



OTTOBRE 2022

Sardeolica S.r.l. - Gruppo SARAS
PARCO EOLICO ON-SHORE "ASTIA"

POTENZA NOMINALE 31,7 MWp

COMUNE DI VILLAMASSARGIA (Sulcis Iglesiente)

ELABORATO R13

**PIANO TECNICO DELLE OPERE -
INFRASTRUTTURE ELETTRICHE**

Mantovana

Progettista

Ing. Laura Conti / Ordine Ing. Prov. Pavia n.1726

Coordinamento

Riccardo Festante

Eleonora Lamanna

Carla Marcis

Codice elaborato

2527-4953-VM_VIA_R13_Rev0_PTE.docx

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2527-4953-VM_VIA_R13_Rev0_PTE.docx	31/10/2022	Prima emissione	AI	RF/CM	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione, Tecnico competente in acustica	ENTECA n. 3965
Eleonora Lamanna	Coordinamento Studi Specialistici, Studio di Impatto Ambientale	
Carla Marcis	Coordinamento Progettazione, Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Ali Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Massimiliano Kovacs	Geologo - Progettazione Civile	Ord. Geologi Lombardia n. 1021
Massimo Busnelli	Geologo – Progettazione Civile	
Giuseppe Ferranti	Architetto – Progettazione Civile	Ord. Arch. Prov. Palermo – Sez. A Pianificatore Territoriale n. 6328
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Sonia Morgese	Ingegnere Civile Ambientale – Esperto Ambientale Idraulica Junior	
Lorenzo Griso	Esperto GIS - Esperto Ambientale Junior	
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS - Esperto Ambientale	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





<i>Andrea Mastio</i>	<i>Ingegnere per l'Ambiente e il Territorio - Esperto Ambientale Junior</i>	
<i>Andrea Fronteddu</i>	<i>Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica</i>	<i>Ord. Ing. Cagliari n. 8788 – Sez. A</i>
<i>Matthew Piscedda</i>	<i>Esperto in Discipline Elettriche</i>	
<i>Francesca Casero</i>	<i>Architetto – Esperto GIS - Esperto Ambientale Junior</i>	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com



INDICE

1. PREMESSA GENERALE	5
1.1 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO	5
1.2 LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO.....	5
1.3 DATI GENERALI DEL PROGETTO	6
1.4 SCOPO DEL DOCUMENTO	7
2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI	8
2.1 NORME TECNICHE	8
2.2 NORME DI RIFERIMENTO PER TENSIONE DI ESERCIZIO 36 KV	8
2.3 RIFERIMENTI LEGISLATIVI	8
3. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE	10
3.1 IMPIANTO EOLICO ASTIA	10
3.2 OPERE DI RETE PREVISTE DALLA SOLUZIONE TECNICA MINIMA GENERALE (STMG) PER LA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO ALLA RTN.....	10
3.3 DESCRIZIONE GENERALE DELLE INFRASTRUTTURE ELETTRICHE	10
3.4 AEROGENERATORI.....	11
3.4.1 Aspetti generali	13
3.4.2 Torre di sostegno	14
3.4.3 Sistema elettrico dell'aerogeneratore	14
3.4.4 Convertitore	15
3.4.5 Generatore.....	15
3.4.6 Trasformatore elevatore di macchina	16
3.4.7 Quadro elettrico aerogeneratore	17
3.4.8 Trasformatore BT/BT per servizi ausiliari di torre	18
3.4.9 Cavi BT per energia e segnale	18
4. DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA E COLLEGAMENTO TRA GLI AEROGENERATORI	20
4.1 TIPOLOGIA POSA.....	20
4.2 GIUNZIONE CAVI A 36 KV	21
4.3 TERMINAZIONE ED ATTESTAZIONE DEI CAVI.....	21
4.4 ATTRAVERSAMENTI/INTERFERENZE	21
4.5 CARATTERISTICHE DEI CAVI A 36 KV.....	21
5. INTERVENTI LATO SSE 36 KV RTN	23
6. INTERVENTI LATO UTENTE	24
6.1 IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE	24
6.2 CABINA DI CONNESSIONE E RACCOLTA E OPERE CIVILI CONNESSE	25
6.3 CABINA DI SMISTAMENTO E OPERE CIVILI CONNESSE	26
6.4 OPERE DI FONDAZIONE.....	28
6.5 SISTEMA DI REGOLAZIONE E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO	28

1. PREMESSA GENERALE

1.1 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

Il presente documento costituisce parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un nuovo Parco eolico della potenza complessiva di 31,7 MW, che prevede l'installazione di 5 aerogeneratori (di cui 4 da 6,8 MW e 1 da 4,5 MW), nel territorio comunale di Villamassargia (Sulcis-Iglesiente), la realizzazione delle relative opere di connessione nei comuni di Villamassargia e Musei, nonché la predisposizione della viabilità, delle opere di regimentazione delle acque meteoriche e delle reti tecnologiche a servizio del Parco.

La Società proponente è la Sardeolica S.r.l., con sede legale in VI strada Ovest, Z. I. Macchiareddu 09068 Uta (Cagliari) e sede amministrativa in Milano, c/o Saras S.p.A., Galleria Passarella 2, 20122 – Milano.

1.2 LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO

L'area oggetto di studio ricade nei comuni di Villamassargia (aerogeneratori, cavidotto interrato e cabina di smistamento) e Musei (cavidotto interrato e cabina di connessione e raccolta), in un territorio caratterizzato da rilievi boscosi, tra la pianura campidanese e le aree montuose dell'Iglesiente. La successiva *Figura 1-1* illustra l'inquadramento territoriale dell'area di interesse su ortofoto.

I Comuni di Villamassargia e di Musei cadevano nella Provincia Sud Sardegna, secondo la riforma della L.R. n. 2 del 4 febbraio 2016 - "Riordino del sistema delle autonomie locali della Sardegna". La LR n.7 del 12 aprile 2021 riorganizza la Regione in 8 Province: Città metropolitana di Sassari, Città metropolitana di Cagliari, Nord-Est Sardegna, Ogliastra, Sulcis-Iglesiente, Medio Campidano, Nuoro e Oristano; sulla base di questa legge il Comune di Villamassargia rientra nella Provincia Sulcis-Iglesiente.

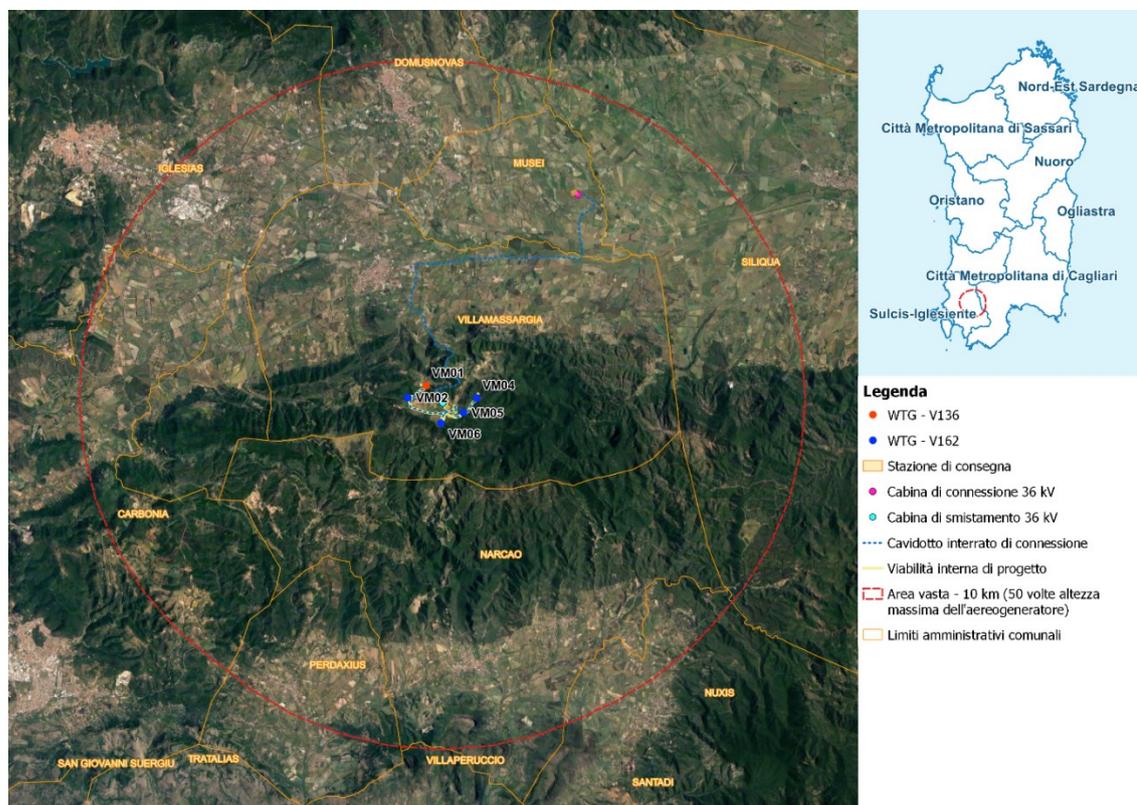


Figura 1-1: Inquadramento generale dell'area di progetto

Allo stato attuale, la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 36 kV alla sezione 36 kV della Stazione Elettrica (SE) di successiva realizzazione, ipotizzata nel territorio comunale di Musei.

