

OGGETTO

**PARCO EOLICO MANCIANO**



PROGETTO

**REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO IN AREE TOTALMENTE IDONEE (D.Lgs. n°199/2021 e Allegato 1b del PIT Regione Toscana) COMPOSTO DA 7 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 50,4 MW**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE**

CONSULENZA



**SINTECNICA ENGINEERING S.R.L.**  
Piazza IV Novembre, 4  
Milano - 20124  
P.I. 10246080963

Progettista:

**ING. DUCCIO MONTEMAGGI**



Gruppo di Lavoro:

**GIULIO GORINI  
MATTEO FARULLI  
LUCA TRIPPANERA  
SAMUELE GIRAFFA**

PROPONENTE



**GRUPPO VISCONTI MANCIANO S.R.L.**  
Via Giuseppe Ripamonti, 44  
Milano - 20141  
P.I. 13357780967

TITOLO ELABORATO

**RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE**

**Numero attività**  
395.GVI.23  
**Codice Documento**  
R.CV.395.GVI.23.014.00

Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
00	22.03.2024	Emissione	G.G.	D.M.	L.T.
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

**Località**  
**COMUNE DI MANCIANO**  
Provincia di Grosseto  
Regione Toscana

PROGETTO PARCO EOLICO MANCIANO  
COMUNE DI MANCIANO  
PROVINCIA DI GROSSETO - REGIONE TOSCANA

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE



## Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	COMUNI INTERESSATI.....	3
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	3
4	CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO.....	3
5	CRONOLOGIA PRATICA TERNA.....	4
	5.1 INFORMAZIONI PRATICA.....	4
6	STAZIONE AT.....	5
	6.1 APPARECCHIATURE AT.....	5
	6.1.1 Interruttore con tensione nominale 132 kW.....	6
	6.1.2 Sezionatori orizzontali tensione nominale 132kV con lame di messa a terra 6.....	6
	6.1.3 Trasformatore di corrente a tensione nominale di132kV.....	7
	6.1.4 Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 132kV.....	7
	6.1.5 Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 132kV.....	8
	6.1.6 Scaricatori per tensione nominale a 132kV.....	8
	6.2 TRASFORMATORE ELEVATORE TP.....	9
	6.2.1 Caratteristiche tecniche.....	9
	6.2.2 Caratteristiche costruttive.....	9
	6.3 CAVO AT.....	10
	6.4 SEZIONE IN MEDIA TENSIONE.....	10
	6.4.1 Quadro MT.....	10
	6.4.2 Cavi MT.....	10
	6.5 SEZIONE DI BASSA TENSIONE C.A. E C.C.....	11
	6.5.1 Trasformatore MT/BT.....	11
	6.5.2 Quadro BT centralizzato di distribuzione.....	11
	6.5.3 Sistema di alimentazione dei servizi ausiliari in c.c.....	11
	6.6 SISTEMA DI PROTEZIONE, MONITORAGGIO, COMANDO E CONTROLLO.....	11
	6.7 IMPIANTO LUCE E F.M.....	12
7	RETE DI TERRA DELLA STAZIONE.....	13
8	FABBRICATI.....	14
	8.1 EDIFICIO INTEGRATO COMANDO E CONTROLLO.....	14
	8.2 ALTRE OPERE CIVILI.....	14
9	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	14
10	CONCLUSIONI.....	16
11	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	17
	11.1 Leggi.....	17
	11.2 Norme tecniche.....	17
	11.3 Prescrizioni Terna.....	18

## PREMESSA

La società proponente Gruppo Visconti Manciano S.R.L. nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e del proprio piano di sviluppo nella Regione Toscana prevede di realizzare un parco eolico denominato "Parco Eolico Manciano" situato nel Comune di Manciano (GR); pertanto si rende necessario connettere tali impianti alla RTN.

L'allacciamento di un parco eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è subordinato alla richiesta di connessione alla rete, da presentare al Gestore.

