
3.1.2.4	INPIANTI DI CONNESSIONE ALLA RTN.....	23
3.1.2.5	IMPIANTI DI TUTENZA PER LA CONNESSIONE.....	23
3.1.2.6	STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE (SU).....	23
3.1.2.7	CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE.....	24
3.1.2.7.1	Opere Civili.....	24
3.1.2.7.2	Edificio Utente.....	24
3.1.2.7.3	Strade E Piazzole.....	28
3.1.2.7.4	Fondazione E Cunicoli Cavi.....	28
3.1.2.7.5	Ingresso Recinzione.....	29
3.1.2.7.6	Smaltimento Delle Acque Meteoriche E Fognarie.....	30
3.1.2.7.7	Vasca Raccolta Olio.....	31
3.1.2.8	SISTEMI ELETTRICI, DI PRODUZIONE E DI CONTROLLO.....	34
3.1.2.8.1	Quadri Elettrici Con Livello Di Isolamento 36-40,5 Kv.....	34
3.1.2.8.2	Caratteristiche Dei Dispositivi Mt.....	35
3.1.2.8.3	Caratteristiche Dei Dispositivi In At.....	35
3.1.2.8.4	Distribuzione In Corrente Alternata.....	36
3.1.2.8.5	Distribuzione In Corrente Continua.....	36
3.1.2.8.6	Trasformatore Ausiliario Mt7bt E Servizi Ausiliari.....	37
3.1.2.8.7	Gruppo Elettrogeno.....	38
3.1.2.8.8	Illuminazione Esterna.....	39
3.1.2.8.9	Impianto Antincendio.....	39
3.1.2.8.10	Unità Periferica Sistema Di Monitoraggio E Difesa.....	40
3.1.2.8.11	Sistema Di Telecontrollo.....	40
3.1.2.8.12	Contatore Di Energia.....	41
3.1.2.8.13	Rete A Terra Della Stazione Utente.....	41
3.1.2.8.14	Trasformatore Mt/At – 30/36 Kv.....	43
3.1.2.8.15	Sistemi Di Protezione.....	44
3.1.2.9	PROTEZIONE DELLA CENTRALE EOLICA CONTRO I GUASTI ESTERNI.....	46

3.1.2.9.1	Protezione Di Rete Sulla Sbarra A 36 Kv.....	47
3.1.2.9.2	Protezione Degli Aerogeneratori.....	48
3.1.2.10	PROTEZIONE DELLA CENTRALE EOLICA CONTRO I GUASTI INTERNI	48
3.1.2.10.1	Protezione Delle Linee Di Sottocampo	48
3.1.2.10.2	Protezione Del Trasformatore Mt/At	49
3.1.2.10.3	Protezione Dei Reattori Di Compensazione.....	50

1 SCOPO

Scopo del presente documento è la redazione della relazione tecnica finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio dell'impianto eolico da realizzarsi nel Comune di Ascoli Satriano (Provincia di Foggia), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 30/36 kV, ubicato nello stesso Comune di Ascoli Satriano.

2 PROPONENTE

Il proponente del progetto è la società AME ENERGY S.r.l., partita iva 12779110969, con sede legale in Milano (MI) alla Via Pietro Cossa n. 5.

3 DATI GENERALI D'IMPIANTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di produzione energia rinnovabile da fonte eolica, composto da n° 5 aerogeneratori da 6,6 MW, per una potenza di 33,00 MW, del relativo Cavidotto MT di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, da realizzarsi nel Comune di Ascoli Satriano (Provincia di Foggia),

Nello specifico, il progetto prevede:

- n° 5 aerogeneratori Siemens Gamesa SG170 – 6,6 MW, tipo tripala diametro 170 m altezza misurata al mozzo 135 m, altezza massima 220 m;
- viabilità di accesso, con carreggiata di larghezza pari a 5,50 m;
- n° 5 piazzole di costruzione, necessarie per accogliere temporaneamente sia i componenti delle macchine che i mezzi necessari al sollevamento dei vari elementi, di dimensioni di circa 62 x 68 m. Tali piazzole, a valle del montaggio dell'aerogeneratore, vengono ridotte ad una superficie di circa 867 mq., in aderenza alla fondazione, necessarie per le operazioni di manutenzione dell'impianto;
- una rete di elettrodotto interrato a 30 kV di collegamento interno fra gli aerogeneratori;
- una rete di elettrodotto interrato costituito da dorsali a 30 kV di collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione 30/36 kV;

- una sottostazione di trasformazione 30/36 kV completa di relative apparecchiature ausiliarie (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario);
- impianto di rete per la connessione da definire in funzione della soluzione tecnica di connessione.

3.1.1 UBICAZIONE DEL PROGETTO


L'Impianto Eolico, costituito da n° 5 aerogeneratori, ricadenti nel territorio del Comune di Ascoli Satriano (Provincia di Foggia), il Cavidotto MT attraversa lo stesso comune per giungere alla Stazione Elettrica d'Utenza ubicata nello stesso Comune di Ascoli Satriano (FG), quest'ultima connessa in A.T. 36 kV alla Rete Elettrica Nazionale.

Il Cavidotto MT, composto da due linee avrà una lunghezza di circa 13.259 ml.

Nello specifico la linea A collegherà gli aerogeneratori AS02-AS01 alla SSU ed avrà una lunghezza di 4.245 ml., la linea B collegherà gli aerogeneratori AS05-AS04-AS03 alla SSU ed avrà una lunghezza di 9.014 ml, mentre l'Impianto di Utenza per la connessione avrà una lunghezza di circa 204 metri.

Si riporta di seguito stralcio della corografia di inquadramento su IGM:

Legenda

	Aerogeneratore SG170 - 6,6 MW
	Piazzola permanente
	Strade nuove permanenti
	Piazzole provvisorie Allargamenti provvisori
	Area stoccaggio pale
	Area deposito materiale
	Area di Cantilene
	Attraversamento Autostrada A16 Strada Provinciale 95
	Cavidotto Linea A
	Cavidotto Linea B
	Cavidotto AT
	Viabilità esistente da adeguare

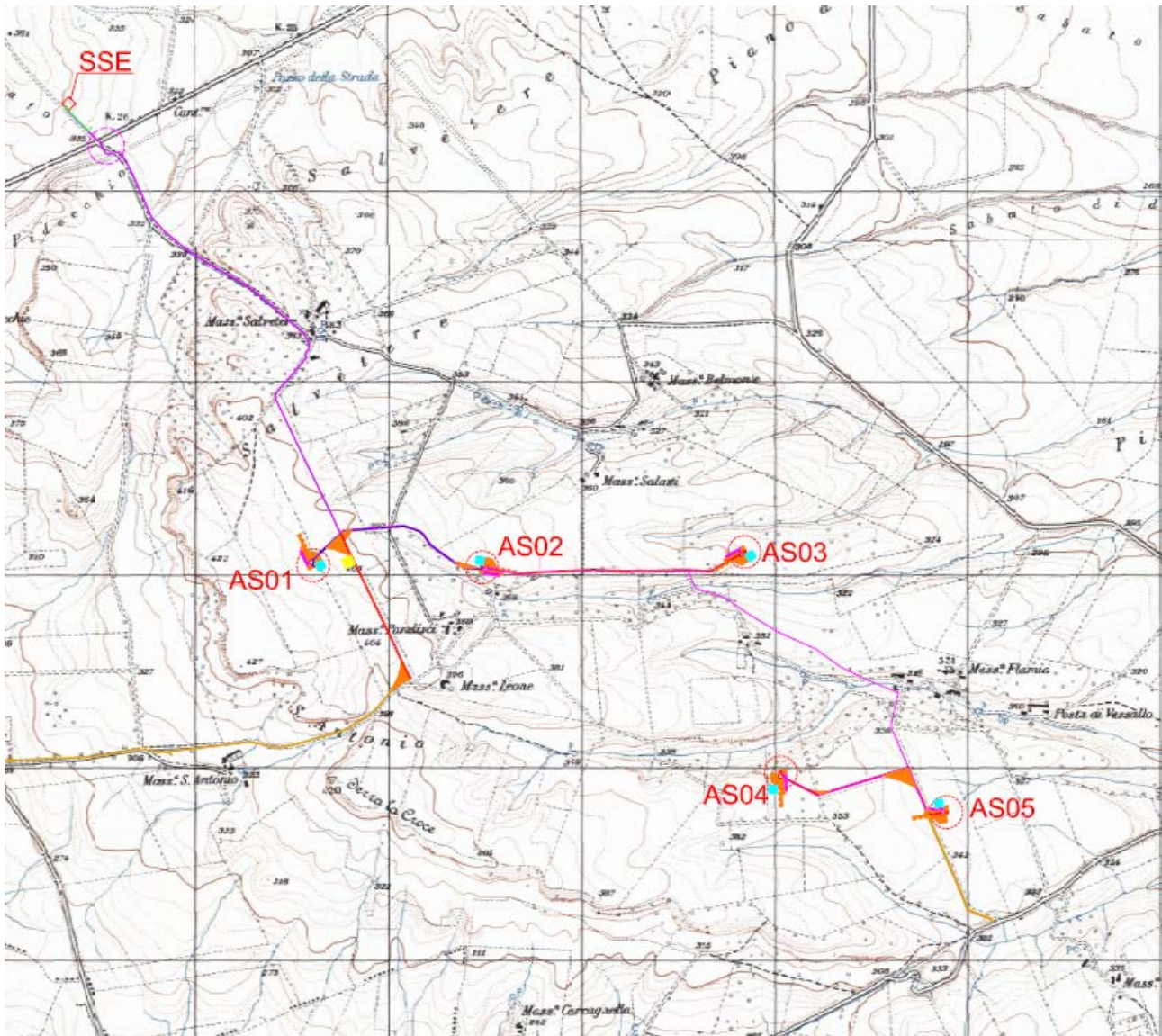


Figura 1 – Corografia di inquadramento

Si riportano di seguito le coordinate in formato UTM (WGS84), con i fogli e le particelle in cui ricade la fondazione degli aerogeneratori:

3.1.2 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 33		Identificativo catastale		
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella
AS 01	552540	4555861	Ascoli Satriano	92	60
AS 02	553417	4555851	Ascoli Satriano	93	265
AS 03	554778	4555931	Ascoli Satriano	93	263
AS 04	554967	4554786	Ascoli Satriano	96	188-189
AS 05	555826	4554580	Ascoli Satriano	96	41

3.1.2.1 AEROGENERATORI

Un aerogeneratore o una turbina eolica trasforma l'energia cinetica posseduta dal vento in energia elettrica senza l'utilizzo di alcun combustibile e passando attraverso lo stadio di conversione in energia meccanica di rotazione effettuato dalle pale. Come illustrato meglio di seguito, al fine di sfruttare l'energia cinetica contenuta nel vento, convertendola in energia elettrica una turbina eolica utilizza diversi componenti sia meccanici che elettrici. In particolare, il rotore (pale e mozzo) estrae l'energia dal vento convertendola in energia meccanica di rotazione e costituisce il "motore primo" dell'aerogeneratore, mentre la conversione dell'energia meccanica in elettrica è effettuata grazie alla presenza di un generatore elettrico.

Un aerogeneratore richiede una velocità minima del vento (cut-in) di 2-4 m/s ed eroga la potenza di progetto ad una velocità del vento di 10-14 m/s. A velocità elevate, generalmente di 20-25 m/s (cut-off) la turbina viene arrestata dal sistema frenante per ragioni di sicurezza. Il blocco può avvenire con veri e propri freni meccanici che arrestano il rotore o, per le pale ad inclinazione variabile "nascondendo" le stesse al vento mettendole nella cosiddetta posizione a "bandiera".

Le turbine eoliche possono essere suddivise in base alla tecnologia costruttiva in due macro-famiglie:

- turbine ad asse verticale - VAWT (Vertical Axis Wind Turbine),
- turbine ad asse orizzontale – HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine).

Le turbine VAWT costituiscono l'1% delle turbine attualmente in uso, mentre il restante 99% è costituito dalle HAWT. Delle turbine ad asse orizzontale, circa il 99% di quelle installate è a tre pale mentre l'1% a due pale.

L'aerogeneratore eolico ad asse orizzontale è costituito da una torre tubolare in acciaio che porta alla sua sommità la navicella, all'interno della quale sono alloggiati l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari. All'estremità dell'albero lento, corrispondente all'estremo anteriore della navicella, è fissato il rotore costituito da un mozzo sul quale sono montate le pale. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata); inoltre è dotata di un sistema di controllo del passo che, in corrispondenza di alta velocità del vento, mantiene la produzione di energia al suo valore nominale indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell'aria; in corrispondenza invece di bassa velocità del vento, il sistema a passo variabile e quello di controllo ottimizzano la produzione di energia scegliendo la combinazione ottimale tra velocità del rotore e angolo di orientamento delle pale in modo da avere massimo rendimento.

Nel caso in esame, il **Progetto** prevede l'installazione di **n. 5 turbine SIEMENS GAMESA SG170 – 6,6 MW, tipo tripala diametro 170 m**, con altezza misurata al mozzo pari a 135 m, per una potenza complessiva dell'impianto pari a **33,00 MW**.