La connessione alla suddetta Stazione elettrica sarà realizzata mediante una linea elettrica 36 kV di circa 100 m in partenza da una cabina denominata di connessione e raccolta; a quest'ultima arriveranno le linee di alimentazione da una seconda cabina, detta di smistamento, in cavo interrato 36 kV posizionata ad una distanza di circa 14 km dalla prima. Alla cabina di smistamento arriveranno le linee a servizio delle WTG collegate tra loro in configurazione entra-esce.

1.3 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella Tabella 1.1 sono riepilogati i dati principali del progetto, e in Tabella 1-2, in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto e delle singole WTG che si prevede di installare.

Tabella 1.1: Dati di progetto

PARAMETRO	DESCRIZIONE
Richiedente	Sardeglica S.r.l.
Luogo installazione parco eolico	Territorio comunale di Villamassargia
Denominazione impianto	Astia
Potenza nominale parco eolico	31,7 MW
Numero aerogeneratori	5
Connessione	Interfacciamento alla rete mediante connessione in 36 kV su stazione elettrica (SE) della RTN da realizzare (STMG prot. N. GRUPPO TERNA/P20210104707-23/12/2021)
Area interessata dall'intervento	Territori comunali di Villamassargia (WTG e opere di connessione) e Musei (opere di connessione)
Coordinate impianto (wgs84) (accesso al sito)	39°14'14.54"N 8°39'57.64"E

Tabella 1-2: Coordinate WTG proposte (sistema di coordinate Monte Mario – fuso ovest – EPSG 3003) e principali caratteristiche degli aerogeneratori

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE		TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE AEROGENERATORE				
	Latitudine N	Longitudine E	Modello	Potenza nominale [MW]	Altezza al mozzo [m]	Diametro rotore [m]	Altezza totale [m]
VM01	4343971	1470579	Vestas V136	4,5	82	136	150
VM02	4343602	1470021	Vestas V162	6,8	119	162	200
VM04	4343588	1472121	Vestas V162	6,8	119	162	200
VM05	4343143	1471713	Vestas V162	6,8	119	162	200
VM06	4342815	1471030	Vestas V162	6,8	119	162	200

1.4 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo della presente relazione è descrivere il piano tecnico delle opere elettriche riguardante la realizzazione di un Parco eolico della potenza complessiva di 31,7 MW, nel territorio comunale di Villamassargia (Sulcis-Iglesiente).

Gli aerogeneratori previsti saranno elettricamente interconnessi e raggruppati in cluster operanti a 36 kV, per il successivo collegamento alla stazione di utenza.

Nel seguito saranno illustrati i criteri di progetto e fornite le prescrizioni tecniche per la realizzazione delle nuove infrastrutture elettriche dell'impianto eolico.

2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

L'impianto dovrà essere realizzato "a regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali sia per quel che concerne l'installazione. A tal fine dovranno essere rispettate norme, prescrizioni e regolamentazioni emanate dagli organismi competenti in relazione alle diverse parti dell'impianto stesso, alcune delle quali richiamate nella presente relazione. Le principali leggi, norme e regolamenti cui il presente progetto si uniforma sono nel seguito richiamate.

2.1 NORME TECNICHE

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e 36 KV.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1): Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.
- CEI 99-3 (CEI EN 50522): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 20-89 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di 36 KV.
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

2.2 NORME DI RIFERIMENTO PER TENSIONE DI ESERCIZIO 36 KV

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed 36 KV delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

2.3 RIFERIMENTI LEGISLATIVI

- Decreto FER1. Decreto 4 luglio 2019 Incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione. (19A05099) (GU Serie Generale n.186 del 09-08-2019)
- L.R. N°43/89 del 20 Giugno 1989 "Norme in materia di opere concernenti linee ed impianti elettrici".
- Decreto 22 Gennaio 2008, n. 37 – (sostituisce Legge 46/90) – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2



dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (G.U. n. 61 del 12-3-2008).

- *Decreto Legislativo 09/04/2008 n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (Suppl. Ordinario n.108) – (sostituisce e abroga tra gli altri D. Lgs. 494/96, D.Lgs. n. 626/94, D.P.R. n. 547/55).*

3. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

3.1 IMPIANTO EOLICO ASTIA

Il parco eolico "Astia" sarà caratterizzato dalla presenza di 5 turbine in totale, ubicate nel territorio comunale di Villamassargia, riferibili ai seguenti modelli:

- n. 4 WTG Vestas V162 con altezza al mozzo pari a 119 m e diametro del rotore pari a 162 m;
- n. 1 WTG Vestas V136 con altezza al mozzo pari a 82 m e diametro del rotore pari a 136 m.

Ogni aerogeneratore produrrà energia elettrica rinnovabile alla tensione di 720 V ca. (tensione di uscita del convertitore statico).

All'interno di ciascun aerogeneratore è presente un trasformatore 0,72/36 kV che provvederà all'innalzamento della tensione a 36 kV. L'energia sarà quindi immessa in rete mediante linea elettrica interrata a 36 kV verso la cabina di smistamento per il successivo convogliamento verso la cabina di connessione e raccolta, e infine verso il punto di inserimento in stazione Terna.

3.2 OPERE DI RETE PREVISTE DALLA SOLUZIONE TECNICA MINIMA GENERALE (STMG) PER LA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO ALLA RTN

La Società Sardeolica s.r.l. ha presentato richiesta di preventivo di connessione a TERNA il 06/08/2021, ricevuto in data 23/12/2021 (prot. GRUPPO TERNA/P20210104707-23/12/2021) ed accettato in data 13/04/2022 (codice pratica è 202101942). Allo stato attuale la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 36 kV alla sezione 36 kV della Stazione Elettrica (SE) di successiva realizzazione, ipotizzata nel territorio comunale di Musei.

La realizzazione di quanto sopra è subordinata all'esecuzione dei seguenti interventi nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN):

- *Realizzazione collegamento in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 150/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV Iglesias 2 Siliqua previo potenziamento/rifacimento della linea RTN 150kV "Villacidro-Serramanna";*
- *Realizzazione stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione.*

3.3 DESCRIZIONE GENERALE DELLE INFRASTRUTTURE ELETTRICHE

Gli interventi previsti nel progetto ASTIA sono finalizzati all'installazione e l'esercizio dei seguenti elementi d'impianto principali:

- Installazione di n. 4 aerogeneratori della potenza nominale di 6,8 MW e n. 1 aerogeneratore della potenza nominale di 4,5 MW, con generazione elettrica in BT a 720V e relativo convertitore, trasformatore elevatore BT/36kV e quadro elettrico a 36kV entro torre; ogni aerogeneratore sarà posizionato in apposita piazzola e le apparecchiature elettromeccaniche a corredo dell'aerogeneratore (come trasformatori e quadri elettrici), saranno incorporate entro cabina installata in sommità della torre tubolare di sostegno in acciaio.
- Realizzazione del sistema di distribuzione e trasporto dell'energia (in cavidotto interrato a 36 kV) tra gli aerogeneratori e la cabina di smistamento a 36 kV, e da questa alla stazione di connessione e raccolta.
- Impianto per la distribuzione dell'energia prodotta dagli aerogeneratori verso la SE TERNA realizzato con cavidotti interrati entro uno scavo di profondità variabile nell'intervallo 1 m - 1,5 m tramite linee a 36 kV con conduttori in alluminio.