Per il progetto in oggetto, il Gestore (TERNA) prescrive che il "Parco Eolico" debba essere collegato in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto". Il presente documento fornisce la descrizione generale della nuova "Stazione" elettrica a 132 kV PER-2 e dei sistemi elettrici associati.

## 1 COMUNI INTERESSATI

L'impianto sarà composto da n°7 Aereogeneratori WTG, all'interno del Comune di Manciano.

## 2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La Stazione Elettrica in oggetto sarà connessa, tramite cavo in AT allo Stallo disponibile presso la Stazione AT Utente Iberdrola. Lo schema unifilare è riportato nel documento "D.CV.395.GVI.23.009.00– *Schema elettrico unifilare*".

L'indicazione delle particelle catastali interessate dalla stazione e dalla relativa viabilità di accesso è riportata nell'apposito documento "R.CV.395.GVI.23.013.00 - *Inquadramento catastali ed elenco particelle*".

## 3 CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO

Valore minimo temperatura ambiente all'interno:	0 °C
Valore minimo temperatura ambiente all'esterno:	-5 °C
Temperatura ambiente di riferimento per la portata delle condutture:	+ 30°C
Grado di inquinamento:	III
Irraggiamento:	1000W/m <sup>2</sup>
Altitudine e pressione dell'aria:	variazioni non considerate (altitudine inferiore ai 1000m s.l.m.m.)
Umidità all'interno:	95%
Umidità all'esterno:	fino al 100% per periodi limitati
Classificazione sismica (OPCM3274del2003):	zona 2
Accelerazione orizzontale massima:	0,25g

## 4 CRONOLOGIA PRATICA TERNA

Nel presente paragrafo sono riportate le informazioni relative alla pratica di connessione alla RTN di Terna e le date con i corrispondenti documenti e pagamenti.

### 4.1 INFORMAZIONI PRATICA

#### INFORMAZIONI PRINCIPALI

- CODICE PRATICA: 202305882

#### DATI RICHIESTA

- CLASSIFICAZIONE IMPIANTO: FONTI RINNOVABILI (FER)  
- TIPOLOGIA DI SOGGETTO RICHIEDENTE: RICHIEDENTE E PRODUTTORE  
- TIPOLOGIA IMPIANTO: EOLICO  
- SOTTO TIPOLOGIA IMPIANTO: EOLICO ON-SHORE

#### IMPIANTO

- NOME IMPIANTO: PARCO EOLICO MANCIANO  
- DESCRIZIONE IMPIANTO: IMPIANTO EOLICO 50.400 kW

#### DATI POTENZA

- TIPOLOGIA RELAZIONE: IMMISSIONE  
- POTENZA IMPIANTO RICHIESTA 50,4 MW  
- POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 50,4 MW  
- POTENZA NOMINALE IMPIANTO DI PRODUZIONE 50,4 MW  
- POTENZA SERVIZI AUSILIARI 900 kW

#### REGIONE PRIMARIA

- REGIONE TOSCANA  
- PROVINCIA GROSSETO  
- COMUNE PRIMARIO MANCIANO

## 5 STAZIONE AT

Il nuovo stallo AT di connessione alla RTN verrà collegato tramite cavo in AT allo Stallo AT nella Stazione AT di Iberdrola. All'interno della stazione verrà realizzato un edificio (edificio integrato) per ospitare i servizi ausiliari, la sala quadri, i locali batterie, i locali MT/BT.

### 5.1 APPARECCHIATURE AT

Tutte le Apparecchiature AT ed i sistemi di protezione, comando e controllo con i relativi ausiliari saranno conformi all'allegato A3 del Codice di Rete "Requisiti e caratteristiche di riferimento di Stazioni e linee della RTN". Lo stallo linea di collegamento alla RTN sarà costituito da:

- Un sostegno tralicciato per le terminazioni cavo AT di partenza linea
- Tre terminazioni cavo AT
- Sezionatore tripolare di linea e terra
- Tre trasformatori di tensione capacitivi
- Un Interruttore tripolare
- Tre Trasformatori di corrente
- Tre trasformatori induttivi
- Tre trasformatori di corrente
- Un Trasformatore trifase TP da 132/30 kV
- Un sostegno tralicciato per le terminazioni cavo AT di arrivo linea (da installare presso lo stallo disponibile nella SSE di Riparbella)
- Tre terminazioni cavo AT (da installare presso lo stallo disponibile nella SSE di Riparbella)

Le apparecchiature sopra descritte hanno le caratteristiche riportate nei seguenti paragrafi.