3.1.2.1.1 Torre Di Sostegno

La torre è caratterizzata da quattro moduli tronco conici in acciaio ad innesto. I tronconi saranno realizzati in officina quindi trasportati e montati in cantiere. Alla base della torre ci sarà una porta che permetterà l'accesso ad una scala montata all'interno, dotata ovviamente di opportuni sistemi di protezione (parapetti). La torre sarà protetta contro la corrosione da un sistema di verniciatura multistrato. Allo scopo di ridurre al minimo la necessità di raggiungere la navicella tramite le scale, il sistema di controllo del convertitore e di comando dell'aerogeneratore saranno sistemati in quadri montati su una piattaforma separata alla base della torre. L'energia elettrica prodotta verrà trasmessa alla base della torre tramite cavi installati su una passerella verticale ed opportunamente schermati. Per la trasmissione dei segnali di controllo alla navicella saranno installati cavi a fibre ottiche. Torri, navicelle e pali saranno realizzati con colori che si inseriscono armonicamente nell'ambiente circostante, fatte salve altre tonalità derivanti da disposizioni di sicurezza.

3.1.2.1.2 Pale

Le pale sono in fibra di vetro rinforzata con resina epossidica e fibra di carbonio. Esse sono realizzate con due gusci ancorati ad una trave portante e sono collegate al mozzo per mezzo di cuscinetti che consentono la rotazione della pala attorno al proprio asse (pitch system). I cuscinetti sono sferici a 4 punte e vengono collegati al mozzo tramite bulloni.

3.1.2.1.3 Navicella

La navicella ospita al proprio interno la catena cinematica che trasmette il moto dalle pale al generatore elettrico. Una copertura in fibra di vetro protegge i componenti della macchina dagli agenti atmosferici e riduce il rumore prodotto a livelli accettabili. Sul retro della navicella è posta una porta attraverso la quale, mediante l'utilizzo di un palanco, possono essere rimossi attrezzature e componenti della navicella. L'accesso al tetto avviene attraverso un lucernario. La navicella, inoltre, è provvista di illuminazione.

3.1.2.1.4 Il Sistema Frenante

Il sistema frenante, attraverso la "messa in bandiera" delle pale e l'azionamento del freno di stazionamento dotato di sistema idraulico, permette di arrestare all'occorrenza la rotazione dell'aerogeneratore. E' presente anche un sistema di frenata d'emergenza a ganasce che, tramite attuatori idraulici veloci, ferma le pale in brevissimo tempo. Tale frenata, essendo causa di importante fatica meccanica per tutta la struttura della torre, avviene solo in caso di avaria grave, di black-out della rete o di intervento del personale attraverso l'azionamento degli appositi pulsanti di emergenza.

3.1.2.1.5 Rotore

Il rotore avrà una velocità di rotazione variabile. Combinato con un sistema di regolazione del passo delle pale, fornisce la migliore resa possibile adattandosi nel contempo alle specifiche della rete elettrica (accoppiamento con generatore) e minimizzando le emissioni acustiche. Le pale, a profilo alare, sono ottimizzate per operare a velocità variabile e saranno protette dalle scariche atmosferiche da un sistema parafulmine integrato. L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto è il mozzo. I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo. Il gruppo mozzo è schermato secondo il

principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno. Il mozzo sarà realizzato in ghisa fusa a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute.

Durante il funzionamento sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico. Con bassa velocità del vento e a carico parziale il generatore eolico opera a passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale. La bassa velocità del rotore alle basse velocità mantiene bassi i livelli di emissione acustica. A potenza nominale e ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante; le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità. Le pale sono collegate al mozzo mediante cuscinetti a doppia corona di rulli a quattro contatti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua ed agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti a quattro contatti tramite un ingranaggio epicicloidale a bassa velocità. Per sincronizzare le regolazioni delle singole pale viene utilizzato un controller sincrono molto rapido e preciso. Per mantenere operativi gli attuatori del passo in caso di guasti alla rete o all'aerogeneratore ogni pala del rotore ha un proprio set di batterie che ruotano con la pala. Gli attuatori del passo, il carica batteria ed il sistema di controllo sono posizionati nel mozzo del rotore in modo da essere completamente schermati e quindi protetti in modo ottimale contro gli agenti atmosferici o i fulmini. Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario.

Durante la normale azione di frenaggio i bordi d'attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto, nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi. In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza. Quando l'aerogeneratore è in posizione di parcheggio, le pale del rotore

vengono messe a bandiera. Ciò riduce nettamente il carico sull'aerogeneratore, e quindi sulla torre. Tale posizione, viene pertanto attuata in condizioni climatiche di bufera.

3.1.2.1.6 Sistema Di Controllo

Tutto il funzionamento dell'aerogeneratore è controllato da un sistema a microprocessori che attua un'architettura multiprocessore in tempo reale. Tale sistema è collegato a un gran numero di sensori mediante cavi a fibre ottiche. In tal modo si garantisce la più alta rapidità di trasferimento del segnale e la maggior sicurezza contro le correnti vaganti o i colpi di fulmine. Il computer installato nell'impianto definisce i valori di velocità del rotore e del passo delle pale e funge quindi anche da sistema di supervisione dell'unità di controllo distribuite dell'impianto elettrico e del meccanismo di controllo del passo alloggiato nel mozzo.

La tensione di rete, la fase, la frequenza, la velocità del rotore e del generatore, varie temperature, livelli di vibrazione, la pressione dell'olio, l'usura delle pastiglie dei freni, l'avvolgimento dei cavi, nonché le condizioni meteorologiche vengono monitorate continuamente. Le funzioni più critiche e sensibili ai guasti vengono monitorate con ridondanza. In caso di emergenza si può far scattare un rapido arresto mediante un circuito cablato in emergenza, persino in assenza del computer e dell'alimentazione esterna. Tutti i dati possono essere monitorati a distanza in modo da consentirne il telecontrollo e la tele gestione di ogni singolo aerogeneratore.

3.1.2.1.7 Impianto Elettrico Del Generatore Eolico

L'impianto elettrico è un componente fondamentale per un rendimento ottimale ed una fornitura alla rete di energia di prima qualità. Il generatore asincrono a doppio avvolgimento consente il funzionamento a velocità variabile con limitazione della potenza da inviare al circuito del convertitore, ed in tal modo garantisce le condizioni di maggior efficienza dell'aerogeneratore.

Con vento debole la bassa velocità di inserimento va a tutto vantaggio dell'efficienza, riduce le emissioni acustiche, migliora le caratteristiche di fornitura alla rete.

Il generatore a velocità variabile livella le fluttuazioni di potenza in condizioni di carico parziale ed offre un livellamento quasi totale in condizioni di potenza nominale. Ciò porta a condizioni di funzionamento più regolari dell'aerogeneratore e riduce nettamente i carichi

dinamici strutturali. Le raffiche di vento sono "immagazzinate" dall'accelerazione del rotore e sono convogliate gradatamente alla rete. La tensione e la frequenza fornite alla rete restano assolutamente costanti. Inoltre, il sistema di controllo del convertitore può venire adattato ad una grande varietà di condizioni di rete e può persino servire reti deboli. Il convertitore è controllato attraverso circuiti di elettronica di potenza da un microprocessore a modulazione di ampiezza d'impulso. La fornitura di corrente è quasi completamente priva di flicker, la gestione regolabile della potenza reattiva, la bassa distorsione, ed il minimo contenuto di armoniche definiscono una fornitura di energia eolica di alta qualità.

La bassa potenza di cortocircuito permette una migliore utilizzazione della capacità di rete disponibile e può evitare costosi interventi di potenziamento della rete. Grazie alla particolare tecnologia delle turbine previste, non sarà necessaria la realizzazione di una cabina di trasformazione BT/MT alla base di ogni palo in quanto questa è già alloggiata all'interno della torre d'acciaio; il trasformatore BT/MT con la relativa quadristica di media tensione fa parte dell'aerogeneratore ed è interamente installato all'interno dell'aerogeneratore stesso, a base torre.

Per la Rete di media tensione è stato individuato un trasformatore; il gruppo sarà collegato alla rete di media tensione attraverso pozzetti di linea per mezzo di cavi posati direttamente in cavidotti interrati convenientemente segnalati.

3.1.2.1.8 Fondazioni

Trattasi di un plinto in cls armato di grandi dimensioni, di forma in pianta circolare di diametro massimo pari a 16,80 mt, con un nocciolo centrale cilindrico con diametro massimo pari a 6,00 mt., con altezza complessiva pari a 3,12 mt.

Tale fondazione è di tipo indiretto su 14 pali di diametro 1200 mm, posizionati su una corona di raggio 6,90 mt e lunghezza variabile da 20 a 30,00 mt.

La sezione è rastremata a partire dal perimetro esterno, spessore 110 cm, fino al contatto con il nocciolo centrale citato dove lo spessore della sezione è di 312 cm. Le dimensioni **potranno subire modifiche** nel corso dei successivi livelli di progettazione.

Per le opere oggetto della presente relazione si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

Calcestruzzo per opere di fondazione

Classe di esposizione

XC4

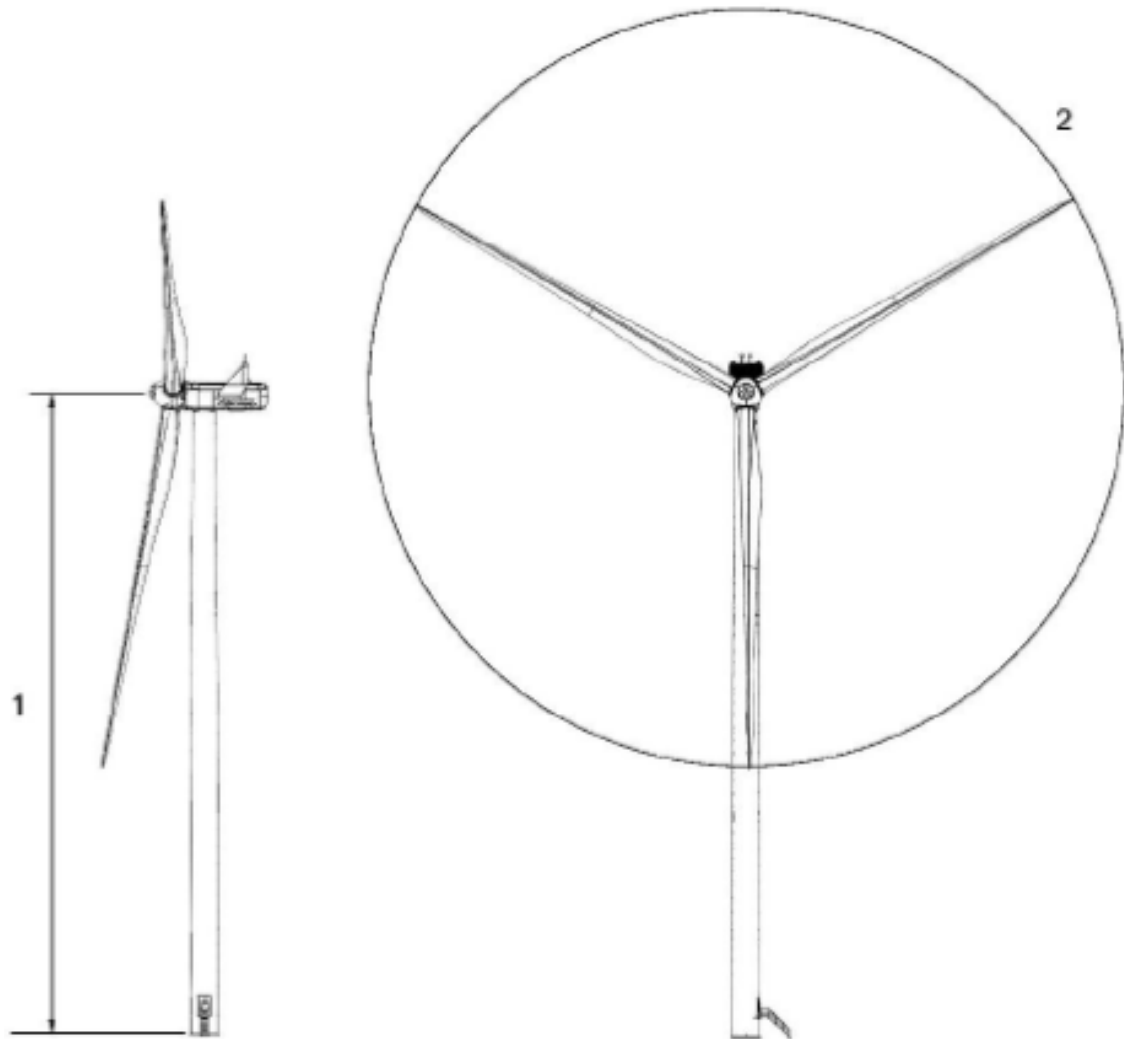
Classe di resistenza	C32/40
Resist, caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 33350 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a compressione	$f_{cd} = 18,13 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 2,11 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a trazione	$f_{ctd} = 1,41 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctk} = 2,53 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctd} = 1,68 \text{ N/mm}^2$
Rapporto acqua/cemento max	0,50
Contenuto cemento min	340 kg/m^3
Diametro inerte max	25 mm
Classe di consistenza	S4

Acciaio per armature c.a.