- Rete di terra e trasmissione di dati e segnali di monitoraggio e controllo aerogeneratori negli stessi scavi per i cavidotti interrati per le linee a 36 kV.

Per i dettagli relativi al collegamento dei nuovi aerogeneratori alla SSE si rimanda all'elaborato "2527-4953-VM_VIA_T19_Rev0_Schema elettrico unifilare".

I calcoli preliminari di dimensionamento delle linee in media tensione ed i dettagli relativi alla configurazione finale della distribuzione elettrica di impianto sono riportati negli elaborati "2527-4953-VM_VIA_R14_Rev0_Calcoli elettrici preliminari" e "2527-4953-VM_VIA_T21_Rev0_Cavidotti su CTR".

3.4 AEROGENERATORI

Si illustrano nel prosieguo le caratteristiche delle nuove macchine eoliche previste nel sito di Villamassargia, riferibili in via preliminare al modello tipo V162-6.8 MW e al modello tipo V136-4.5 MW.



Figura 3-1: Rappresentazione aerogeneratore Vestas

Ferme restanti le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore, non può escludersi che la scelta definitiva possa ricadere su un modello simile con migliori prestazioni di esercizio, qualora disponibile sul mercato prima dell'ottenimento della Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 del D.Lgs. 387/2003.

I componenti principali dell'aerogeneratore sono i seguenti:

- il rotore;
- il generatore elettrico;
- il sistema di orientamento che consente la rotazione orizzontale del sistema motore;
- la gondola o navicella (carenatura che racchiude il sistema motore e gli ausiliari);
- la torre di sostegno;
- il trasformatore di macchina che modifica la tensione generata in quella di rete.

Le caratteristiche geometriche principali delle macchine sono illustrate in , Figura 3-4 e negli allegati elaborati "2527-4953-VM_VIA_T16.1_Rev0_Schema tipico fondazione", "2527-4953-VM_VIA_T16.2_Rev0_Tipologico V136", "2527-4953-VM_VIA_T16.3_Rev0_Tipologico V162".