### 5.1.1 INTERRUTTORE CON TENSIONE NOMINALE 132 KW

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 83 kV (Kg/m <sup>3</sup> ) valori minimi consigliati	da 14 a 56(*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	145	
Corrente nominale (A)	2000	1250
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	650	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	275	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	40-31.5	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	100-80	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1'-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	5
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	50	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	700	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

Figure 1 – Scheda interruttore con tensione 132 kW

### 5.1.2 SEZIONATORI ORIZZONTALI TENSIONE NOMINALE 132KV CON LAME DI MESSA A TERRA

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	270
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
<b>Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra</b>	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV,A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

Figure 2 – Scheda sezionatori orizzontali tensione nominale 132kV con lame di messa a terra

### 5.1.3 TRASFORMATORE DI CORRENTE A TENSIONE NOMINALE DI 132KV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	145
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5-40
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	trascurabile
<b>Prestazioni(**) e classi di precisione:</b>		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	275
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	650
Salinità di tenuta alla tensione di 84 kV	(kg/m <sup>3</sup> )	Da 14 a 56(*)
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti</b>		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(\*\*) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Figure 3 - Scheda trasformatore di corrente a tensione nominale di 132kV

### 5.1.4 TRASFORMATORE DI TENSIONE CAPACITIVO A TENSIONE NOMINALE DI 132KV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	145
Rapporto di trasformazione	$\frac{132.000/\sqrt{3}}{100/\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	275
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	650
Salinità di tenuta alla tensione di 84 kV (kg/m <sup>3</sup> )	da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C <sub>pa</sub> (pF)	≤(300+0,05 C <sub>n</sub> )
- G <sub>pa</sub> (μS)	≤50
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Figure 4 – Schema trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 132kV

### 5.1.5 TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO A TENSIONE NOMINALE DI 132KV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	145
Tensione nominale primaria (V)	132.000/ $\sqrt{3}$
Tensione nominale secondaria (V)	100/ $\sqrt{3}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	275
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	650
Salinità di tenuta alla tensione di 84 kV (kg/m <sup>3</sup> )	da 14 a 56(*)
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044-2
- verticale (N)	

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere Intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Figure 5 – Schema trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 132kV

### 5.1.6 SCARICATORI PER TENSIONE NOMINALE A 132KV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	92
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 84 kV (kg/m <sup>3</sup> )	da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	145
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 $\mu$ s) (kV)	336
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 $\mu$ s) (kV)	386
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 $\mu$ s) (kV)	270
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	3
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	40

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

Figure 6 – Schema scaricatori per tensione nominale a 132kV

## 5.2 TRASFORMATORE ELEVATORE TP

Nell'area prospiciente lo stallo AT sarà installato, su un apposito basamento di contenimento, un trasformatore trifase avente le seguenti caratteristiche (preliminari):

### 5.2.1 CARATTERISTICHE TECNICHE

• Rapporto di trasformazione:	132/30 kV $\pm$ 10 x 1.25 %
• Potenza nominale:	42 MVA
• Raffreddamento:	ONAN
• Variatore sotto carico:	motorizzato
• Gruppo vettoriale:	YNd11
• Tensione massima:	145kV
• Frequenza:	50Hz
• Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico AT:	650kV
• Livello d'isolamento a frequenza industriale AT:	275kV
• Tensione di cortocircuito:	10%
• Collegamento avvolgimento Primario:	Stella
• Collegamento avvolgimento Secondario:	Triangolo

### 5.2.2 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Il trasformatore trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 132kV e secondaria 30kV, è 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 sono 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 vengono 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 è 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 (circolazione naturale dell'olio e dell'aria). Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB.