Acciaio per armatura tipo	B450C
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

Caratteristiche tecniche

L'aerogeneratore che sarà adoperato per il nuovo impianto eolico sarà del tipo **SIEMENS**
– **GAMESA SG170 – 6,6 MW** ed avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

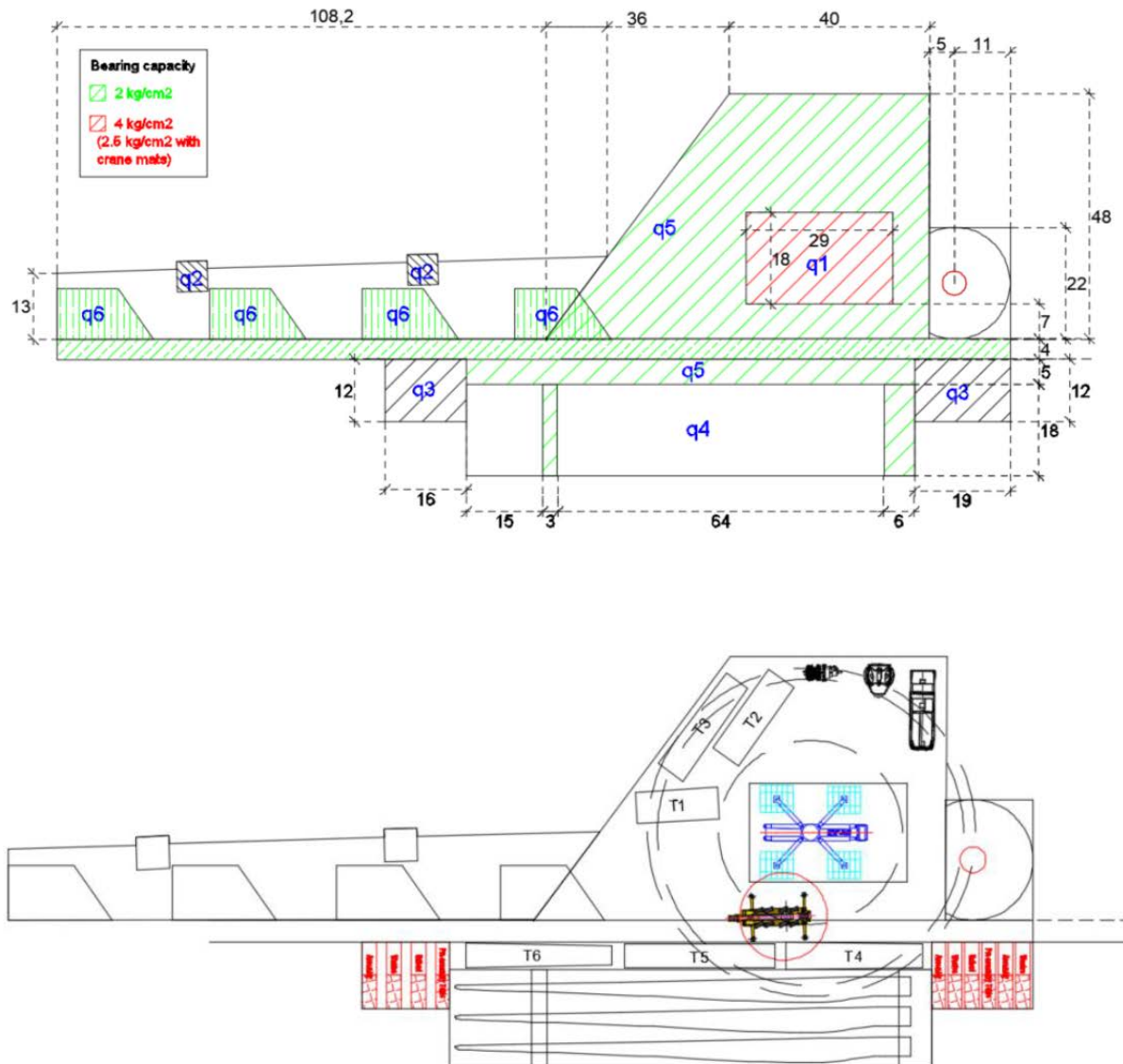


Potenza nominale	6600 kW
Turbina	rotore tripala ad asse orizzontale sopravvento, rotazione oraria, velocità variabile
Diametro Rotorico (2)	170 m
Altezza della torre (1)	135 m
Velocità Cut - in	3 m/s
Velocità Cut - out	25,0 m/s
Freno	Il freno principale sulla turbina è aerodinamico. Inoltre, è presente un freno a disco meccanico sull'albero ad alta velocità.

Torre	Tubolare conica, con connessioni a flangia, in acciaio verniciato, suddivisa in più sezioni pre-assemblate in officina.
Area spaziata	22.698 mq
Lunghezza pala	83,50 m
Voltaggio	690 V
Frequenza	50/60 Hz
Tipo	IEC 61400-1 CLASSE S
RPM	8,83
DB (A)	106

3.1.2.1.9 *Piazzole Di Costruzione*

Il montaggio dell'aerogeneratore richiede la predisposizione di aree di dimensioni e caratteristiche opportune, necessarie per accogliere temporaneamente sia i componenti delle macchine (elementi della torre, pale, navicella, mozzo, etc,) che i mezzi necessari al sollevamento dei vari elementi. In corrispondenza della zona di collocazione della turbina si realizza una piazzola provvisoria delle dimensioni, come di seguito riportate, diverse in base all'orografia del suolo e alle modalità di deposito e montaggio della componentistica delle turbine, disposta in piano e con superficie in misto granulare, quale base di appoggio per le sezioni della torre, la navicella, il mozzo e l'ogiva. Lungo un lato della piazzola, su un'area idonea, si prevede area stoccaggio blade, in seguito calettate sul mozzo mediante una idonea gru, con cui si prevede anche al montaggio dell'ogiva, Il montaggio dell'aerogeneratore (cioè, in successione, degli elementi della torre, della navicella e del rotore) avviene per mezzo di una gru tralicciata, posizionata a circa 25-30 m dal centro della torre e precedentemente assemblata sul posto; si ritiene pertanto necessario realizzare uno spazio idoneo per il deposito degli elementi del braccio della gru tralicciata. Parallelamente a questo spazio si prevede una pista per il transito dei mezzi ausiliari al deposito e montaggio della gru, che si prevede coincidente per quanto possibile con la parte terminale della strada di accesso alla piazzola al fine di limitare al massimo le aree occupate durante i lavori.



Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1: 29m x 18m q3: 16m x 12m + 19m x 12m q4: 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m) q5: 40m x 48m + (36m x 48m)/2 – q1+ 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
Partial storage (SGRE standard)	q1: 29m x 18m q3: 16m x 12m + 19m x 12m q4: 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m) q5: 32m x 48m + (36m x 48m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane



Figura 2 – Tipico piazzola per il montaggio dell'aerogeneratore

3.1.2.1.10 Viabilità Di Costruzione

La viabilità interna sarà costituita da una serie di strade e di piste di accesso che consentiranno di raggiungere agevolmente tutte le postazioni in cui verranno collocati gli

aerogeneratori.

Tale viabilità interna sarà costituita sia da strade già esistenti che da nuove strade appositamente realizzate.

Le strade esistenti verranno adeguate in alcuni tratti per rispettare i raggi di curvatura e l'ingombro trasversale dei mezzi di trasporto dei componenti dell'aerogeneratore. Tali adeguamenti consisteranno quindi essenzialmente in raccordi agli incroci di strade e ampliamenti della sede stradale nei tratti di minore larghezza, per la cui esecuzione sarà richiesta l'asportazione, lateralmente alle strade, dello strato superficiale di terreno vegetale e la sua sostituzione con uno strato di misto granulare stabilizzato. Le piste di nuova costruzione avranno una larghezza di 5,5 m e su di esse, dopo l'esecuzione della necessaria compattazione, verrà steso uno strato di geotessile, quindi verrà realizzata una fondazione in misto granulare dello spessore di 50 cm e infine uno strato superficiale di massicciata dello spessore di 20 cm. Verranno eseguite opere di scavo, compattazione e stabilizzazione nonché riempimento con inerti costipati e rullati così da avere un sottofondo atto a sostenere i carichi dei mezzi eccezionali nelle fasi di accesso e manovra. La costruzione delle strade di accesso in fase di cantiere e di quelle definitive dovrà rispettare adeguate pendenze sia trasversali che longitudinali allo scopo di consentire il drenaggio delle acque impedendo gli accumuli in prossimità delle piazzole di lavoro degli aerogeneratori. A tal fine le strade dovranno essere realizzate con sezione a pendenza con inclinazione di circa il 2%.

3.1.2.1.11 Piazzole E Viabilità In Fase Di Ripristino

A valle del montaggio dell'aerogeneratore, tutte le aree adoperate per le operazioni verranno ripristinate, tornando così all'uso originario, e la piazzola verrà ridotta per la fase di esercizio dell'impianto ad una superficie di circa 867 mq. Le aree esterne alla piazzola definitiva, occupate temporaneamente per la fase di cantiere, verranno ripristinate alle condizioni iniziali.

3.1.2.2 CAVIDOTTI MT

Al di sotto della viabilità interna al parco o al di sotto delle proprietà private, correranno i cavi di media tensione che trasmetteranno l'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori alla sottostazione MT/AT e quindi alla rete elettrica nazionale.

3.1.2.2.1 Caratteristiche Elettriche Del Sistema Mt

Tensione nominale di esercizio (U)	30 Kv	
Tensione massima (Um)	36 Kv	
Frequenza nominale del sistema	50 Hz	
stato del neutro	isolato	
Massima corrente di corto circuito trifase		(1)
Massima corrente di guasto a terra monofase e durata		(1)

Note:

(1) da determinare durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici.

Cavo 30 KV: Caratteristiche Tecniche e Requisiti Tensione di esercizio (Ue) 30 kV

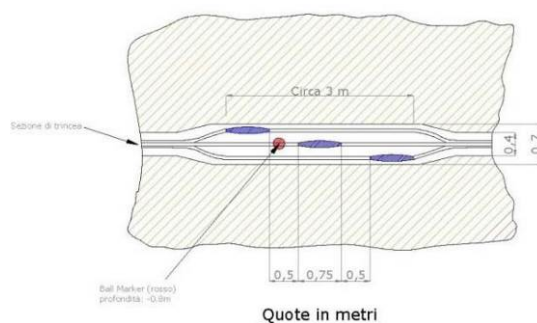
Tipo di cavo Cavo MT unipolare schermato con isolamento estruso, riunito ad elica visibile

Note:

Sigla di identificazione	ARE4H1RX-18/30 kV (x)
Conduttori	Alluminio
Isolamento	Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)
Schermo	filo di rame
Guaina esterna	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Potenza da trasmettere	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Sezione conduttore	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Messa a terra della guaina	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici
Tipo di posa	Direttamente interrato

3.1.2.2.2 *Buche E Giunti*

Nelle buche giunti si prescrive di realizzare una scorta di cavo sufficiente a poter effettuare un eventuale nuovo giunto (le dimensioni della buca giunti devono essere determinate dal fornitore in funzione del tipo di cavo MT utilizzato ed in funzione delle sue scelte operative).



Nella seguente figura si propone un tipico in cui si evidenzia il richiesto sfasamento dei giunti di ogni singola fase.

Sono prescritte le seguenti ulteriori indicazioni:

- Il fondo della buca giunti deve garantire che non vi sia ristagno di acqua piovana o di corrivazione; se necessario, le buche giunti si devono posizionare in luoghi appositamente studiati per evitare i ristagni d'acqua. Gli strati di ricoprimento sino alla quota di posa della protezione saranno eseguiti come nella sezione di scavo;
- La protezione, che nella trincea corrente può essere in PVC, nelle buche giunti deve essere sostituita da lastre in calcestruzzo armato delle dimensioni 50 X 50 cm e spessore minimo pari a 4 cm, dotate di golfari o maniglie per la movimentazione, Tutta la superficie della buca giunti deve essere "ricoperta" con dette lastre, gli strati superiori di ricoprimento saranno gli stessi descritti per la sezione corrente in trincea;
- Segnalamento della buca giunti con le "ball marker".

3.1.2.2.3 *Posa Dei Cavi*

La posa dei cavi di potenza sarà preceduta dal livellamento del fondo dello scavo e la posa di un cavidotto in tritubo DN50, per la posa dei cavi di comunicazione in fibra ottica. Tale tubo protettivo dovrà essere posato nella trincea in modo da consentire l'accesso ai cavi di potenza (apertura di scavo) per eventuali interventi di riparazione ed esecuzione

giunti senza danneggiare il cavo di comunicazione.

La posa dei tubi dovrà avvenire in maniera tale da evitare ristagni di acqua (pendenza) e avendo cura nell'esecuzione delle giunzioni. Durante la posa delle tubazioni sarà inserito in queste un filo guida in acciaio.

La posa dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni della Norma CEI 11-17, in particolare per quanto riguarda le temperature minime consentite per la posa e i raggi di curvatura minimi.

La bobina deve essere posizionata con l'asse di rotazione perpendicolare al tracciato di posa ed in modo che lo svolgimento del cavo avvenga dall'alto evitando di invertire la naturale curvatura del cavo nella bobina.

3.1.2.2.4 Scavi E Rinterri

Lo scavo sarà a sezione ristretta, con una larghezza di circa 50 cm; la sezione di scavo sarà rettangolare con le dimensioni come da particolare costruttivo relativo al tratto specifico.

Dove previsto, sul fondo dello scavo, verrà realizzato un letto di sabbia lavata e vagliata, priva di elementi organici, a bassa resistività e del diametro massimo pari 2 mm su cui saranno posizionati i cavi direttamente interrati, a loro volta ricoperti da un ulteriore strato di sabbia dello spessore minimo, misurato rispetto all'estradosso dei cavi di cm 10, sul quale posare il tritubo. Anche il tritubo deve essere rinfiancato, per tutta la larghezza dello scavo, con sabbia fine sino alla quota minima di 20 cm rispetto all'estradosso dello stesso tritubo.

Sopra la lastra di protezione in PVC l'appaltatrice dovrà riempire la sezione di scavo con misto granulometrico stabilizzato della granulometria massima degli inerti di 6 cm, provvedendo ad una adeguata costipazione per strati non superiori a 20 cm e bagnando quando necessario.