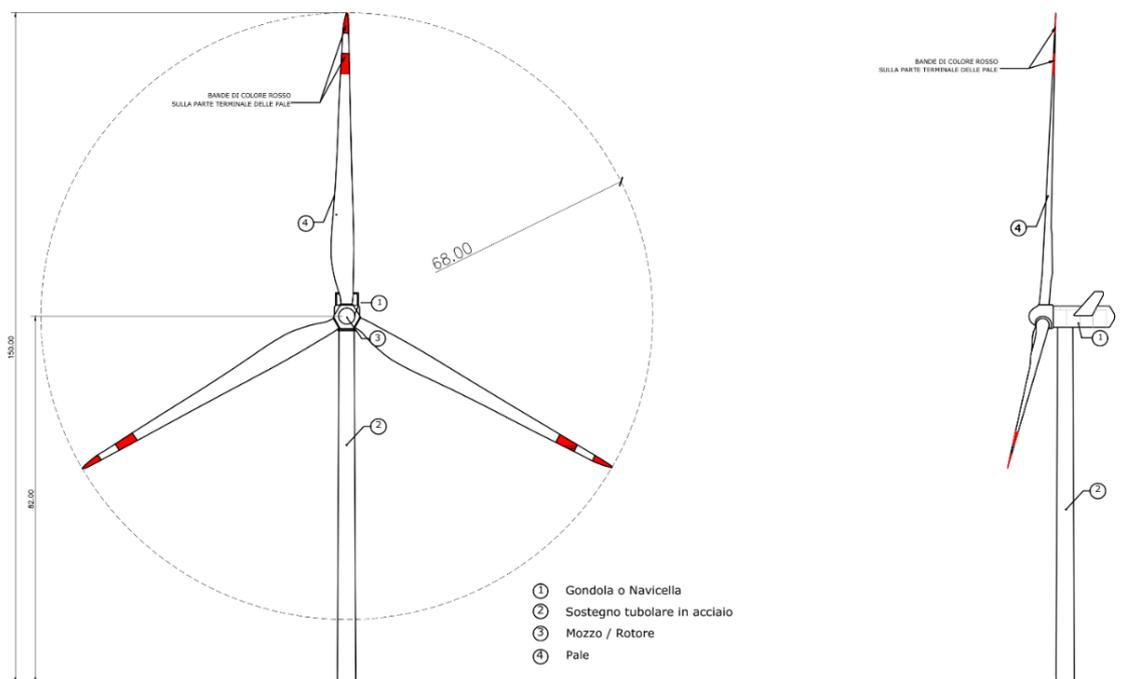


Figura 3.2: Schema tipico aerogeneratore Vestas V136 – 4,5 MW

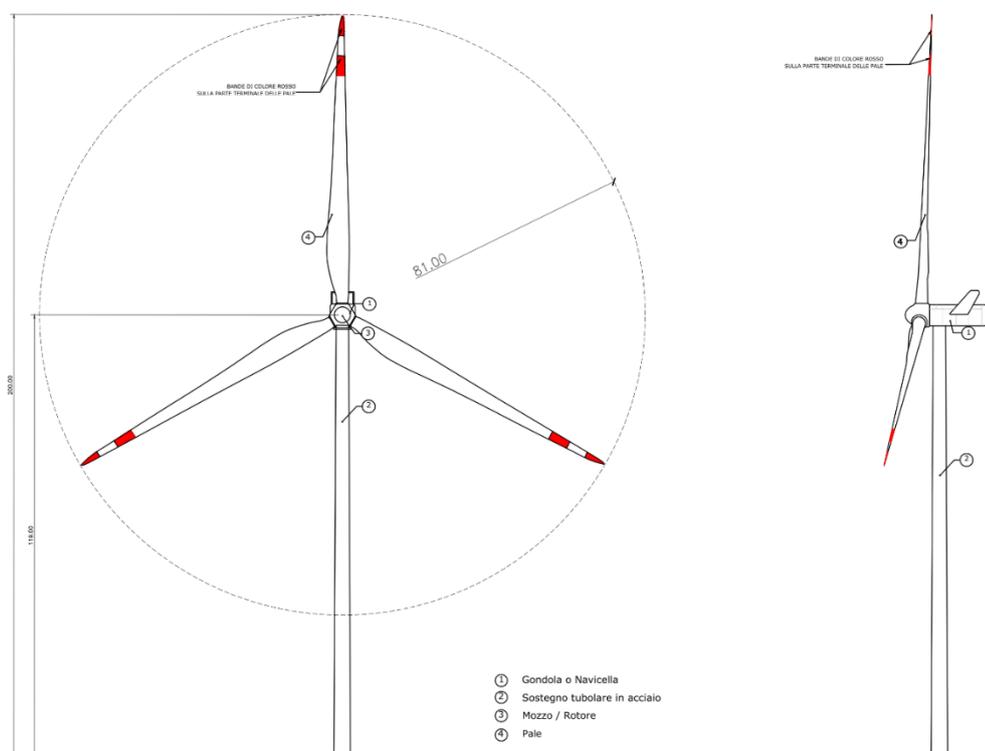


Figura 3.3: Schema tipico aerogeneratore Vestas V162 – 6,8 MW

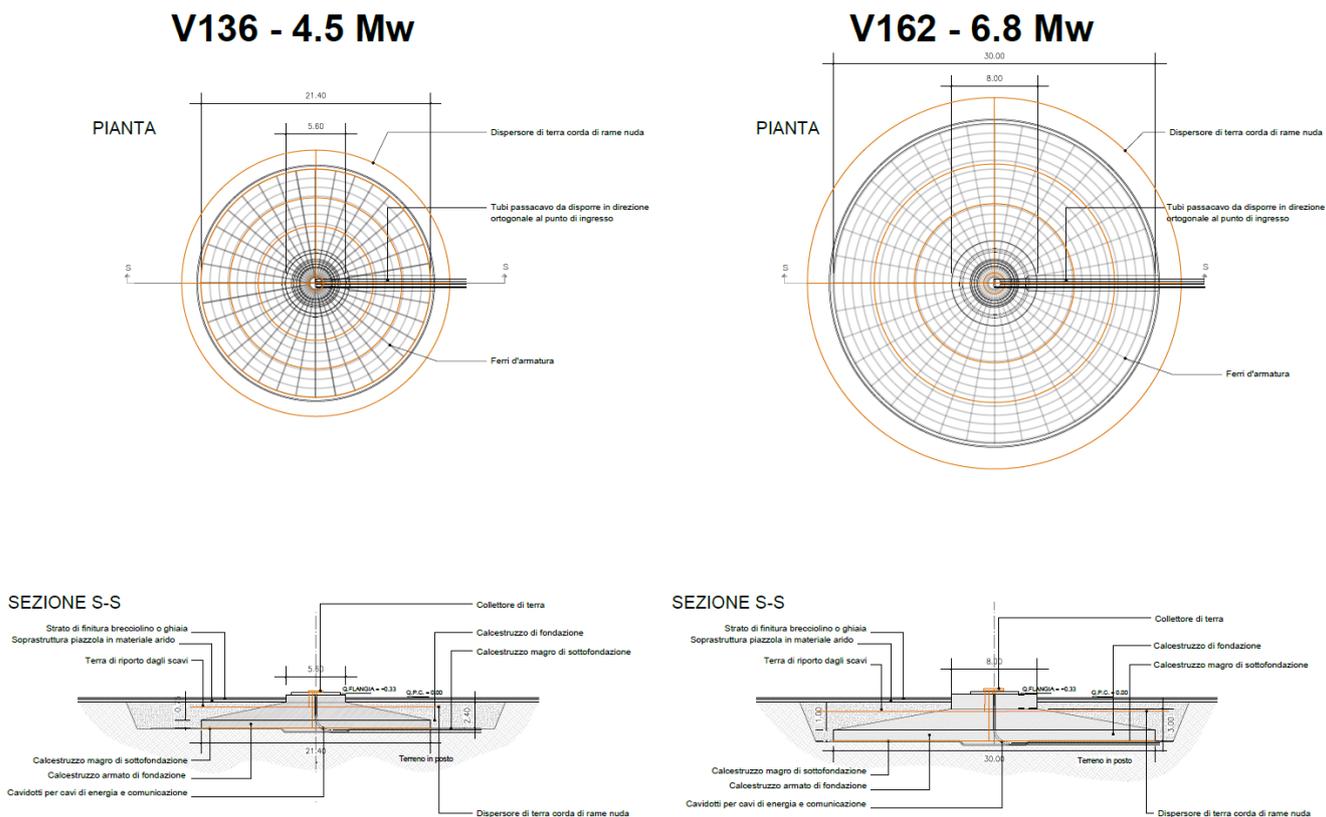


Figura 3-4: Pianta e sezione delle fondazioni degli aerogeneratori

3.4.1 Aspetti generali

Le macchine eoliche da installarsi sono di due tipologie:

- Aerogeneratore VESTAS V162-6,8MW
- Aerogeneratore VESTAS V136-4,5MW

Di seguito sono elencate le caratteristiche costruttive comuni e le caratteristiche tecniche specifiche per singola macchina:

- *rotore tri-pala a passo variabile, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;*
- *controllo della potenza attraverso la regolazione automatica dell'angolo di calettamento delle pale (pitch control);*
- *vita media prevista di 25 anni.*

Tabella 3.1: Caratteristiche delle singole macchine.

PARAMETRO	VESTAS V136	VESTAS V162
• potenza nominale	4,50 MW	6,80 MW
• velocità del vento di stacco (cut-in wind speed)	circa 3 m/s	
• velocità del vento di stallo (cut-out wind speed)	32 m/s	25 m/s

3.4.2 Torre di sostegno

Il generatore sarà posizionato all'estremità superiore di una torre tubolare in acciaio di altezza 82 m (VESTAS V136) e 119 m (VESTAS V162).

La torre deve adempiere con due funzioni fondamentali: sostenere la turbina ad un'altezza conveniente per raccogliere la massima energia eolica con la minima turbolenza del flusso ed assorbire e trasmettere al suolo le sollecitazioni.

I vantaggi della soluzione prescelta sono di seguito riportati:

- elevata resistenza dell'acciaio in relazione all'esigenza di assicurare un'elevata resistenza alle sollecitazioni con il minimo peso;
- elevata modularità degli elementi tubolari della torre, con conseguenti migliori condizioni di trasporto e montaggio.

All'interno della torre sono alloggiati, oltre al trasformatore BT/36kV, anche una scala di sicurezza ed eventualmente un ascensore e delle piattaforme di lavoro.

La protezione della torre tubolare contro la corrosione è assicurata da un rivestimento superficiale con resine epossidiche.

3.4.3 Sistema elettrico dell'aerogeneratore

Il sistema elettrico dell'aerogeneratore è costituito dai seguenti elementi:

- generatore sincrono a magneti permanenti;
- quadro elettrico 36 kV con dispositivi di sezionamento e protezione;
- quadro elettrico BT per servizi ausiliari di torre.

Tabella 3.2: Caratteristiche delle singole macchine.

PARAMETRO	VESTAS V136	VESTAS V162
convertitore per l'alimentazione dei circuiti del generatore	720V, 5300 kVA	720V, 7750 kVA
trasformatore elevatore	0.72/36 kV, 5300kVA	0.72/36 kV, 8400kVA

3.4.4 Convertitore

Il convertitore è del tipo full-scale converter e consente di controllare la potenza e la frequenza della potenza generata e immessa in rete al variare della velocità di rotazione delle pale. Il convertitore consente altresì di regolare la potenza reattiva al fine di soddisfare eventuali servizi richiesti dal gestore della rete.

Tabella 3.3: Caratteristiche principali del convertitore.

PARAMETRO	VESTAS V136	VESTAS V162
Potenza nominale	5300 kVA (An)	7750 kVA (An)
Tensione di rete		720V
Tensione lato generatore		800V
Corrente nominale	3925 A	6488 A
Classe di protezione involucro		IP54

3.4.5 Generatore

Il generatore è del tipo sincrono a magneti permanenti.

I generatori possono essere predisposti a fornire "Servizi di Rete", infatti, a seguito della recente pubblicazione della Norma CEI 0-16, alle nuove installazioni sul territorio italiano potranno essere richiesti servizi integrativi già richiesti in altri Paesi europei (Danimarca, Germania e Spagna per primi), quali:

- Possibilità di riduzione della potenza immessa in rete;
- Insensibilità agli abbassamenti di tensione (low voltage ride through);
- Regolazione della potenza attiva (regolazione primaria di frequenza);
- Regolazione della potenza reattiva (regolazione primaria di tensione);
- Inserimento graduale della potenza immessa in rete.

Il secondo punto risulta particolarmente critico per le turbine a velocità variabile, le quali sono sempre equipaggiate con convertitori elettronici, che risultano particolarmente sensibili alle sovratensioni e sovracorrenti indotte durante i guasti e che perciò devono essere opportunamente salvaguardati attraverso l'impiego di dispositivi (barra di blocco o crow-bar) che garantiscano la continuità di servizio della macchina.

Il soddisfacimento di questi requisiti porta notevole giovamento alla sicurezza e alla qualità del sistema elettrico dove l'impianto sarà connesso; d'altro canto, la necessità di ridurre la potenza prodotta, a causa della partecipazione alla regolazione primaria di frequenza, potrebbe ripercuotersi sulla producibilità dell'impianto.

La costruzione del generatore è specificatamente progettata per un'alta efficienza in ogni condizione di carico.

Tutti i trasformatori all'interno delle WTG di impianto saranno regolati e azionati secondo una logica di avviamento e funzionamento che limiti le correnti di energizzazione e che consenta una corretta regolazione delle protezioni.

Durante il suo funzionamento, il generatore è mantenuto alla temperatura ottimale di funzionamento attraverso un sistema di raffreddamento a vuoto pressurizzato. Il generatore è dotato di un sistema separato di ventilazione controllata a termostato che, garantendo un efficace raffreddamento, gli permette di funzionare a temperature ben al di sotto del normale livello previsto dalla classe di isolamento standard, favorendo in tal modo l'allungamento della vita attesa per l'isolamento degli avvolgimenti.

Tabella 3.4: Principali caratteristiche tecniche del generatore.