Il trasformatore è dotato di:

- valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa
- valvola di scarico delle sovrappressioni
- Relè Buchholz
- indicatore livello olio
- pozzetti termometrici
- morsetti per la messa a terra della cassa
- golfari di sollevamento
- rulli di scorrimento orientabili

## 5.3 CAVO AT

Il cavo AT di collegamento dello stallo PER-2 allo stallo PER-1 avrà le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale 145 kV
- Tensione massima 170 kV
- Materiale del conduttore Alluminio
- Isolamento XLPE
- Guaina metallica Alluminio corrugato termosaldato
- Sezione 1000 mm<sup>2</sup>

## 5.4 SEZIONE IN MEDIA TENSIONE

### 5.4.1 QUADRO MT

Quadro MT di arrivo dal Parco Eolico con protezione arco interno AFL 16 kA x 1s. avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale 36 kV
- Tensione di esercizio 30 kV
- Tensione tenuta frequenza industriale 70 kV
- Tensione tenuta impulso 1,2/50  $\mu$ s 170 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale Sbarre 1250 A
- Corrente nominale derivazioni 1250 A
- Corrente di Cto Cto x 1 s. 16 kA
- Corrente di picco 40 kA

Il Quadro MT è composto da:

- N° 3 Montanti arrivo linea da impianto eolico
- N° 1 Montante partenza trasformatore MT/AT
- N° 1 Montante trasformatore MT/BT per alimentazione ausiliari

### 5.4.2 CAVI MT

Cavi MT in Alluminio conformi alle IEC 60502-2 tipo "Airbag" di tipo non propaganti l'incendio ed a bassa emissione di gas tossici aventi le seguenti sezioni preliminari:

- Linea tra Quadro MT e Trasformatore 3 x 3 x 186 mm<sup>2</sup>
- Linee tra gruppi di WTG e Quadro MT:
  - n°3 WTG: 3 x 300 mm<sup>2</sup>
  - n°2 WTG 3 x 150 mm<sup>2</sup>
- Linee di collegamento tra WTG: 3 x 50 mm<sup>2</sup>

## 5.5 SEZIONE DI BASSA TENSIONE C.A. E C.C.

### 5.5.1 TRASFORMATORE MT/BT

Trasformatore trifase isolato in resina avente le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale 160 kVA
- Tensioni nominali  $30 \pm 2 \times 2.5 / 0.400$  kV
- Gruppo vettoriale Dyn11

### 5.5.2 QUADRO BT CENTRALIZZATO DI DISTRIBUZIONE

Il quadro sarà alimentato dal trasformatore dei servizi ausiliari, le principali utenze del Quadro BT sono:

- N°2 raddrizzatori carica batteria in AC/CC
- Illuminazione e F.M.
- Scaldiglie ed utenze varie

### 5.5.3 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI IN C.C

Il sistema 110V è costituito da:

- Una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore
- Un quadro di distribuzione a 110 Vcc
- Sistema UPS se necessario

Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria.

In caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi vengono commutati automaticamente sull'altro.

Le principali utenze a 110 Vcc sono:

- Sistema di protezione, comando e controllo delle apparecchiature AT e MT
- Illuminazione di emergenza
- Impianto rilevamento incendio
- Impianto di video-sorveglianza e anti-intrusione.

## 5.6 SISTEMA DI PROTEZIONE, MONITORAGGIO, COMANDO E CONTROLLO

La stazione può essere controllata da: un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e da un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo (comando e segnalazione), protezione e misura centralizzati sono installati nell'edificio di stazione ed interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate. Essi hanno la funzione di provvedere al comando, al rilevamento segnali e misure e alla protezione dello stallo, agli interblocchi tra le apparecchiature di stallo e tra queste e apparecchiature di altri stalli, alla elaborazione dei comandi in arrivo dalla sala quadri e a quella dei segnali e misure da inoltrare alla stessa, alle previste funzioni di automazione dello stallo, all'oscillo per turbografia di stallo e all'acquisizione dei dati da inoltrare al registratore cronologico di eventi.