Alla quota di meno 50 cm rispetto alla strada, si dovrà infine posizionare il nastro monocolore bianco e rosso con la dicitura "cavi in tensione 30 kV" così come previsto dalle norme di sicurezza.

Le sezioni di scavo devono essere ripristinate in accordo alle sezioni tipiche sopracitate.

Nei tratti dove il cavidotto viene posato in terreni coltivati il riempimento della sezione di

scavo sopra la lastra di protezione sarà riempito con lo stesso materiale precedentemente scavato, previa caratterizzazione ambientale che ne evidenzia la non contaminazione; l'appaltatore deve provvedere, durante la fase di scavo ad accantonare lungo lo scavo il terreno vegetale in modo che, a chiusura dello scavo, il vegetale stesso potrà essere riposizionato sulla parte superiore dello scavo.

Lo scavo sarà a sezione obbligata sarà eseguito dall'Appaltatore seguendo le caratteristiche riportate nella sezione tipica di progetto. In funzione del tipo di strada su cui si deve posare, in particolare in terreni a coltivo o similari, si prescrive una quota di scavo non inferiore a 1,20 m.

Nei tratti in attraversamento o con presenza di manufatti interrati che non consentano il rispetto delle modalità di posa indicate, sarà necessario provvedere alla posa ad una profondità maggiore rispetto a quella tipica; sia nel caso che il sotto servizio debba essere evitato posando il cavidotto al di sotto o al di sopra dello stesso, l'appaltatore dovrà predisporre idonee soluzioni progettuali che permettano di garantire la sicurezza del cavidotto, il tutto in accordo con le normative. In particolare, si prescrive l'utilizzo di calcestruzzo o lamiere metalliche a protezione del cavidotto, previo intubamento dello stesso, oppure l'intubamento all'interno di tubazioni in acciaio. Deve essere garantita l'integrità del cavidotto nel caso di scavo accidentale da parte di terzi. In tali casi dovranno essere resi contestualmente disponibili i calcoli di portata del cavo nelle nuove condizioni di installazione puntuali proposte.

Negli attraversamenti gli scavi dovranno essere eseguiti sotto la sorveglianza del personale dell'ente gestore del servizio attraversato. Nei tratti particolarmente pendenti, o in condizioni di posa non ottimali per diversi motivi, l'appaltatore deve predisporre delle soluzioni da presentare al Committente con l'individuazione della soluzione proposta per poter eseguire la posa del cavidotto in quei punti singolari.

Dove previsto il rinterro con terreno proveniente dagli scavi, tale terreno dovrà essere opportunamente vagliato al fine di evitare ogni rischio di azione meccanica di rocce e sassi sui cavi.

3.1.2.2.5 Segnalazione Del Cavidotto

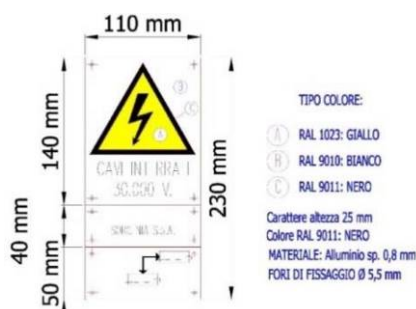
Tutto il percorso del cavidotto, una volta posato, dovrà essere segnalato con apposite paline di segnalazione installate almeno ogni 250 m. La palina dovrà contenere un cartello

come quello sotto riportato e con le seguenti informazioni:

- Cavi interrati 30 kV con simbolo di folgorazione;
- Il nome della proprietà del cavidotto;
- La profondità e la distanza del cavidotto dalla palina,

La posizione delle paline sarà individuata dopo l'ultimazione dei lavori ma si può ipotizzare l'installazione di una palina ogni 250 metri. Il palo su cui installare il cartello sarà un palo di diametro $\Phi 50$ mm, zincato a caldo dell'altezza fuori terra di minimo 1,50 m, installato con una fondazione in cls delle dimensioni 50 x 50 x 50 cm.

Di seguito si riporta una targa tipica di segnalazione utilizzata (ovviamente da personalizzare al progetto).



3.1.2.3 SOLUZIONE TECNICA MINIMA GENERALE DI CONNESSIONE ALLA RTN

Nel preventivo di connessione inviato dalla Società TERNA S.p.a, alla Società AME ENERGY S.r.l., (codice pratica 201201358), a cui la stessa faceva richiesta di connessione per un impianto di generazione da fonte rinnovabile (eolico) con una potenza in immissione alla rete di circa 33,0 MW, è riportata la soluzione tecnica minima generale. Tale soluzione prevede che l'impianto eolico sia collegato in antenna a 36 kV con una nuova stazione di elettrica (SE) di trasformazione a 150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 150 kV di Ascoli Satriano.

Ai sensi dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt 99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento

della centrale alla citata SE costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

3.1.2.4 IMPIANTI DI CONNESSIONE ALLA RTN

Le opere elettriche saranno composte dalla stazione utente di trasformazione (SU), dall'impianto di utenza per la connessione e dall'impianto di rete per la connessione.

3.1.2.5 IMPIANTI DI TUTENZA PER LA CONNESSIONE

Per la connessione alla rete elettrica della RTN, verrà realizzata una Stazione elettrica di trasformazione utente MT/AT-30/36 kV, ubicata nel Comune di Ascoli Satriano (FG). Essa sarà collegata ai quadri d'ingresso a 36 kV della nuova Stazione di Trasformazione della RTN, attraverso un cavidotto interrato in AT a 36 kV, in antenna.

3.1.2.6 STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE (SU)

Per la connessione alla SE, verrà realizzata una nuova stazione utente di trasformazione MT/AT 30/36 kV, dalle dimensioni di circa 30 x 30 mq, su un terreno adiacente alla attuale Stazione di trasformazione della RTN, alla quale saranno collegati i cavi in MT provenienti dal parco eolico e che sarà connessa a 36 kV alla nuova SE RTN. La nuova stazione utente SU sarà ubicata nel Comune di Ascoli Satriano in Provincia di Foggia, su un terreno in località San Donato, foglio 75, particella 335.

In particolare, la SU interesserà un'area totale di circa 900 mq. Tale Stazione, conterrà al suo interno una cabina composta da un reparto quadri elettrici, misure, alloggio trafo aux, wc, TLC e SA ed il trasformatore MT/AT. Mediante un elettrodotto in cavo interrato a 36 kV, composto da n. 2 terne di cavi unipolari della sezione di 400 mmq ciascuna, l'impianto sarà connesso in antenna al futuro stallo assegnato a 36 kV nella nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN. La posizione è stata individuata tenendo conto delle esigenze tecniche, economiche e dell'opportunità ambientale di minimizzare la lunghezza delle connessioni con la Stazione SE, le quali saranno realizzate mediante cavo interrato in AT a 36 kV.

Nella figura sottostante è rappresentata la planimetria elettromeccanica dell'area della SU.

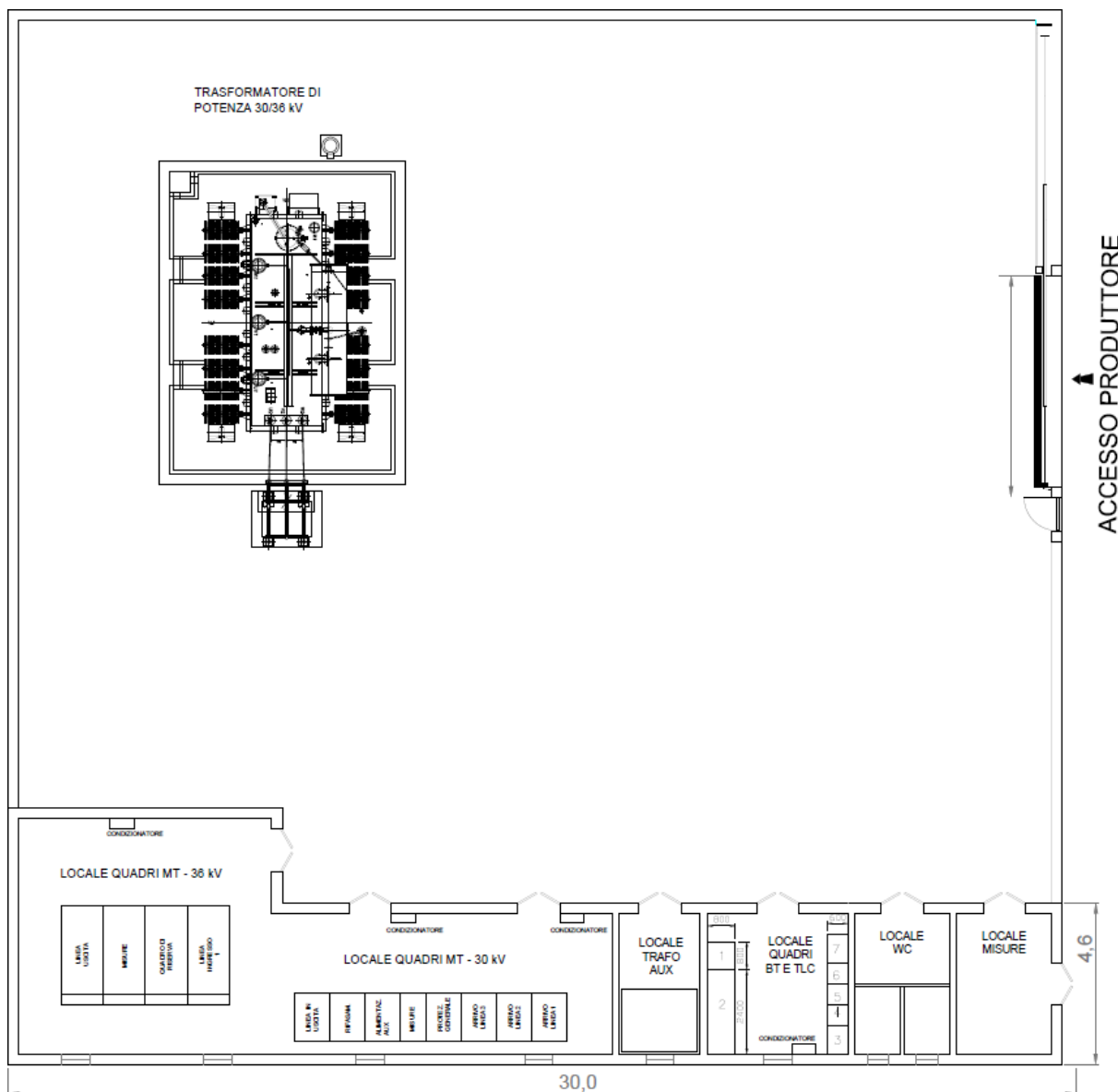


Figura 3: Planimetria elettromeccanica della stazione utente di trasformazione 30/36 kV

3.1.2.7 CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE

3.1.2.7.1 Opere Civili

La stazione utente SU, è composta da un'area recintata di dimensioni pari a circa 30 x 30 mq, con pavimentazione in cemento, dalla quale si avrà accesso mediante un cancello scorrevole di larghezza pari a 6 m, dalla strada comunale San Donato, nel comune di Ascoli Satriano (FG).

All'interno verrà alloggiato un edificio o cabina utente ed il trasformatore MT/AT.

3.1.2.7.2 Edificio Utente

Nella stazione è previsto un edificio, avente una superficie di circa 216 mq, e la cubatura riferita al piano piazzale è circa 648 mc suddiviso nei seguenti locali:

- ✓ locale quadri MT e AT, isolati a 36 e 40,5 kV rispettivamente
- ✓ locale trafo aux
- ✓ locale Quadri BT e Telecomunicazioni
- ✓ locale servizi igienici
- ✓ locale per le misure fiscali con ingresso sia dall'interno della stazione che dall'esterno posto sulla
- ✓ recinzione.