PARAMETRO	VESTAS V136	VESTAS V162
Potenza nominale	4800 kW	7600 kW
Tensione nominale	800 V	800 V
Numero di poli	6	36
Fattore di potenza	0,85CAP - 1 - 0,85IND ai carichi parz. e a pieno carico	
Frequenza	0-100 Hz	0-126 Hz
Velocità di rotazione	1450-1550 rpm	0-420 rpm
Classe di protezione involucro	IP54	IP54

3.4.6 Trasformatore elevatore di macchina

Il trasformatore elevatore di macchina ha la funzione di modificare la tensione dal valore di 720 V al valore scelto per la distribuzione dell'energia prodotta all'interno del parco (36 kV), l'energia sarà quindi immessa in rete mediante linea elettrica interrata a 36 kV verso la cabina di connessione e raccolta per il successivo convogliamento verso il punto di inserimento in stazione Terna.

Il trasformatore sarà del tipo in resina a secco isolato con materiali autoestinguenti.

Tabella 3.5: Principali caratteristiche del trasformatore.

PARAMETRO	VESTAS V136	VESTAS V162
Potenza nominale An	5300 kVA	8400 kVA
Rapporto di trasformazione	33±2,5%±5%/0,720 kV	
Gruppo Vettoriale	Dyn5	Dyn11
Frequenza	50/60 Hz	50 Hz
Tensione di corto circuito Vcc	9%	
Classe isolamento	F	
Temperatura massima di funzionamento	90°C	
Classe Comportamento al fuoco	F1	
Classe climatica e ambientale	C2, E2	

3.4.7 Quadro elettrico aerogeneratore

Ciascun aerogeneratore sarà connesso alla rete di distribuzione interna mediante un quadro elettrico a 36 kV.

Le caratteristiche tecniche dei quadri sono le seguenti:

Tabella 3.6: Principali caratteristiche dei quadri 36 kV.

PARAMETRO	VESTAS V136	VESTAS V162
Tensione nominale/esercizio	36 kV	
Frequenza nominale	50 Hz	
N° fasi	3	
Corrente nominale delle sbarre principali	630 A	
Corrente nominale ammissibile di breve durata	25 kA	
Corrente nominale di picco	65 kA	
Durata nominale del corto circuito	1s	

Ciascun quadro a 36 kV e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore.

I quadri elettrici a 36 kV saranno formati da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate.

I quadri a 36 kV saranno in esecuzione senza perdita di continuità d'esercizio secondo IEC 62271-200, destinati alla distribuzione d'energia a semplice sistema di sbarra.

Il quadro, realizzato in esecuzione protetta, sarà adatto per installazione all'interno, in accordo alla normativa CEI/IEC. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Ciascun quadro dovrà garantire la protezione contro l'arco interno sul fronte del quadro secondo IAC A FLR 25 kA, 1 s.

Le celle saranno destinate al contenimento delle apparecchiature di interruzione automatica con 3 poli principali indipendenti, meccanicamente legati. Gli interruttori avranno una piastra anteriore equipaggiata con gli organi di comando e di segnalazione dell'apparecchio. Ogni interruttore potrà ricevere un comando elettrico.

Le apparecchiature IMS (interruttori di manovra e sezionamento) avranno le seguenti principali caratteristiche:

- *doppio sezionamento;*
- *saranno contenute in un involucro di resina epossidica;*
- *il sezionatore sarà a tre posizioni ed assumerà, in base alla manovra, lo stato di chiuso sulla linea, aperto, messo a terra;*
- *sarà possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto tramite un apposito oblò retroilluminato;*
- *il sezionatore dovrà ricevere sia la motorizzazione che eventuali blocchi a chiave;*
- *i comandi dei sezionatori saranno posizionati sul fronte dell'unità.*

3.4.8 Trasformatore BT/BT per servizi ausiliari di torre

Entro ciascuna torre sarà installato un trasformatore BT/BT 720V/400V per servizi ausiliari. Esso alimenterà i carichi da 400 V e 230 V come ascensore di servizio, sistema di luci di lavoro, carichi generici, riscaldamento interno e ventilazione.

Power Sockets	
Single Phase (Nacelle)	230 V (16 A) (standard) 110 V (16 A) (option)
Single Phase (Tower Platforms)	230 V (10 A) (standard) 110 V (16 A) (option)
Three Phase (Nacelle)	3 x 400 V (20 A)

Figura 3-5: Dati dei voltaggi dei servizi ausiliari interni alla WTG.

3.4.9 Cavi BT per energia e segnale

Per la distribuzione in corrente alternata BT saranno utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche: cavo multipolare del tipo FG7OR 0.6/1kV con conduttore in rame, isolamento in gomma EPR e guaina in PVC, conforme a norma CEI 20-22 e CEI 20-34. In alternativa potranno essere usati cavi tipo FG16R16 0,6/1 kV adatti per installazione su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi simili, per posa fissa all'interno e all'esterno; è ammessa la posa interrata, diretta e indiretta, costruiti con riferimento al regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575.



I circuiti di sicurezza saranno realizzati mediante cavi FTG10(O)M1 0,6/1 KV - CEI 20-45 CEI 20-22 III / 20-35 (EN50265) / 20-37 resistenti al fuoco secondo IEC 331 / CEI 20-36 EN 50200, direttiva BT 73/23 CEE e 93/68 relativa ai cavi non propaganti l'incendio, senza alogeni e a basso sviluppo di fumi opachi, con conduttori flessibili in rame rosso con barriera antifuoco.

Tutti i cavi appartenenti ad uno stesso circuito seguiranno lo stesso percorso e saranno quindi posati nella stessa canalizzazione. Cavi di circuiti a tensioni diverse saranno inseriti in tubazioni separate e faranno capo a scatole di derivazione distinte; qualora facessero capo alle stesse scatole, queste avranno diaframmi divisorii. I cavi che seguono lo stesso percorso, ed in particolare quelli posati nelle stesse tubazioni, verranno contraddistinti mediante opportuni contrassegni applicati alle estremità.

4. DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA E COLLEGAMENTO TRA GLI AEROGENERATORI

L'impianto eolico sarà connesso in antenna a 36 kV alla Stazione Elettrica di riferimento RTN mediante linea di connessione interrata a 36 kV.

Tutte le linee elettriche di collegamento degli aerogeneratori con la stazione di trasformazione a 36 kV e connessione alla rete sono previste in cavo interrato e saranno sviluppate prevalentemente in fregio alla viabilità esistente o in progetto.

I cluster nel quale è elettricamente suddiviso l'intero impianto saranno connessi alla cabina definita "di smistamento" a 36 kV sita in posizione baricentrica rispetto all'intera area di impianto tramite linee interrate costituite da cavi in alluminio tipo ARE4H5E 20.8/36 kV (con livello di isolamento fino a 42 kV).

Il tracciato dei cavidotti a 36kV in progetto è riportato nell'elaborato "2527-4953-VM_VIA_T21_Rev0_Cavidotti su CTR".

4.1 TIPOLOGIA POSA

I cavi saranno direttamente interrati in trincea, ad una profondità indicativa di 1,2 m in relazione al tipo di terreno attraversato, in accordo alle norme vigenti.

Nello specifico, per quanto attiene le profondità minime di posa nel caso di attraversamento di sedi stradali ad uso pubblico, valgono le prescrizioni del Nuovo Codice della Strada che fissa tale limite ad un metro, dall'estradosso della protezione. Per tutte le altre categorie di strade e suoli valgono i riferimenti stabiliti dalla norma CEI 11-17.

I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza minima di 85 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno come riportato in *Figura 4-1*.

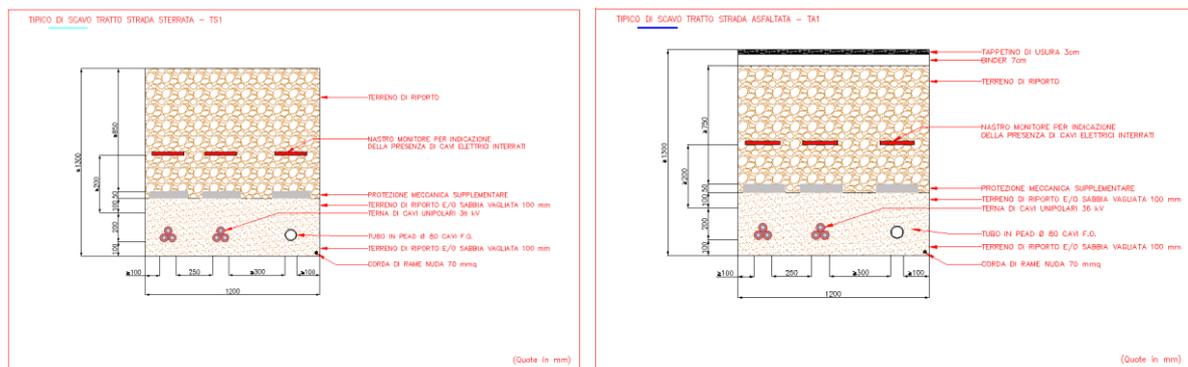


Figura 4-1: Tipico di scavo presente nell'impianto.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di rame della rete equipotenziale.