Le protezioni elettriche di AT saranno in accordo al "Codice di Rete" Allegato A-11.

Dalla sala quadri centralizzata è possibile il controllo della stazione qualora venga a mancare il sistema di teletrasmissione o quando questo è messo fuori servizio per manutenzione.

In sala quadri la situazione dell'impianto (posizione degli organi di manovra), le misure e le segnalazioni sono rese disponibili su un display video dal quale è possibile effettuare le manovre di esercizio.

Oltre ad un sistema di Misura Contrattuale classe 0.2, installato in corrispondenza del punto di connessione, sarà previsto un contatore di energia in classe 0.2 per le misure fiscali UTIF.

## 5.7 IMPIANTO LUCE E F.M.

L'impianto di illuminazione sarà realizzato conformemente a quanto indicato nel par.6.1.5 della Norma CEI 11-1 e dovrà garantire:

- Livelli di illuminazione medi tali da consentire operazioni di esercizio, pronto-intervento e messa in sicurezza anche di notte;
- illuminazione dell'ingresso e delle aree esterne (ove necessario);
- illuminazione interna degli edifici di stazione;
- illuminazione di sicurezza delle strade interne e periferiche della stazione, nonché per i locali degli edifici con presidio previsto.

Ai fini della sicurezza, oltre all'illuminazione indicata, deve essere prevista un'illuminazione di emergenza per gli edifici comandi e servizi ausiliari e per le strade principali.

L'illuminazione del piazzale di stazione sarà realizzata con lampioni di tipo stradale.

Esse dovranno essere in grado di garantire nella stazione i seguenti livelli di illuminamento:

- un primo livello destinato al servizio normale di ispezione notturna con illuminamento medio di 10 lux (min. 1,5 lux), con accensione automatica mediante crepuscolare;
- un secondo livello destinato al servizio supplementare di manutenzione o interventi urgenti, con illuminamento medio di 30 lux (min. 10 lux), con accensione manuale da interruttore ubicato sul quadro di comando situato in prossimità della torre;
- fattore di uniformità (Emin/Emed) non inferiore a 0,25.

Saranno inoltre previsti i seguenti sistemi:

- Impianto di ventilazione e condizionamento nell'edificio
- Impianto di rilevazione incendio
- Impianto di controllo accessi e anti-intrusione.

## 6 RETE DI TERRA DELLA STAZIONE

L'impianto di terra della stazione sarà rispondente alle prescrizioni riportate nei par. 3.1.6 e 8.5 della Norma CEI 11-1 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37.

Tutta l'area occupata dalla sottostazione sarà dotata di una maglia di terra che sarà realizzata con conduttori di rame nudo, posta a 0,7 m di profondità dalla superficie e dimensionata termicamente secondo le indicazioni del capitolo 9 della norma CEI 11-1.

Per la progettazione del dispersore di terra si assumono le seguenti ipotesi di progetto:

- |  |         |
|--|---------|
| • Tempo durata del guasto: <sup>1</sup>                                  | 0,5 s   |
| • Corrente di cortocircuito monofase:                                    | 31,5 kA |
| • Resistività del terreno:   | 150Ωm   |
| • Resistività manto superficiale (10 cm di ghiaia, $\varnothing$ 2÷4cm): | 3000Ωm  |

Si conetteranno direttamente a terra i seguenti elementi, che si considerano messa a terra di servizio:

- I neutri dei trasformatori di potenza e misura.
- Le prese di terra dei sezionatori di messa a terra.
- Le prese di terra degli scaricatori di sovratensione per l'eliminazione di sovratensione e scariche atmosferiche.
- Tutti gli elementi metallici dell'impianto saranno connessi alla rete di terra, rispettando le esigenze descritte nella CEI 11-1 (capitolo 9).