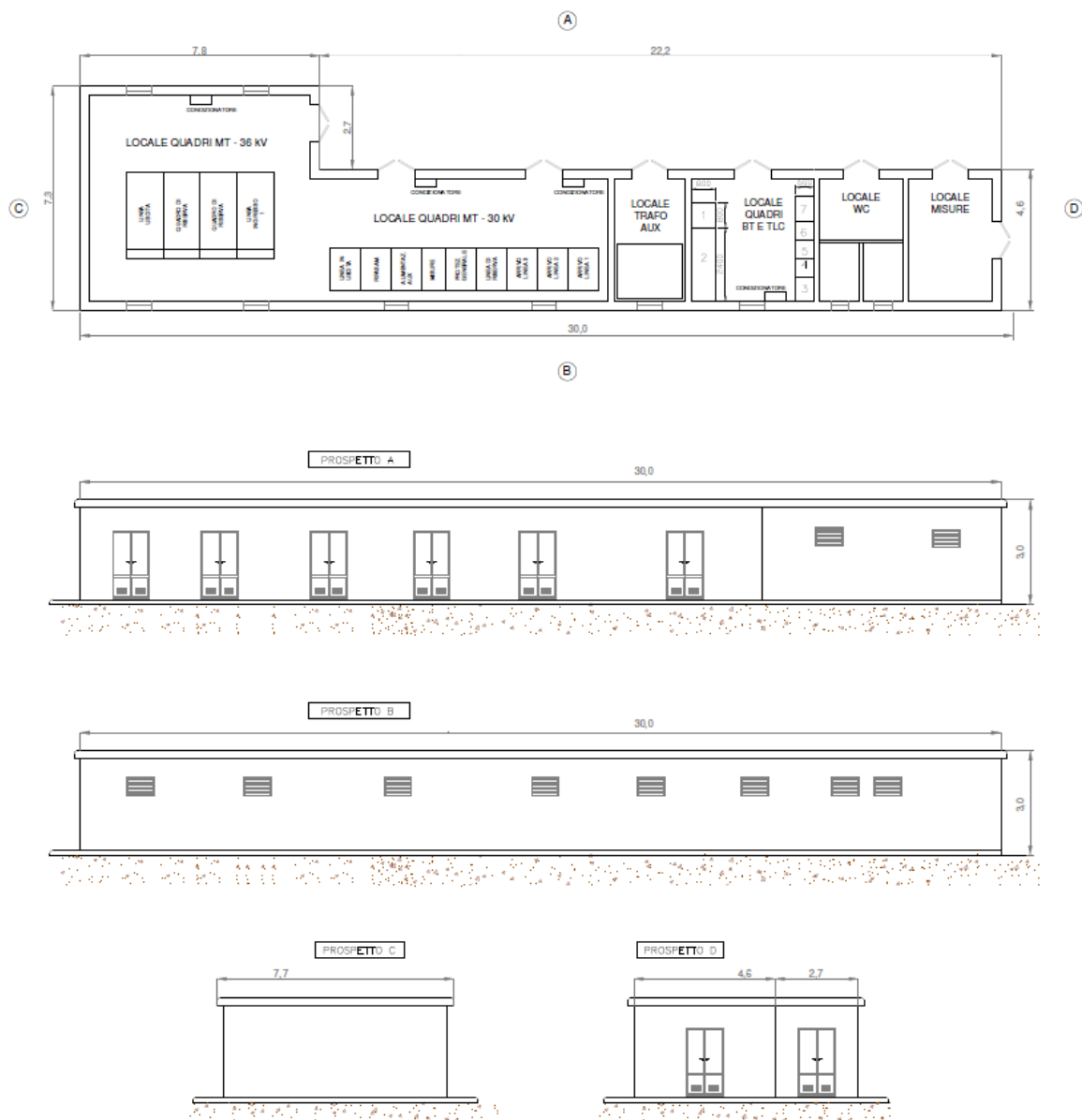


Figura 4: Pianta e prospetti edificio

Nel locale quadri, saranno sistemati i sistemi di sbarre a 30 e 36 kV, gli scomparti in MT e AT su cui si attesteranno i cavi a 30 kV e 36 kV in ingresso dal parco eolico e in uscita verso il trasformatore elevatore, nonché le celle per le misure e i servizi ausiliari.

Il suddetto fabbricato sarà realizzato con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati con serramenti metallici. La copertura verrà realizzata con tetti piani di caratteristiche simili a quelle adoperate in zona. Particolare cura verrà 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. 373 del 4.4.75 e successivi aggiornamenti, nonché alla legge n.10 del 9.1.91. L'edificio sarà servito da impianti tecnologici quali: illuminazione, condizionamento, antintrusione, etc.

La cabina terrà conto del rispetto dei carichi di progetto quali: pressione del vento, azione del carico di neve sulla copertura, azione sismica, sollevamento e trasporto del box e carichi mobili e permanenti sul pavimento. Si riportano le caratteristiche principali della struttura.

Pareti:

Le pareti saranno realizzate in conglomerato cementizio vibrato, adeguatamente armate di spessore non inferiore a 9 cm. Il dimensionamento dell'armatura dovrà essere quella prevista dal D.M. 14 gennaio 2008. Nel box devono essere installati:

- ✓ n. 8 porte omologate in resina (DS 919) o in acciaio zincato/innox (DS 918) complete di serrature omologate (DS 988);
- ✓ n. 10 finestre min. in resina (DS 927) o in acciaio inox (DS 926);

Le porte, il relativo telaio ed ogni altro elemento metallico accessibile dall'esterno devono essere elettricamente isolate dall'impianto di terra (CEI EN 50522:2011-07) e dalla armatura incorporata nel calcestruzzo.

Pavimento:

Il pavimento a struttura portante, deve avere uno spessore minimo di 10 cm e dimensionato per sopportare i carichi definiti nel paragrafo precedente.

Sul pavimento sono previste le seguenti aperture:

- ✓ apertura minima di dimensioni 650 mm x 2800 mm per gli scomparti MT e AT;
- ✓ aperture di dimensioni 300 mm x 150 mm per il trasformatore MT/BT per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi MT;

- ✓ apertura di dimensioni 1000 mm x 600 mm completa di plotta di copertura removibile in VTR avente un peso inferiore a 25 daN e una capacità portante tale da poter sopportare un carico concentrato in mezzzeria di 750 daN;
- ✓ apertura di dimensioni 500 mm x 250 mm per i quadri BT per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi BT;
- ✓ apertura di dimensioni 500 mm x 500 mm per il rack dei pannelli elettronici per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi BT;
- ✓ apertura di dimensioni 600 mm x 600 mm per il vano misure completa di plotta di copertura removibile in VTR avente un peso inferiore a 25 daN e una capacità portante tale da poter sopportare un carico concentrato in mezzzeria di 600 daN.

Nel pavimento verrà inglobato un tubo di diametro esterno (De) non inferiore a 60 mm collegante i dispositivi di misura situati nel locale utente con i scomparti MT del locale consegna. In prossimità del foro per il rack devono essere installate n.4 boccole filettate annegate nel cls facenti filo con il pavimento, utili al fissaggio del quadro rack.

Copertura:

La copertura, opportunamente ancorata alla struttura, garantirà un coefficiente medio di trasmissione del calore minore di $3,1 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$. La copertura sarà a due falde ed avrà una pendenza del 2% su ciascuna falda e dovrà essere dotata per la raccolta e l'allontanamento dell'acqua piovana, sui lati lunghi, di due canalette in VTR di spessore di 3 mm. Inoltre, dovrà essere protetta da un idoneo manto impermeabilizzante prefabbricato costituito da membrana bitume-polimero, flessibilità a freddo -10° C , armata in filo di poliestere e rivestita superiormente con ardesia, spessore 4 mm, sormontato dalla canaletta.

Sistema di ventilazione:

La ventilazione all'interno della CR avverrà tramite due aspiratori eolici, in acciaio inox del tipo con cuscinetto a bagno d'olio, installati sulla copertura e le finestre di aerazione in resina o in acciaio (DS 927 – DS 926), posizionate sul lato posteriore della cabina. Gli aspiratori dovranno avere un diametro minimo di 250 mm ed essere dotati di rete antinsetto di protezione removibile maglia 10x10 e di un sistema di bloccaggio antifurto. Ad installazione avvenuta, garantiranno una adeguata protezione contro l'introduzione di corpi

estranei e la penetrazione di acqua. L'acciaio inox degli aspiratori deve essere del tipo AISI 304 (acciaio al Cr-Ni austenitico) come da UNI EN 10088-1:2005 e dovranno essere posizionati nella zona intermedia tra i quadri elettrici e la parete anteriore (porte) in modo da evitare che possibili infiltrazioni d'acqua finiscano sulle apparecchiature elettriche. Gli aspiratori eolici devono essere isolati elettricamente dall'impianto di terra (CEI EN 50522:2011- 07) e dall'armatura incorporata nel calcestruzzo. Sono previsti anche n.2 condizionatori per il raffrescamento del locale quadri MT e AT.

Basamento:

Preliminarmente alla posa in opera del box, sul sito prescelto deve essere interrato il basamento d'appoggio prefabbricato in c.a.v., realizzato in monoblocco o ad elementi componibili in modo da creare un vasca stagna sottostante tutto il locale consegna dello spessore netto di almeno 50 cm (compresi eventuali sostegni del pavimento). Esso sarà dotato di fori per il passaggio dei cavi, che saranno predisposti di flange a frattura prestabilita verso l'esterno e predisposti per l'installazione dei passacavi (foro cilindrico e superficie interna levigata). Tali passacavi montati dall'interno dovranno garantire i requisiti di tenuta stagna anche in assenza dei cavi.

3.1.2.7.3 Strade E Piazzole

Sarà prevista una strada d'accesso alla stazione utente dalla strada comunale, di larghezza non inferiore a 4 m e tale da consentire il transito di mezzi da cantiere, che si svilupperà perimetralmente all' area della stazione consentendo l'accesso ai vari stalli dei produttori. Verrà inoltre realizzata una fascia di servizio perimetrale, esternamente alla recinzione della stazione, per eventuali opere di stabilizzazione e regimazione delle acque e per manutenzione.

La pavimentazione stradale interna all'area della stazione, verrà realizzata in conglomerato bituminoso artificiale. La piazzola per l'installazione delle apparecchiature sarà ricoperta con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT.

3.1.2.7.4 Fondazione E Cunicoli Cavi

Le fondazioni della cabina, della vasca di raccolta olio, e degli altri sistemi, saranno realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera. Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli

facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza minima di 2000 daN. I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 daN.

3.1.2.7.5 Ingresso Recinzione

Per l'ingresso alla stazione di trasformazione del parco eolico in oggetto, è previsto un cancello carrabile largo almeno 6,0 m inserito fra pilastri in conglomerato cementizio armato. La recinzione perimetrale sarà realizzata in calcestruzzo ed avrà un'altezza minima da terra di circa 2,5 m ed una larghezza di circa 0,3 m e dovrà essere conforme alla norma CEI 99-2.

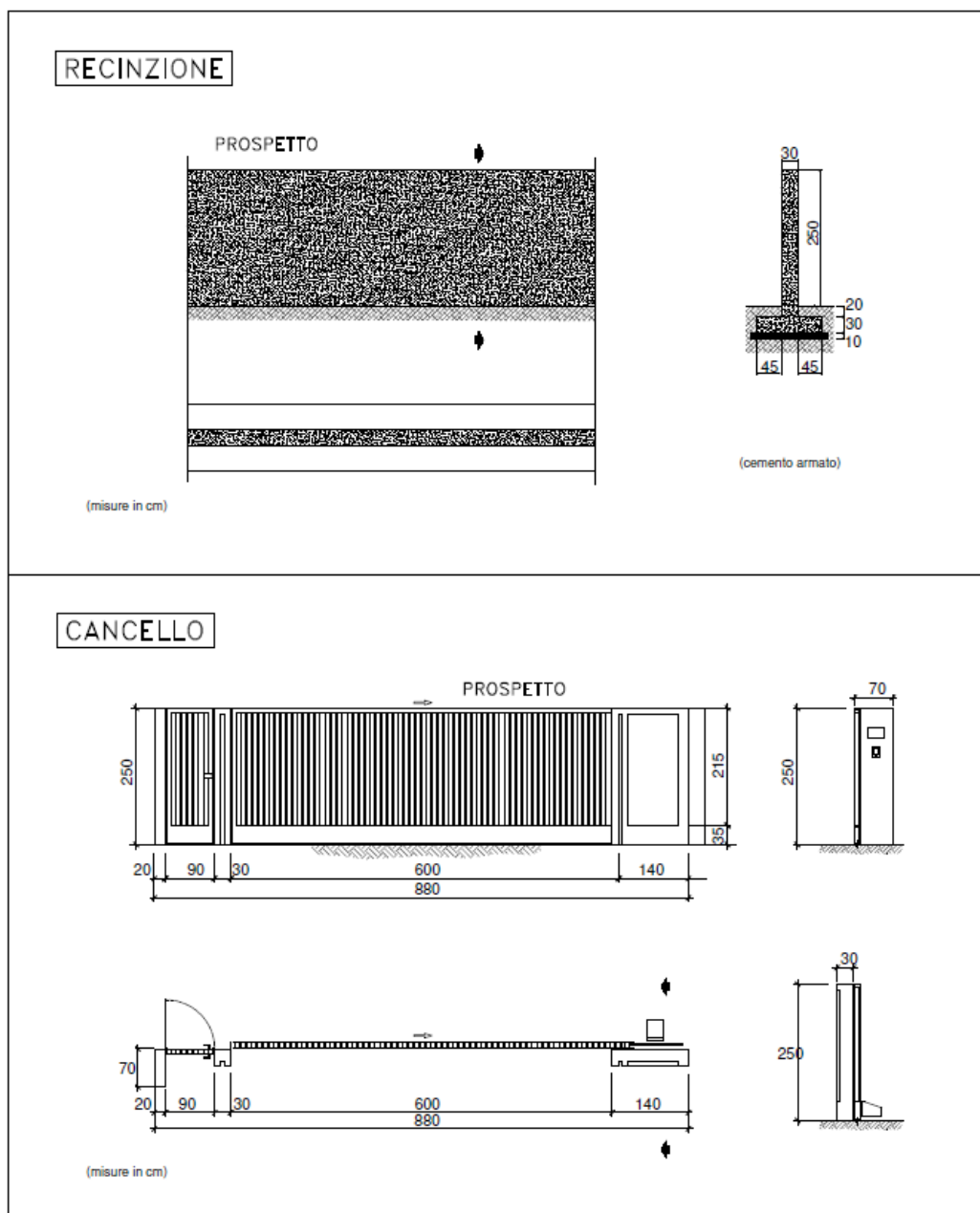


Figura 5: Recinzione e cancello

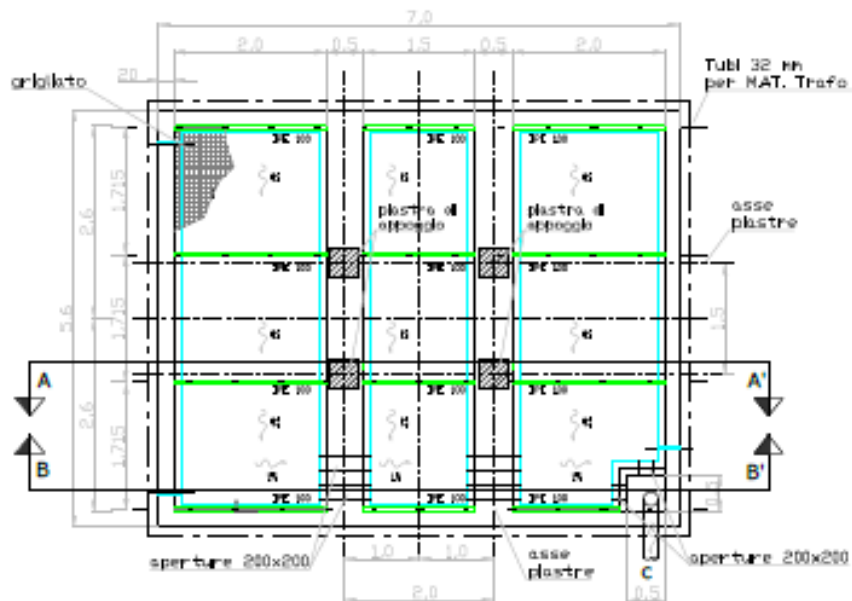
3.1.2.7.6 Smaltimento Delle Acque Meteoriche E Fognarie

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.). Lo smaltimento delle acque meteoriche, è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere in semplice tubo, da collegare alla rete fognaria mediante sifone o pozzetti ispezionabili, da un pozzo perdente, da un sistema di sub-irrigazione o altro.