La posa dei cavi si articolerà nelle seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità precedentemente menzionate;
- posa del cavo di potenza e del dispersore di terra;
- eventuale rinterro parziale con strato di sabbia vagliata;
- posa del tubo contenente il cavo in fibre ottiche;
- posa dei tegoli protettivi;

- *rinterro parziale con terreno di scavo e/o sabbia vagliata;*
- *posa nastro monitore;*
- *rinterro complessivo con ripristino della superficie originaria.*

4.2 GIUNZIONE CAVI A 36 KV

La copertura della lunghezza delle tratte richieste dai collegamenti in progetto richiederà la giunzione di più spezzoni di cavo, in funzione della pezzatura delle bobine per le diverse sezioni dei conduttori previste.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione e con le indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti.

Ad operazione conclusa dovranno essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'Appaltatore, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante cippo di segnalazione.

4.3 TERMINAZIONE ED ATTESTAZIONE DEI CAVI

Tutti i cavi a 36 kV dovranno essere terminati su entrambe le estremità. Nell'esecuzione delle terminazioni, all'interno delle celle dei quadri si dovrà realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato.

Lo schermo dovrà essere collegato a terra da entrambe le estremità. Ogni terminazione dovrà essere dotata di una targa di riconoscimento atta ad identificare esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (L1, L2, L3).

4.4 ATTRAVERSAMENTI/INTERFERENZE

Per eventuali incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni ecc.) (Elaborato "2527-4953-VM_VIA_T24_Rev0_interferenze") è previsto lo scavo in trincea e saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate.

Per realizzare gli attraversamenti in corrispondenza della ferrovia, del fiume Cixerri e della strada provinciale SP2, è previsto l'impiego della tecnica di perforazione orizzontale teleguidata (TOC).

4.5 CARATTERISTICHE DEI CAVI A 36 KV

Le linee a 36 kV saranno costituite da terne di cavi unipolari in esecuzione ad elica visibile, con conduttore in alluminio, della tipologia ARE4H5E 20.8/36 kV (con livello di isolamento fino a 42 kV) indicato per impianti eolici, adatti per posa con interrimento diretto, in conformità alla norma CEI 11-17.

Le principali caratteristiche tecniche del cavo a 20.8/36 kV sono:

- *Conduttore: Corda rotonda intrecciata di alluminio – classe 2 – IEC 60228;*
- *Strato semiconduttore interno e esterno: Semiconduttivo interno in mescola estrusa;*
- *Isolamento: Mescola di polietilene reticolato (XLPE);*

- *Schermatura: Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale spessore 0,20mm;*
- *Guaina esterna: mescola in PE estruso, colore Rosso;*
- *Standard: EC 60840;*
- *Prova di non propagazione della fiamma: secondo normative CEI 20-35;*
- *Tensione nominale U_0/U : 20.8/36 kV;*
- *Temperatura massima di esercizio del conduttore di fase: 90°C;*
- *Temperatura massima di corto circuito: 250°C (5 sec).*

I cavi saranno posati direttamente interrati, riempiendo la trincea con il materiale di risulta dello scavo e/o sabbia vagliata riducendo notevolmente il materiale eccedente; si potranno posare su un eventuale letto di sabbia al fine di garantire una maggior protezione agli urti e allo schiacciamento e saranno predisposte delle protezioni meccaniche e un sistema di segnalazione con nastro monitore.

Le sezioni tipiche di posa dei cavidotti a 36 kV in progetto sono riportate nell'elaborato "2527-4953-VM_VIA_T23_Rev0_Sezioni tipo vie cavo".



5. INTERVENTI LATO SSE 36 KV RTN

L'impianto eolico verrà collegato in antenna alla sezione 36 kV di una Stazione Elettrica di successiva realizzazione. Dalla nuova stazione Terna sarà predisposto un collegamento effettuato con una linea elettrica in cavo, costituita da due terne in parallelo, per la connessione dell'impianto eolico allo stallo designato dal TSO.

Si rimanda alle seguenti tavole di dettaglio per una maggiore comprensione ed inquadramento planimetrico delle aree d'impianto: "2527-4953-VM_VIA_T03_Rev0_Inquadramento territoriale", "2527-4953-VM_VIA_T26_Rev0_Layout OC". Dalla lettura dello schema unifilare del presente progetto ("2527-4953-VM_VIA_T19_Rev0_Schema elettrico unifilare"), è possibile riscontrare le informazioni e le caratteristiche impiantistiche dell'impianto eolico e dei suoi elementi.

6. INTERVENTI LATO UTENTE

6.1 IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE

L'impianto di terra del parco eolico deve essere rispondente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522.

L'impianto di messa a terra dell'aerogeneratore sarà realizzato collocando diversi anelli concentrici intorno alla torre dell'aerogeneratore, come riportato in *Figura 6-1*. Sarà installato un secondo anello con sezione di 70 mm^2 concentrico esterno sulla base dell'aerogeneratore, posto ad almeno un metro di profondità dalla base della torre dell'aerogeneratore. Sarà infine realizzato, sempre con un conduttore di rame nudo con sezione di 70 mm^2 , un terzo anello concentrico, esterno alla base, unito in quattro punti ai passanti in acciaio che si trovano nei punti medi dei bordi esterni della fondazione. I tre anelli concentrici devono essere quindi uniti a formare una superficie equipotenziale.

Gli impianti di messa a terra dei diversi aerogeneratori saranno tra loro interconnessi tramite un conduttore di rame nudo con sezione di 70 mm^2 e dovranno essere collegati all'impianto di messa a terra della sottostazione di trasformazione, come riportato nell'elaborato "2527-4953-VM_VIA_T25_Rev0_Layout impianto di terra".

Gli aerogeneratori saranno dotati inoltre di impianti protezione dalle scariche atmosferiche connessi all'impianto di terra.

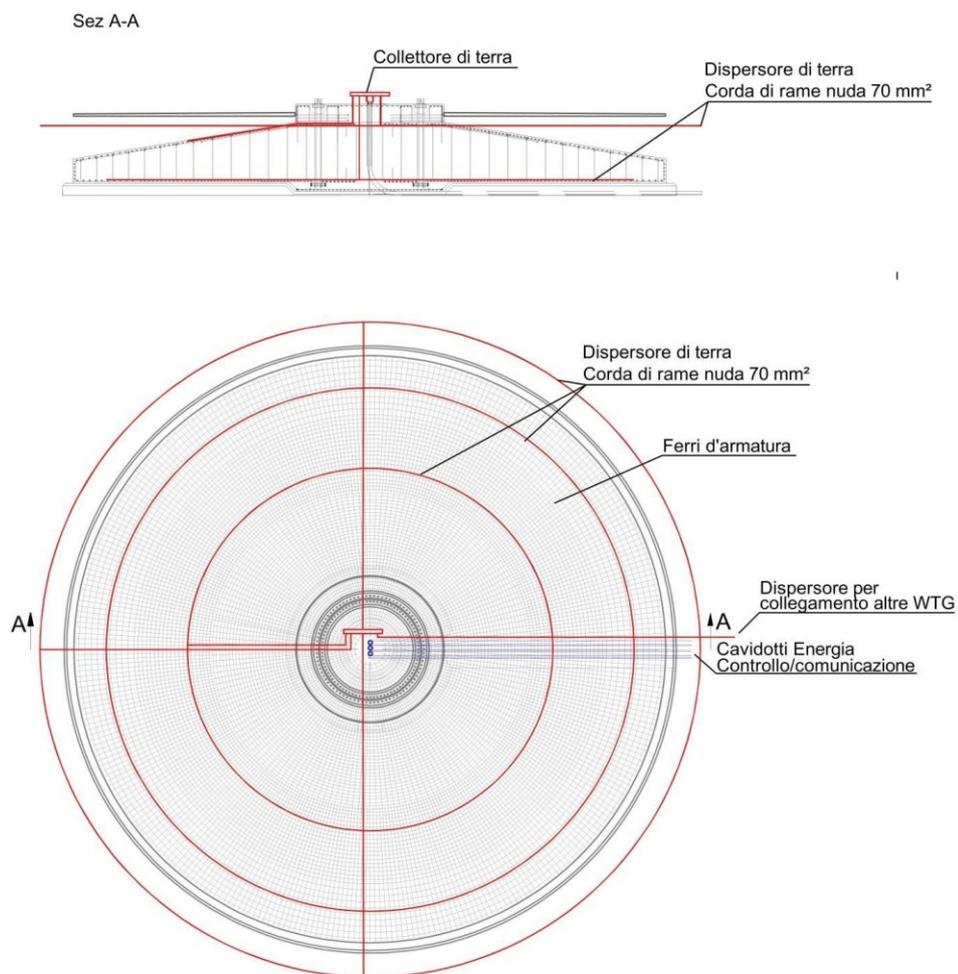


Figura 6-1: Impianto di terra aerogeneratore

6.2 CABINA DI CONNESSIONE E RACCOLTA E OPERE CIVILI CONNESSE

È stato ipotizzato il posizionamento della cabina di connessione e raccolta in adiacenza alla stazione Terna di riferimento.