Si conetteranno a terra (protezione delle persone contro contatto diretto) tutte le parti metalliche normalmente non sottoposte a tensione, ma che possano esserlo in conseguenza di avaria, incidenti, sovratensione o tensione indotta.

Per questo motivo, si conetteranno alla rete di terra:

- Le carcasse di trasformatori, motori e altre macchine
- Le tubature di conduttori metallici

Nell'edificio servizi ausiliari e sala quadri non si metteranno a terra:

- Le porte metalliche esterne dell'edificio
- Le sbarre anti-intrusione delle finestre
- Le griglie esterne di ventilazione

La rete di terra sarà formata da una maglia non superiore a circa 4 m x 4 m, e si realizzerà con un conduttore a corda di rame nuda di sezione 95 mm<sup>2</sup>; per il collegamento degli apparati alla rete di terra si utilizzerà corda di rame nuda di sezione 120 mm<sup>2</sup>.

In corrispondenza dei sostegni metallici degli apparati la maglia di terra sarà più fitta; inoltre per evitare elevati gradienti di potenziale si eviteranno, per il conduttore di terra esterno, raggi di curvatura inferiore a 8 m.

### NOTE :

<sup>1</sup>La specifica tecnica TERNA "Requisiti e Caratteristiche di Riferimento delle Stazioni Elettriche della RTN" cap.9, valuta 1s per cortocircuiti trifase e 0,5s per monofase a terra.

## 7 FABBRICATI

### 7.1 EDIFICIO INTEGRATO COMANDO E CONTROLLO

L'ubicazione dell'edificio è stata prevista all'interno della stazione AT. La superficie complessiva di tale edificio sarà di circa 132 m<sup>2</sup>. Tale edificio avrà al suo interno i seguenti locali:

- Sala quadri per protezione, comando e controllo dell'impianto;
- Locale Quadri MT.
- Locale quadri BT in c.a.e c.c.
- Locale per le batterie di tipo ermetico;
- Locali vari (servizi igienici, ecc.).
- Locale Trasformatore Servizi Ausiliari

Per quel che riguarda il sistema di sicurezza dei SA, è bene precisare che al fine di rilevare qualsiasi perdita di isolamento, il sistema di messa a terra generale deve essere TN-S con neutro franco a terra.

### 7.2 ALTRE OPERE CIVILI

Per l'esecuzione del progetto sono inoltre necessarie le seguenti opere civili:

- Spianamento del terreno in quota;
- Platea di fondazione in calcestruzzo armato per apparecchiature;
- Fondazioni di tipo prismatico di calcestruzzo tipo Rck250 armato, da realizzare per la fondazione delle strutture e dei supporti degli apparati;
- Recinzione con muretto alto h=1m e recinzione superiore metallica;
- Sistemazione delle aree interessate dalle apparecchiature elettriche con finitura a ghiaietto;
- Pavimentazione delle strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna con massiciata realizzata con arido di cava
- trincea esterna al perimetro di recinzione (a circa 1 m di distanza) per ospitare la rete principale di terra della sottostazione;
- Basamento per il posizionamento del Trasformatore MT/AT e relativa vasca interrata di raccolta olio.

## 8 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

L'impianto sarà progettato e costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003).

Si rileva inoltre che nella Stazione Elettrica, che sarà normalmente esercita in tele-conduzione, non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

### Limiti permessi

Secondo il decreto DPCM del 8/07/2003 si adottano i seguenti limiti in materia di elettrodotti (da intendersi espressi in valore efficace):

#### Campo elettrico

- 5kV/m. in aree frequentate da persone per una parte significativa del giorno,
- 10kV/m. in aree in cui l'esposizione è limitata a poche ore al giorno.

I valori di campo elettrico sono riferiti al campo elettrico non perturbato, in assenza di persone, animali o cose.

### Campo magnetico

- 100  $\mu\text{T}$  per zone di transito di persone.
- 1000 $\mu\text{T}$  per zone di transito limitato.