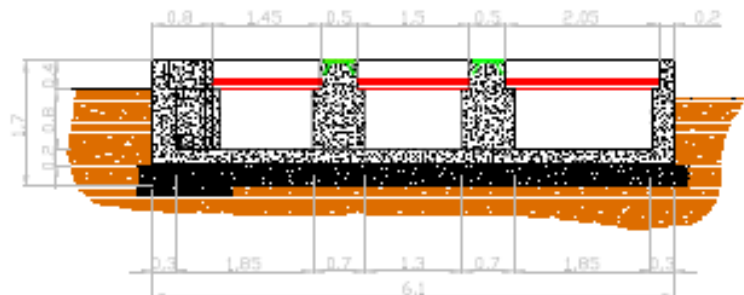
3.1.2.7.7 Vasca Raccolta Olio

Il trasformatore sarà alloggiato sopra una vasca di raccolta olio opportunamente dimensionata destinata a raccogliere il liquido isolante del trasformatore in caso di perdita (Norma CEI 99-2), oltre all'acqua piovana. La vasca sarà collegata ad un impianto disoleatore al fine di separare le acque meteoriche dagli oli.

VISTA DALL'ALTO



SEZIONE A-A'



SEZIONE B-B'

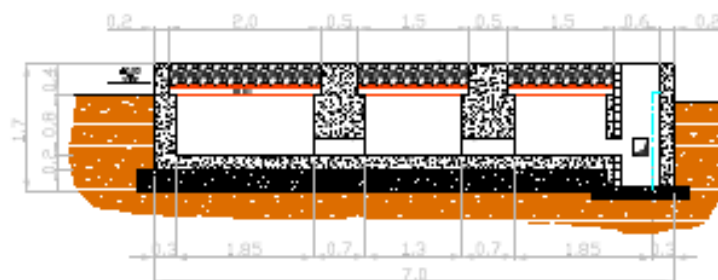
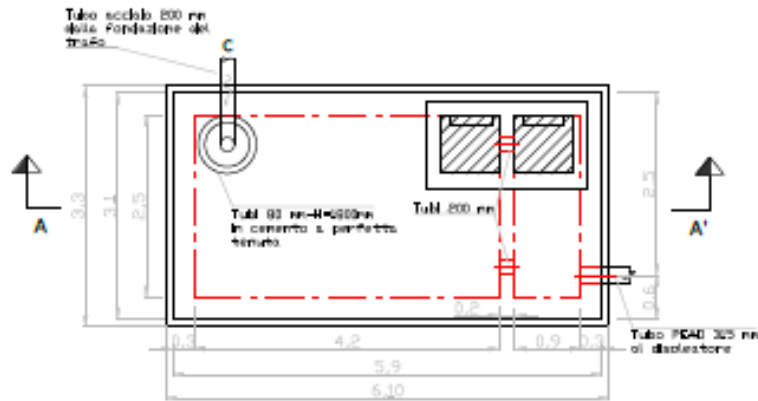
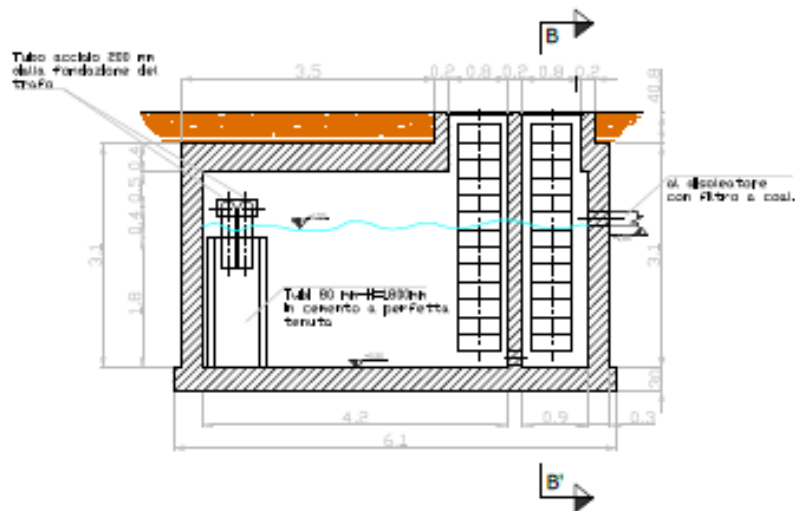


Figura 6: Fondazione del trasformatore MT/AT 30/36 kV

VISTA DALL'ALTO



SEZIONE A-A'



SEZIONE B-B'

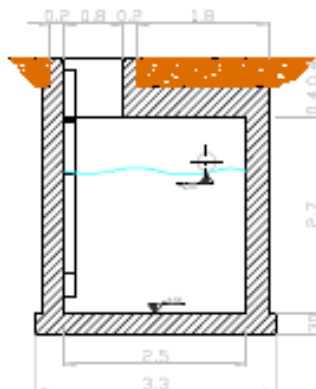


Figura 7: Vasca di raccolta olio

3.1.2.8 SISTEMI ELETTRICI, DI PRODUZIONE E DI CONTROLLO

3.1.2.8.1 Quadri Elettrici Con Livello Di Isolamento 36-40,5 Kv

Nei quadri in MT a 30 kV della SU, verranno convogliate le due terne di cavi provenienti dal parco eolico, aventi ciascuno una sezione di 630 mmq. L'uscita, composta da n.3 terne di cavi di sezione pari a 630 mmq, sarà collegata al primario del trasformatore 36/30 kV il quale, sarà a sua volta connesso al quadro AT a 36 kV. Da quest'ultimo quadro di protezione, usciranno n. 2 cavi di sezione pari a 630 mmq che si collegheranno ai quadri elettrici della stazione RTN.

Di seguito i quadri in MT da installare all' interno della cabina utente:

- ✓ n. 2 scomparti di protezione linee in arrivo dai gruppi di aerogeneratori muniti di interruttore e sezionatore di linea, sia isolati in aria che in SF6, isolatori capacitivi e lampade a presenza di tensione (sia lato cavi che lato sbarre), tensione d'isolamento massima pari a 36 kV, più uno scomparto di riserva. Tali dispositivi assicurano il sezionamento dei cavi elettrici in caso di guasto o manutenzione, comandati da sistemi di protezione.
- ✓ cella contenente il DDI che assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete, comandato dalla protezione d'interfaccia;
- ✓ cella di protezione TV per misure;
- ✓ cella trasformatore MT/BT servizi aux: sez. tripolare/terna di fusibili/sez. tripolare;
- ✓ cella protezione rifasamento;
- ✓ n.1 celle di protezione delle linee in uscita, munite di sezionatori in aria di tipo rotativo con telaio a cassetto o con isolamento in SF6 ed involucro in acciaio inox, sarà completo di interblocco con il sezionatore di terra, di blocco a chiave e di contatti di segnalazione o da interruttori tripolari con sezionatori.

Di seguito i quadri in AT da installare all' interno della cabina utente:

- ✓ n. 2 scomparti di protezione linee in arrivo dai gruppi di aerogeneratori ed uscita verso il trafo, muniti di interruttore e sezionatore di linea, sia isolati in aria che in SF6, isolatori capacitivi e lampade a presenza di tensione (sia lato cavi che lato

sbarre), tensione d'isolamento massima pari a 40,5 kV, più uno scomparto di riserva. Tali dispositivi assicurano il sezionamento dei cavi elettrici in caso di guasto o manutenzione, comandati da sistemi di protezione;

- ✓ n.1 scomparto di misura;
- ✓ n.1 scomparto reattore per la compensazione dell'energia reattiva.

3.1.2.8.2 Caratteristiche Dei Dispositivi Mt

- ✓ Tensione di esercizio del sistema 30 Kv
- ✓ Tensione di isolamento 36 Kv
- ✓ Tensione di tenuta a frequenza industriale 70 Kv
- ✓ Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 170 Kv
- ✓ Frequenza nominale 50 Hz
- ✓ Corrente nominale sulle sbarre principali 1250 A
- ✓ Corrente nominale sbarre di derivazione 630 A
- ✓ Potere di interruzione degli interruttori 20 Ka
- ✓ Corrente nominale di picco 40 Ka
- ✓ Corrente nominale di breve durata 16 kA x 1 s

3.1.2.8.3 Caratteristiche Dei Dispositivi In At

- ✓ Tensione di esercizio del sistema 36 Kv
- ✓ Tensione di isolamento 40,5 Kv
- ✓ Tensione di tenuta a frequenza industriale 95 Kv
- ✓ Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 185 Kv
- ✓ Frequenza nominale 50 Hz
- ✓ Corrente nominale sulle sbarre principali 1250÷3150 A
- ✓ Corrente nominale sbarre di derivazione 630 A
- ✓ Potere di interruzione degli interruttori 31,5 Ka
- ✓ Corrente nominale di picco 63-80 Ka
- ✓ Corrente nominale di breve durata 25 kA x 1 s
- ✓ Capacità di interruzione della corrente capacitiva a vuoto ≥ 50 A

Inoltre, in base alle prescrizioni di Terna SpA:

- ✓ il sistema di protezione deve essere predisposto in modo da eliminare correttamente i guasti a terra sia nella condizione normale di esercizio della rete a neutro compensato sia in quella accidentale di esercizio a neutro isolato. Le due

necessità devono essere garantite contemporaneamente, ovvero senza necessità di adeguare le tarature in funzione dello stato di neutro;

- ✓ i trasformatori di macchina 36 kV/MT devono essere opportunamente dimensionati per permettere il transito contemporaneo della potenza attiva e reattiva massime;
- ✓ in corrispondenza della potenza attiva $P=0$ ed in assenza di regolazione della tensione, l'impianto sarà progettato in modo che siano minimizzati gli scambi di potenza reattiva con la RTN al fine di non influire negativamente sulla corretta regolazione della tensione. Pertanto, ad impianto fermo, in caso di potenza reattiva immessa superiore a 0,5 MVA_r, dovranno saranno previsti sistemi di bilanciamento della potenza reattiva capacitiva prodotta dall'impianto d'Utente in modo da garantire un grado di compensazione al Punto di Connessione compreso fra il 110% e il 120% della massima potenza reattiva prodotta alla tensione nominale. Tipicamente tali sistemi di bilanciamento saranno rappresentati da reattanze shunt che dovranno essere necessariamente gestite con neutro isolato da terra per evitare sovrapposizioni con la compensazione omopolare operata dalla bobina di Petersen nella stazione Terna.

3.1.2.8.4 Distribuzione In Corrente Alternata

Il sistema di distribuzione in corrente alternata sarà costituito da:

- ✓ n. 1 gruppo elettrogeno da 15 kW, 0,4 Kv
- ✓ 1 quadro di distribuzione 400 / 230 Vc.a.

I carichi alimentati in corrente alternata saranno i seguenti:

- ✓ impianti tecnologici di edificio (illuminazione e prese F.M., climatizzazione, rilevazione incendio, antintrusione)
- ✓ impianto di illuminazione e prese F.M. area esterna
- ✓ resistenze anticondensa quadri e cassette manovre di comando
- ✓ Raddrizzatore e carica batteria
- ✓ Motoriduttore C.S.C. TR AT/MT
- ✓ Motori delle ventole di raffreddamento TR AT/MT.

3.1.2.8.5 Distribuzione In Corrente Continua

Il sistema di distribuzione in corrente continua sarà composto da:

- ✓ n. 1 raddrizzatore carica batteria a due rami 110 V cc
- ✓ n. 1 inverter con by pass completo di interruttori di distribuzione 230 V ac
- ✓ n. 1 batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, 110 V cc
- ✓ motori sezionatori AT, 110 V cc
- ✓ motori interruttori AT e MT, 110 V cc
- ✓ bobine apertura e chiusura, 110 V cc
- ✓ segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo, 110 V cc.
- ✓ i carichi in corrente alternata 230 V ac che non sopportano buchi di tensione, quali Scada e modem.

3.1.2.8.6 *Trasformatore Ausiliario Mt7bt E Servizi Ausiliari*

Verrà installato, nell'apposito locale dedicato all'interno della cabina utente, un trasformatore BT/MT isolato in resina per l'alimentazione dei servizi ausiliari, avente una potenza nominale di 50 o 100 kVA, le cui caratteristiche tecniche sono riportate nella tabella seguente.