La cabina, esercita anch'essa a livello di tensione 36 kV, avrà dimensioni indicative in pianta di circa 30,30 x 8,70 m e sarà suddivisa in 3 locali distinti: sala quadri 36 kV, sala trasformatore ausiliari, sala quadri BT e controllo.

Nella sala quadri 36 kV saranno presenti:

- i quadri con le celle di sezionamento in arrivo e partenza;
- la sala trasformatore avrà all'interno un trasformatore per l'alimentazione dei carichi ausiliari;
- la sala quadri BT e controllo avrà all'interno i quadri BT per l'alimentazione dei carichi ausiliari o piccoli carichi locali lungo il tracciato di connessione.

Di seguito si riporta l'allestimento tipo per la cabina di connessione e raccolta e le relative viste in pianta e prospetto:

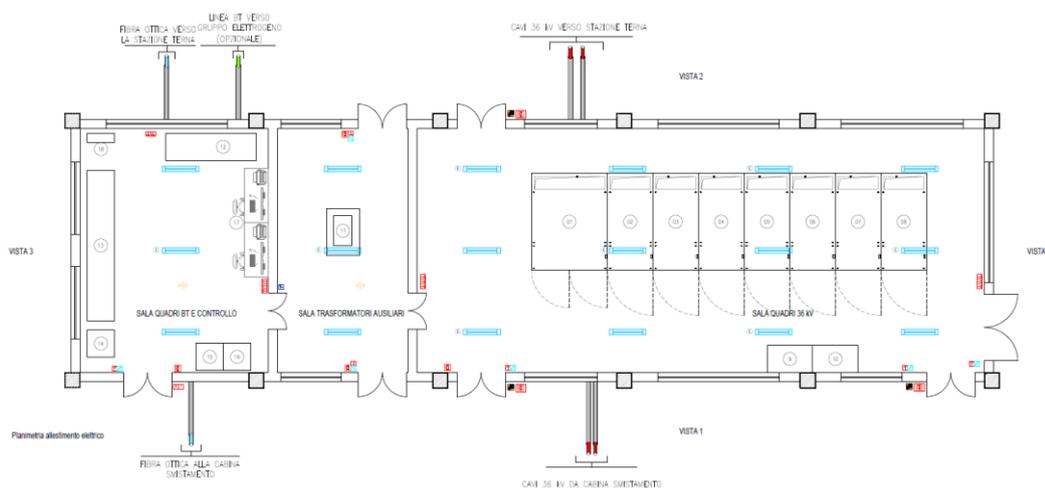


Figura 6-2: Allestimento tipo cabina di connessione e raccolta

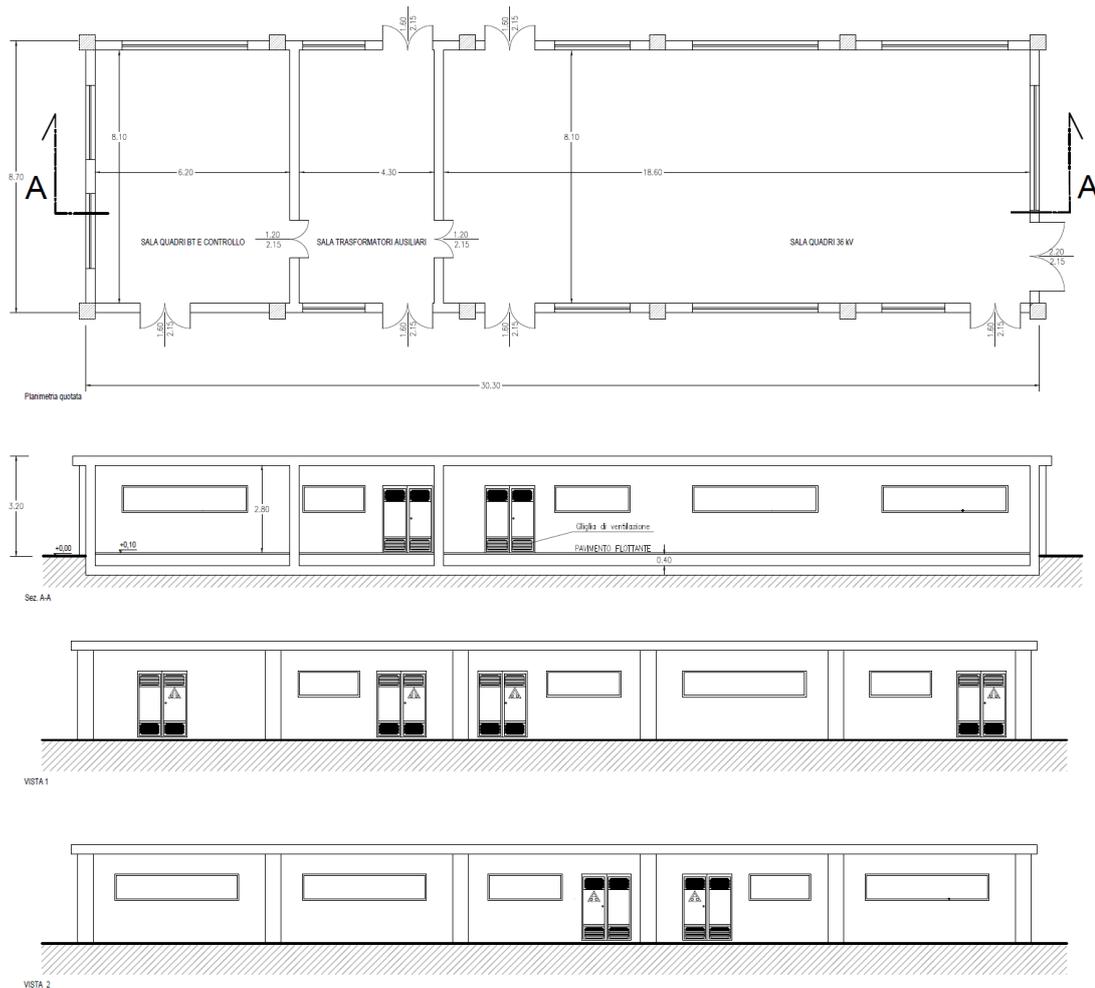


Figura 6-3: Viste in pianta, sezione e prospetto cabina di connessione e raccolta

6.3 CABINA DI SMISTAMENTO E OPERE CIVILI CONNESSE

Come riportato nella sezione introduttiva è stata prevista la possibilità di smistamento delle linee in partenza verso le WTG. La cabina di smistamento sarà posizionata in posizione baricentrica rispetto alle WTG.

La cabina, esercita anch'essa a livello di tensione 36 kV, avrà dimensioni indicative in pianta di circa 30,30 x 8,70 m e sarà suddivisa in 3 locali distinti: sala quadri 36 kV, sala trasformatore ausiliari, sala quadri BT e controllo.

Nella sala quadri 36 kV saranno presenti:

- i quadri con le celle di sezionamento in arrivo e partenza;
- la sala trasformatore avrà all'interno un trasformatore per l'alimentazione dei carichi ausiliari;
- la sala quadri BT e controllo avrà all'interno i quadri BT per l'alimentazione dei carichi ausiliari o piccoli carichi locali lungo il tracciato di connessione.