E' da notare che generalmente per tali impianti le fasce di rispetto, determinate dal luogo in cui i valori dell'induzione magnetica sono entro i limiti ammessi, sono interne alla recinzione dell'impianto, come si legge, tra l'altro, al paragrafo 5.2.2 del Decreto MATT 29 maggio 2008.

In particolare, in accordo al DPCM 8/7/2003 ed alla Legge 36-2001, si definiscono:

### Limiti di esposizione:

Campo Elettrico: 5 [kV/m]  
Campo Magnetico 100 [ $\mu\text{T}$ ]

### Valori di attenzione:

Campo Magnetico: 10 [ $\mu\text{T}$ ]

Questi valori si applicano principalmente in aree abitative, aree di gioco per infanzia, aree scolastiche.

### Obiettivo di Qualità.

Campo Magnetico: 3 [ $\mu\text{T}$ ]

Nella progettazione di nuove opere, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione a Campi Elettrici e Magnetici, si applicano i limiti derivanti dagli Obiettivi di Qualità.

Ai sensi del DM del 29/5/2003 e della Guida CEI 106-11 le linee a 30 kV realizzate con conduttori unipolari cordati ad elica raggiungono i valori di 3  $\mu\text{T}$  a circa 50÷80 cm. dall'asse della linea.

A titolo di esempio si riporta il risultato di un calcolo effettuato per una cabina primaria ENEL a AT/MT, le cui correnti sono paragonabili a quelle da considerare nel presente caso.

Si osserva che in tal caso la Distanza di Prima Approssimazione DPA calcolata è pari a **14m** dall'asse del sistema di sbarre AT e quindi rimanendo all'interno della superficie di stazione.

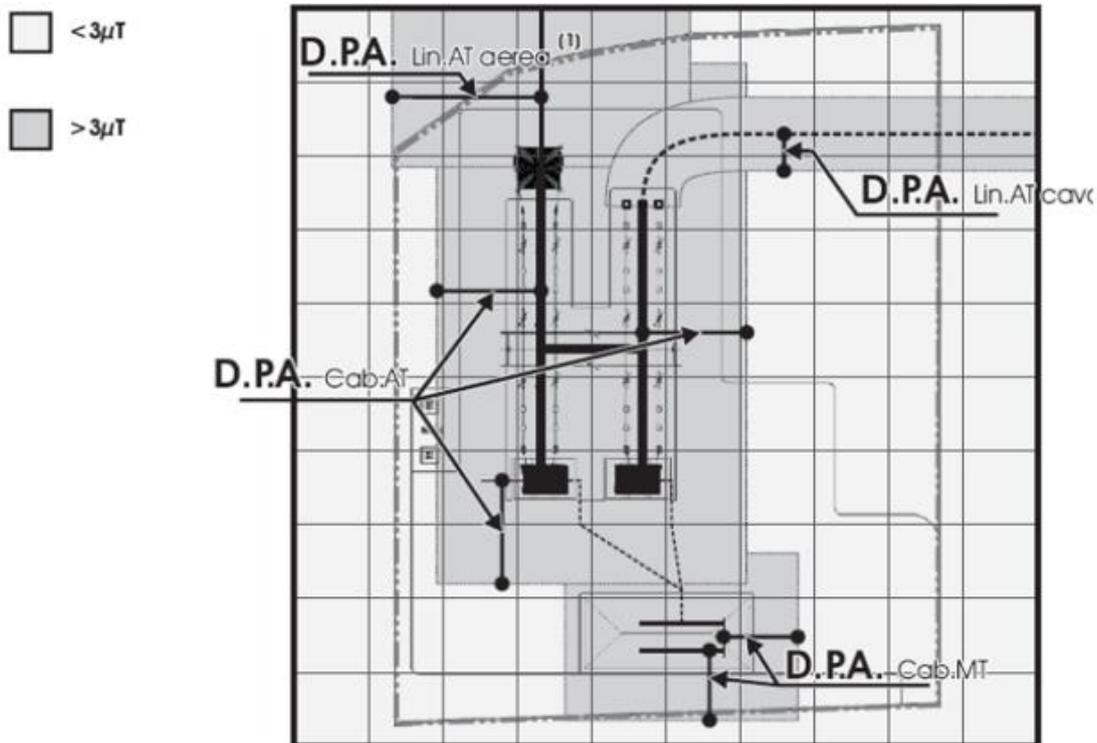


Figure 7 - determinazione della DPA per una Cabina Primaria isolata in aria a132 Kv