Power kVA	Uk * %	P ₀ W	P _{cc} * W	I ₀ %	LwA dB(A)	LpA dB(A)	A mm	B mm	C mm	D mm	Wheel mm	Weight Kg
50	6	230	1870	1,4	54	41	1260	670	1525	520	125	850
100	6	320	2250	1	56	43	1290	670	1545	520	125	1020
160	6	460	3190	0,88	57	44	1425	670	1545	520	125	1300
200	6	520	3630	0,85	58	44	1500	820	1600	670	125	1490
250	6	590	4180	0,8	59	45	1500	670	1700	520	125	1670
315	6	710	4980	0,79	60	46	1590	820	1750	670	125	1910
400	6	860	6050	0,78	61	47	1590	820	1850	670	125	2010
500	6	1030	7050	0,76	62	48	1620	820	1880	670	125	2200
630	6	1260	8360	0,75	63	49	1680	820	1980	670	125	2470
800	6	1490	8800	0,71	64	49	1710	1050	2150	820	125	2960
1000	6	1780	9900	0,7	65	50	1830	1050	2300	820	125	3590
1250	6	2070	12100	0,69	67	52	1860	1000	2360	820	150	3890
1600	6	2530	14300	0,67	68	53	2010	1050	2500	820	150	4860
2000	6	2990	17600	0,65	72	56	2100	1300	2595	1070	200	5860
2500	6	3560	20900	0,62	73	57	2250	1300	2625	1070	200	7160
3150	6	4370	24200	0,6	76	60	2340	1300	2805	1070	200	8610
4000	7	6300	26900	0,61	84	68	2520	1300	2835	1070	200	9650
5000	8	6900	35000	0,61	86	70	2610	1300	2835	1070	200	10770

* Dati riferiti a 120°C a tensione nominale / Data referred to 120°C at rated voltage.

Tabella 1: Caratteristiche del trasformatore aux BT/MT

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata, composti dalle utenze della

stazione per le quali sarà necessario garantire il funzionamento normale, avverrà tramite un trasformatore ausiliario. Sarebbe opportuno prevedere una seconda alimentazione (di emergenza), tramite un gruppo elettrogeno per l'alimentazione delle utenze principali compresa l'illuminazione dell'area.

L'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua (110 V) deve avere un campo di variazione compreso tra +10% -15%. Lo schema di alimentazione dei servizi ausiliari in c.c. sarà composto da un complesso raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionato in modo tale da poter alimentare l'intero carico dell'impianto. Il raddrizzatore dovrà essere dimensionato per erogare la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria (sia di mantenimento che di carica), quest' ultima deve essere in grado di assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di almeno 12 ore.

3.1.2.8.7 Gruppo Elettrogeno

E' prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno (GE) per l'alimentazione di emergenza inserito sulla sbarra principale del quadro BT in c.a. in caso di mancanza dell'alimentazione principale. Il GE sarà inserito in modo automatico tramite l'automatismo alloggiato all'interno dell'apposito quadro a seguito dello stesso GE.

Le sue caratteristiche principali saranno:

- ✓ potenza di emergenza 15 Kw
- ✓ tensione nominale 400 V trifase con neutro
- ✓ frequenza 50 Hz
- ✓ velocità di rotazione 1.500 giri/min

Condizioni ambientali di riferimento:

- ✓ temperatura ambiente 25 °C
- ✓ pressione barometrica 1000 mbar
- ✓ umidità relativa 30 %

Il gruppo deve essere allestito con:

- ✓ n. 1 motore diesel
- ✓ n.1 alternatore sincrono.
- ✓ n.1 serie di supporti elastici posti tra motore/alternatore e basamento.
- ✓ n.1 basamento in acciaio saldato

- ✓ n.1 impianto elettrico del motore.
- ✓ n.1 serbatoio combustibile incorporato nel basamento della capacità di 70 litri.
- ✓ n.1 batteria al piombo senza manutenzione
- ✓ n.1 cabina insonorizzata
- ✓ n.1 quadro avviamento
- ✓ n.1 quadro automatico.

Il gruppo diesel deve riportare la marcatura "CE" e deve essere rilasciata la "Dichiarazione di Conformità".

3.1.2.8.8 Illuminazione Esterna

L'illuminazione esterna della stazione SU sarà realizzata con n. 4 proiettori montati su pali in fibra di vetro di altezza pari ad almeno 10 metri. I proiettori sono del tipo con corpo in alluminio, grado protezione IP65, con lampade a ioduri metallici 400 W. I pali saranno collocati lungo la recinzione in modo da mantenere le distanze imposte dalla norma CEI 11- 1 verso le parti in tensione. Il valore medio di illuminamento in prossimità delle apparecchiature di manovra sarà di 30 Lux, che sarà verificato in fase esecutiva dal calcolo illuminotecnico, diversamente da quanto previsto nella presente specifica in fase di progettazione esecutiva dovranno essere apportate eventuali modifiche correttive. L'accensione dell'impianto di illuminazione deve essere prevista da una fotocellula esterna in esecuzione stagna IP65 per l'accensione automatica del 50% delle lampade al mancare della luce diurna (illuminazione notturna).

3.1.2.8.9 Impianto Antincendio

Nella stazione di trasformazione utente è prevista la realizzazione di un sistema per lo spegnimento di incendi del trasformatore, conforme alle norme UNI EN 12845, UNI 10779 e UNI 11292, comprensivo di:

- ✓ serbatoio di accumulo dell'acqua, con capacità utile di almeno 24 m.c.;
- ✓ vano servizi-locale tecnico;
- ✓ gruppo di pompaggio o pressurizzazione.

Tale sistema sarà realizzato in prossimità dell'ingresso della stazione di trasformazione e sarà collegato a un sistema di pompe che, all'occasione, convogliano l'acqua in pressione a un'apposita manichetta allocata in prossimità del trasformatore dimensionata per una portata di circa 100 lt/min.

L'impianto, di tipo interrato, sarà composto da una riserva idrica (vasca) prefabbricata in cemento armato vibrato, a pianta regolare, ed un locale tecnico, progettato in conformità a quanto stabilito dalla norma UNI 11292:2019. Le dimensioni della vasca e del locale tecnico saranno calcolate in fase esecutiva.

3.1.2.8.10 Unità Periferica Sistema Di Monitoraggio E Difesa

Per quanto previsto dal Codice di Rete (Piano di difesa del sistema elettrico) sarà installata l'Unità Periferica del sistema di Distacco e Monitoraggio (UPDM) destinata ad eseguire le funzioni di distacco automatico, telescatto, monitoraggio segnali e misure, così come richiesti dal Centro Remoto di Telecontrollo (CRT) di Terna. L'apparecchiatura UPDM è un sistema di telecontrollo basato su protocollo 60870-5-104 realizzato in accordo con le specifiche di Terna e avente la funzione di difendere e mantenere equilibrata la rete elettrica nazionale. Per realizzare questa funzione si occuperà di acquisire misure e informazioni ausiliarie e di attuare comandi di armamento e di distacco/modulazione di carichi/produttori.

3.1.2.8.11 Sistema Di Telecontrollo

È previsto un sistema di automazione, telecontrollo e teleconduzione della stazione per la gestione in remoto secondo i requisiti minimi di seguito elencati:

- ✓ visualizzazione in locale e in remoto dello stato degli interruttori con possibilità di comando;
- ✓ visualizzazione in locale e in remoto di tutte le misure istantanee rilevanti (tensioni, correnti, fattori di potenza, potenze, contatori di energia, velocità e direzione del vento);
- ✓ visualizzazione in locale e in remoto di grafici storici delle misure di maggiore rilevanza;
- ✓ visualizzazione in locale e in remoto delle oscillografie;
- ✓ visualizzazione in locale e in remoto degli allarmi e degli eventi di sottostazione;
- ✓ telesegnalazione degli allarmi e degli eventi di sottostazione a mezzo e-mail e/o SMS;
- ✓ telesegnalazione periodica dei principali dati di produzione a mezzo e-mail e/o SMS;
- ✓ interfacciamento con il sistema di monitoraggio del gestore della rete tramite

protocollo IEC 60870- 5-104.

3.1.2.8.12 Contatore Di Energia

All'interno del locale misure deve essere installato in un apposito pannello a parete in poliestere, un dispositivo di misura per la misura fiscale e commerciale dell'energia elettrica prodotta e/o assorbita dall'impianto di produzione nel punto di scambio AT, che deve essere composto da:

- ✓ un contatore bidirezionale di energia attiva (classe 0,2s) e reattiva (classe 0,5s);
- ✓ un modem GSM con antenna dual band per l'installazione all'esterno;
- ✓ software per l'interfacciamento e la tele lettura del contatore da remoto;
- ✓ morsettiere di prova per i circuiti voltmetrici e amperometrici in esecuzione sigillabile.

Il complesso misura (contatore, TA e TV) saranno provvisti di relativa certificazione di verifica e taratura per uso Terna/UTF.

3.1.2.8.13 Rete A Terra Della Stazione Utente

La cabina deve essere dotata di un impianto di terra ad anello perimetrale di protezione dimensionato in base alle prescrizioni di Legge ed alle Norme CEI EN 50522: 2011-03 (CEI 99-3) E CEI EN 61936 -1: 2011-03 (CEI 99-2). Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con n. 2 connettori in acciaio inox, annegati nel calcestruzzo e collegati all'armatura o con analogo sistema che abbia le stesse caratteristiche. L'armatura metallica delle strutture verrà collegata a terra per garantire l'equipotenzialità elettrica. I connettori elettrici saranno dotati di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca. Per quanto riguarda l'impianto di terra interno, tutte le masse delle apparecchiature MT e BT che fanno parte dell'impianto elettrico verranno collegate all'impianto di terra interno e messe a terra, in particolare:

- ✓ i quadri MT;
- ✓ il cassone del trasformatore MT/BT;
- ✓ il rack apparecchiature BT;
- ✓ il telaio per quadri BT;
- ✓ le masse di tutte le apparecchiature BT.

I dispersori orizzontali verranno realizzati in corda nuda di rame con una sezione uguale o superiore a 35 mm² e collocati sul fondo di una trincea.

In generale, una rete di terra deve:

- ✓ evitare danni a componenti elettrici;
- ✓ garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti per effetto delle correnti di guasto a terra;
- ✓ avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- ✓ sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili.

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 36 kV.

Dal valore delle correnti di guasto a terra, della durata del guasto e da misure della resistività del terreno, sarà possibile verificare la rispondenza dell'impianto di terra alla normativa vigente. Pertanto, la progettazione esecutiva dell'impianto di terra sarà eseguita secondo i dati delle correnti di guasto che Terna metterà a disposizione e da misure della resistività del terreno. In questa fase di progettazione definitiva, non avendo a disposizione tali dati ma avendo conoscenza del sito e dei dati sperimentali, si può ipotizzare che il dispersore sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame di sezione minima pari a 150 mmq interrata ad una profondità di circa 1 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 minima di 125 mmq.

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. Per la messa a terra dell'edificio quadri sarà predisposto un anello perimetrale di collegato alla maglia di terra. A tale collettore verranno collegati i conduttori di messa a terra provenienti dalla struttura del fabbricato e dai dispositivi elettrici, avente una sezione

minima tale da garantire la resistenza meccanica e la corrosione, scelta in base a quanto indicato dalla norma CEI 11-1 Allegato A, considerando le dimensioni minime ammissibili.

3.1.2.8.14 Trasformatore Mt/At – 30/36 Kv

Il trasformatore trifase in olio per la trasformazione da media ad alta tensione, avrà una potenza nominale pari a circa 30/45 MVA (ONAN/ONAF), con tensione primaria 36 kV e secondaria 30 kV, e sarà costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei saranno realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore. Gli avvolgimenti verranno tutti realizzati con conduttori in rame elettrolitico e Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore sarà corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione. Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria). Le casse d'olio saranno in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori, gli isolatori passanti in porcellana ed il riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore sarà inoltre dotato di una valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, una valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili. Il peso complessivo del trasformatore è attorno alle 32 t.

Di seguito le caratteristiche costruttive del trasformatore:

Tipo		Olio minerale - cassa a radiatori	
Quantità		1	
Norme di riferimento		CEI 14.4 - EN 60076 - U.E. 548/2014	
Installazione		Interna / Esterna	
Altitudine	mt	< 1000	
Temperatura ambiente	°C	-25 / 40	
Potenza	kVA	25000	
Frequenza	Hz	50	
Raffreddamento		ONAN	
		Primario	Secondario
Tensione	kV	36 ± 2 x 2,5%	30
Livello isolamento	kV	36 / 70 / 170	36 / 70 / 170
Materiale avvolgimento		Rame	Rame
Collegamento		Triangolo	Stella + N
Gruppo vettoriale		Dyn11	
Sovratemperatura avvolg. / classe isolam.	°C	< 65	A
Sovratemperatura olio	°C	< 60	
Perdite a vuoto	kW	12,5	
Perdite in corto circuito (75°C)	kW	112	
Tensione di cortocircuito	%	12	
Corrente a vuoto	%	0,25	
Rumorosità Lp (1 m) / Lw	dB (A)	68 / 83	
Temperatura di riferimento	°C	75	
Rendimento al 100% del carico e cos φ 1	%	99,5	
Rendimento al 100% del carico e cos φ 0,8	%	99,38	
Rendimento al 75% del carico e cos φ 1	%	99,6	
Rendimento al 75% del carico e cos φ 0,8	%	99,5	
Rendimento al 50% del carico e cos φ 1	%	99,68	
Rendimento al 50% del carico e cos φ 0,8	%	99,6	
C.d.t. al 100% del carico e cos φ 1	%	1,17	
C.d.t. al 100% del carico e cos φ 0,8	%	7,99	
Dimensioni (Lung. x Largh. x Altezza)	mm	6000 x 2400 x 3300	
Peso totale	kg	31650	
Peso olio	kg	4740	

3.1.2.8.15 Sistemi Di Protezione

I dispositivi di protezione, in generale, sono delle apparecchiature impiegate per proteggere un circuito elettrico (in questo caso l'impianto eolico) contro le sovracorrenti, ossia, da correnti di valore superiore alla portata del circuito. Le sovracorrenti possono essere causate sia da un sovraccarico e sia da un corto circuito in uno o più punti dell'impianto elettrico. Nel primo caso, la corrente che attraversa il circuito elettrico è di poco superiore alla portata e il circuito stesso è elettricamente sano; nel secondo caso invece, la corrente ha un valore molto elevato perchè è stata prodotta da un guasto a bassa impedenza. La protezione generale del sistema di generazione eolica ed il sistema di

interfaccia con la rete, saranno realizzati in conformità a quanto previsto dalle norme CEI 11-20 e CEI 0-16. Eventuali modifiche del sistema di connessione, protezione e regolazione saranno concordate in fase di progettazione esecutiva.