Di seguito l'allestimento tipo di una cabina di sezionamento e i riferimenti dimensionali con le viste in pianta e prospetto:

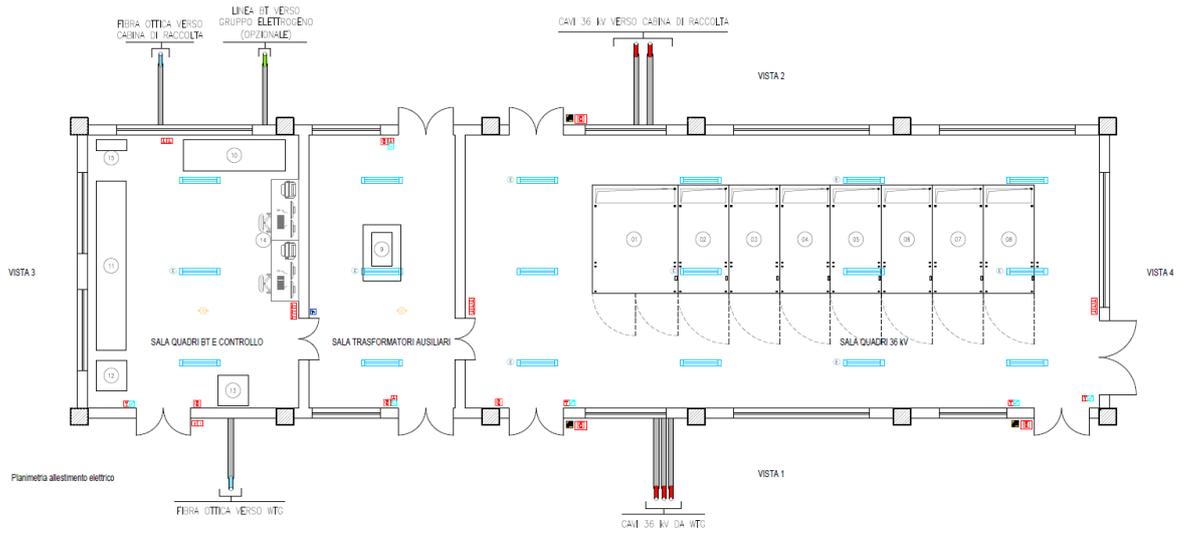


Figura 6-4: Allestimento tipo cabina di smistamento

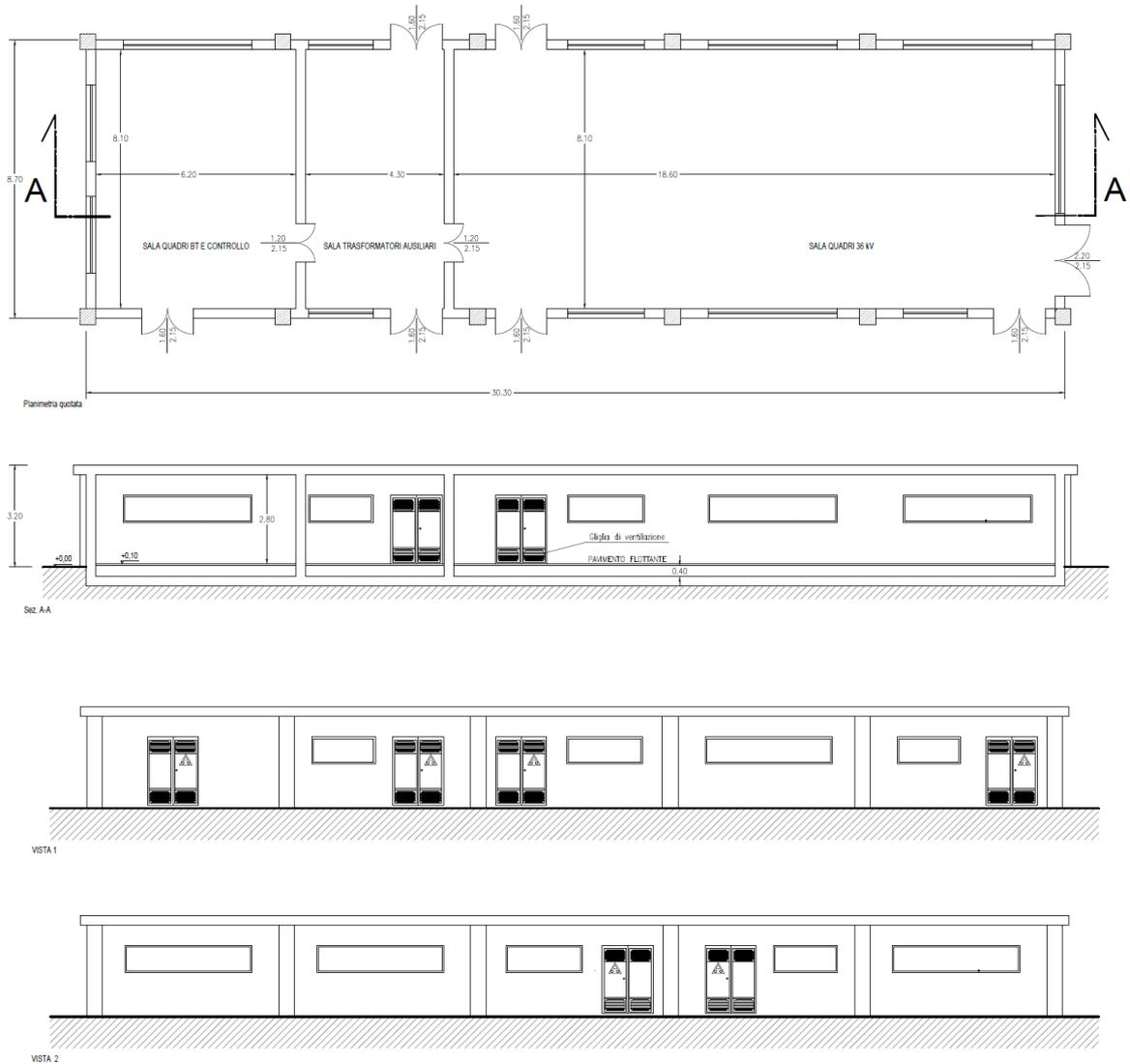


Figura 6-5: Viste in pianta e prospetto cabina di smistamento

6.4 OPERE DI FONDAZIONE

Di seguito sono riportate le principali attività civili per la realizzazione delle cabine di connessione e raccolta e smistamento:

- *Livellamento del terreno realizzato con sbancamenti e/o riporti di terreno;*
- *Realizzazione di recinzioni ed ingressi pedonali e carrabili;*
- *Realizzazione di fondazioni in c.a. gettato in opera o prefabbricati;*
- *Realizzazione di vie cavi costituite da cunicoli, tubazioni per cavi e pozzetti;*
- *Realizzazione di edificio quadri;*
- *Realizzazione di viabilità;*
- *Realizzazione di impianti di illuminazione, di rilevazione incendi del fabbricato.*

6.5 SISTEMA DI REGOLAZIONE E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO

Per consentire a Terna il controllo in tempo reale della rete elettrica saranno installate, all'interno della cabina di connessione e raccolta e, in sezione ridondata all'interno dell'area di impianto eolico, le apparecchiature necessarie al prelievo e alla trasmissione al sistema di controllo di Terna delle teleinformazioni stabilite col regolamento di esercizio.

- Tutti i componenti dell'impianto eolico saranno predisposti per comunicare con un sistema SCADA in modo da rendere possibile la eventuale gestione remota dell'impianto eolico da parte del Gestore della Rete Nazionale e/o del gestore locale dell'impianto il tutto attraverso il controllo dei parametri rilevanti dell'impianto (potenza attiva/reactiva, tensione, frequenza, fattore di potenza, performance di produzione e tele-distacco).
- Tutti i parametri rilevanti dell'impianto eolico saranno continuamente monitorati da un sistema dedicato, compatibile con tutte le altre apparecchiature e, in caso di guasto di un componente, la porzione di impianto verrà isolata automaticamente dalle protezioni e sarà segnalato su un sistema HMI, sia localmente che remoto.
- Ogni funzione dell'aerogeneratore verrà monitorata e controllata in tempo reale attraverso un sistema di controllo dedicato, basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM che si estenderà sull'intero parco eolico.
- Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e la valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica ed effettiva.