- ✓ un dispositivo del generatore: ogni aerogeneratore è protetto in uscita da un interruttore in MT con sgangiatore di apertura collegato al pannello del dispositivo di interfaccia, in modo da agire di ricalzo al dispositivo di interfaccia stesso.
- ✓ un dispositivo di interfaccia o DDI, il cui scopo è quello di assicurare il distacco del sistema dalla rete per guasti o funzionamenti anomali della rete pubblica, o per apertura intenzionale del dispositivo della rete pubblica (es. manutenzione). Sarà assicurato l'intervento coordinato del dispositivo di interfaccia con quelli del generatore e della rete pubblica, per guasti o funzionamenti anomali durante il funzionamento in parallelo con la rete. La protezione di interfaccia, agendo sull'omonimo dispositivo, sconnette l'impianto di produzione dalla rete TERNA evitando che:
 - in caso di mancanza dell'alimentazione TERNA, il Cliente Produttore possa alimentare la rete TERNA stessa;
 - in caso di guasto sulla rete TERNA, il Cliente Produttore possa continuare ad alimentare il guasto stesso inficiando l'efficacia delle richiuse automatiche, ovvero che l'impianto di produzione possa alimentare i guasti sulla rete TERNA prolungandone il tempo di estinzione e pregiudicando l'eliminazione del guasto stesso con possibili conseguenze sulla sicurezza;
 - in caso di richiuse automatiche o manuali di interruttori TERNA, il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete TERNA con possibilità di rotture meccaniche

Le protezioni di interfaccia sono costituite da relè di massima e minima frequenza (81), relè di massima (59) e minima tensione (27), relè di massima tensione omopolare (59Vo), e sono inserite in un pannello polivalente conforme alla norma CEI 11-20.

Per la sicurezza dell'esercizio della rete di Trasmissione Nazionale è prevista la realizzazione di un ricalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia.

Il ricalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro organo di manovra. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con

temporizzazione ritardata a 0.5 s, che agirà sul dispositivo di protezione lato MT del trasformatore di utenza. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia. In caso di mancata apertura di uno degli stalli di produzione il Dispositivo di Interfaccia comanda l'apertura del Dispositivo Generale che distacca l'impianto eolico dalla rete di TERNA, contestualmente a questa situazione tutti i Servizi Ausiliari rimangono alimentati dall'UPS.

- ✓ un dispositivo generale o DG, che ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione eolica e deve assicurare le funzioni di sezionamento, comando e interruzione. Esso è costituito da un interruttore in SF6 con sganciatore di apertura e sezionatore, predisposto per essere controllato da una protezione generale, composta dai seguenti relè:
- sovraccarico $I >$, 51;
 - cortocircuito polifase (ritardata), $I >>$, 51;
 - cortocircuito polifase (istantanea), $I >>>$, 50;
 - guasto monofase a terra $I_{0>}$ (51N);
 - doppio guasto monofase a terra, $I_{0>>}$, 50N;
 - direzionale di guasto a terra per neutro compensato 67NC o neutro isolato 67NI.

3.1.2.9 PROTEZIONE DELLA CENTRALE EOLICA CONTRO I GUASTI ESTERNI

Si riportano le protezioni e le rispettive tarature, per una configurazione tipica relativa ad un parco eolico con "n" aerogeneratori, rappresentata nella figura seguente.

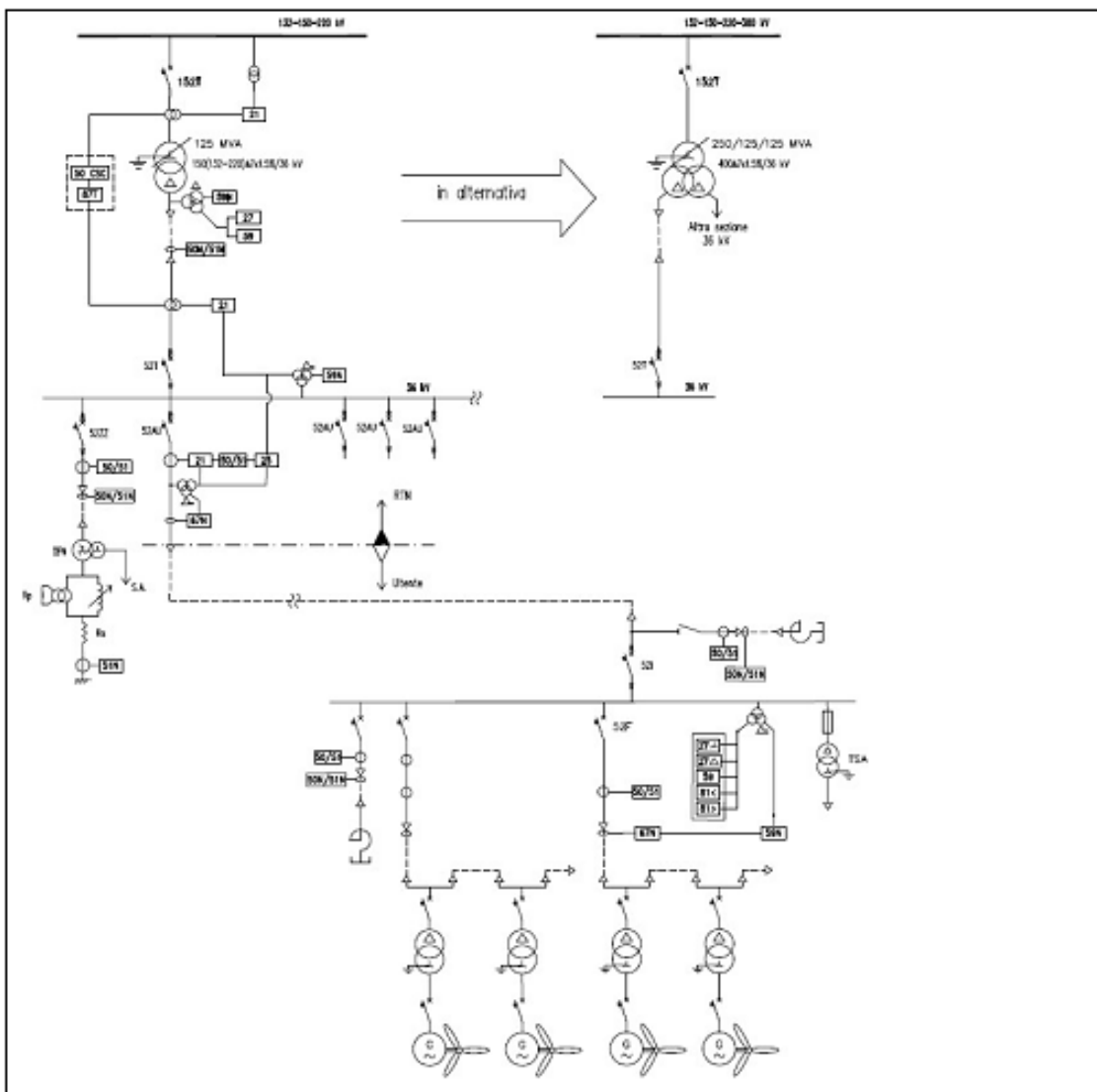


Figura 8: Assetto delle protezioni contro i guasti e le perturbazioni nella rete

3.1.2.9.1 Protezione Di Rete Sulla Sbarra A 36 Kv

Le tarature sono stabilite dal Gestore in accordo al Codice di Rete. Le protezioni sulla sbarra 36 kV sono costituite da:

- Protezione di minima tensione rete (27Y)
- Protezione di minima tensione rete (27Δ)
- Protezione di massima tensione rete (59)
- Protezione di minima frequenza rete (81<)
- Protezione di massima frequenza rete (81>)
- Protezione di massima tensione omopolare rete (59N)

Per la prima protezione (27Y) è richiesta l'alimentazione dei circuiti voltmetrici con tensioni

stellate. Per le protezioni 2) ÷ 5) è richiesta l'alimentazione dei circuiti voltmetrici con tensioni concatenate.

Per la sesta, è richiesta un'alimentazione voltmetrica da TV con connessione a triangolo aperto, oppure, per relè in grado di ricavare la tensione omopolare al loro interno, dalle tensioni di fase fornite dai TV con collegamento a stella.

Per le prime quattro protezioni è richiesta l'alimentazione dei circuiti voltmetrici con tensioni concatenate. Per la quinta, è richiesta un'alimentazione voltmetrica da TV con connessione a triangolo aperto, oppure, per relè in grado di ricavare la tensione omopolare al loro interno, dalle normali tensioni di fase fornite dai TV con collegamento a stella.

L'intervento delle protezioni citate deve comandare l'apertura dell'Interruttore di Interfaccia 52I del

collegamento con la Stazione Terna.

Altre protezioni sensibili ad eventi di rete diverse da quelle indicate (es. protezioni contro i carichi squilibrati, ecc.) dovranno essere dichiarate dal Titolare e le tarature relative concordate con il Gestore in modo da garantire il coordinamento con le tarature dell'insieme delle protezioni di rete.

3.1.2.9.2 Protezione Degli Aerogeneratori

Il sistema di protezione interno agli aerogeneratori dovrà essere composto dai seguenti elementi principali:

- Protezione di minima tensione (27G)
- Protezione di massima tensione (59G)
- Protezione di minima frequenza rete (81<)
- Protezione di massima frequenza rete (81>)

3.1.2.10 PROTEZIONE DELLA CENTRALE EOLICA CONTRO I GUASTI INTERNI

Le protezioni contro i guasti interni devono isolare tempestivamente, e selettivamente, la sola parte della Centrale Eolica che è stata coinvolta dal disservizio senza coinvolgere la rete esterna o altri Utenti direttamente o indirettamente connessi.

3.1.2.10.1 Protezione Delle Linee Di Sottocampo

Le linee Sottocampo in partenza dalla sbarra 36 kV dovranno essere protette con:

- Protezione a massima corrente di fase (50/51)
- Protezione a massima corrente direzionale di terra (67N)

Eventuali protezioni e/o tarature diverse potranno essere impostate a cura dell'Utente purchè garantiscano il corretto coordinamento con le altre protezioni di rete. Dovranno essere comunque concordate con Terna e riportate all'interno del Regolamento di Esercizio.

3.1.2.10.2 Protezione Del Trasformatore Mt/At

Le protezioni minime che devono essere previste per il trasformatore elevatore MT/AT contro i guasti interni all'impianto sono le seguenti:

- Massima Corrente di fase del trasformatore lato AT a due soglie di intervento; una istantanea e una ritardata (50/51);
- Differenziale di trasformatore (87T);
- Massima Corrente di fase del trasformatore lato MT ad una o due soglie di intervento ritardato (51).

Le protezioni di massima corrente di fase lato AT e differenziale trasformatore devono essere allocate in apparati distinti. Le azioni determinate dall'intervento di tali protezioni sono l'apertura degli interruttori AT ed MT del trasformatore elevatore. E' consigliata l'azione di scatto con blocco in apertura di tali interruttori. Per la protezione di massima corrente di fase MT l'azione indicata è quella di apertura del solo interruttore lato MT.

Le regolazioni delle protezioni suddette devono essere concordate con il Gestore della Rete.

Alle protezioni elettriche suddette si aggiungono anche quelle normalmente previste a bordo del trasformatore:

- 97TA/S Buchholz TR allarme/scatto;
- 97 VSC Buchholz VSC;
- 99Q minimo livello conservatore olio TR
- 99VSC minimo livello olio conservatore VSC
- 49 A/S Immagine termica TR allarme/scatto
- 26 A/S massima temperatura allarme/scatto
- 86 relè di blocco
- 90 regolatore di tensione

- n. 1 protezione a microprocessore a protezione avente le seguenti funzioni:
- 87 T protezione differenziale TR
- n. 1 regolatore automatico di tensione (90)
- n. 1 relè di blocco (86)

3.1.2.10.3 Protezione Dei Reattori Di Compensazione

Si possono avere due tipologie di reattori shunt:

- a) Reattori shunt dedicati alla compensazione del solo collegamento, al fine di rispettare i vincoli costruttivi degli interruttori sulle correnti capacitive massime a vuoto interrompibili. Questi reattori sono solidali con il collegamento in cavo con la stazione Terna e le protezioni vanno ad agire sugli interruttori ai due estremi;
- b) Reattori shunt utilizzati per il rispetto del vincolo sulla potenza reattiva scambiata con la RTN nel Punto di Connessione. Questi reattori sono connessi alle sbarre 36 kV della stazione Utente e le relative protezioni vanno ad operare sul proprio interruttore (52RS).