## 9 CONCLUSIONI

La sezione dedicata ai campi elettrici e magnetici dimostra il rigoroso rispetto dei limiti normativi, in particolare la Legge 36/2001 e il D.P.C.M. 08/07/2003, nell'impianto eolico.

Con limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici ben sotto le soglie di preoccupazione per la salute, la progettazione assicura sicurezza e minimizzazione dell'impatto ambientale.

Le operazioni in tele-conduzione riducono la presenza umana, limitando ulteriormente l'esposizione.

Queste pratiche, conformi alle normative, enfatizzano la sostenibilità e l'affidabilità dell'impianto nel contesto della transizione energetica.

## 10 RIFERIMENTI NORMATIVI

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento. Tutte le opere, nel rispetto della "regola dell'arte", nonché delle leggi, norme e disposizioni vigenti, inoltre, se non diversamente specificato, dovranno essere realizzate in osservanza delle Norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore.

Si riporta nel seguito un elenco delle principali leggi e norme di riferimento. S'intendono comprese nello stesso tutte le varianti, le errata corrige, le modifiche ed integrazioni.

### 10.1 Leggi

- Legge sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro: D.P.R.547del27/4/1955 e successive integrazioni, aggiornamenti e circolari;
- Legge n.186 del 1/3/1968 Costruzione di impianti a regola d'arte;
- D.M.n.37 del 22 gennaio 2008. Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. n.447 del 6/12/1991;
- T.U. Sicurezza "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- DM24 /11/1984 (Norme relative ai gasdotti);
- DM12/03/1998 Elenco riepilogativo di norme armonizzate adottate ai sensi del comma 2 dell'art.3 del DPR24luglio1996, n.459: "Regolamento per l'attuazione delle direttive del Consiglio 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine";
- DM05/08/1998 Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne;
- Legge36/2001 e D.P.C.M.08/07/2003 norme per "esposizione ai campi elettrici e magnetici ed elettromagnetici";
- Norme e Raccomandazioni IEC;
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/ISPESL);
- Norme di unificazione UNI e UNEL.
- Direttive europee

### 10.2 Norme tecniche

- CIGRE General guide lines for the design of outdoor AC substations–Working Group 23.03
- CEI 11-27 – Lavori su impianti elettrici
- CEI EN 50110-1-2 – Esercizio degli impianti elettrici
- CEI 11-1 – Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
- CEI 11-4 – Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- CEI EN 60721-3-3 – Classificazioni delle condizioni ambientali.
- CEI EN 60721-3-4 – Classificazioni delle condizioni ambientali.
- CEI EN 60068-3-3 – Prove climatiche e meccaniche fondamentali. Parte3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature
- CEI 64-2 – Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione
- CEI 64-8 – Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua

- CEI EN 62271-100 – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione
- CEI EN 62271-102 – Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione
- CEI EN 61009-1 – Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
- CEI EN 60898-1 – Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- CEI 33-2 – Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
- CEI 36-12 – Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000V
- CEI EN 60044-1 – Trasformatori di corrente
- CEI EN 60044-2 – Trasformatori di tensione induttivi
- CEI EN 60044-5 – Trasformatori di tensione capacitivi
- CEI 57-2 – Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
- CEI 57-3 – Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
- CEI EN 60076-1 – Trasformatori di potenza
- CEI EN 60137 – Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1kV
- CEI EN 60099-4 – Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata
- CEI EN 60099-5 – Scaricatori–Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione
- CEI EN 60507 – Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata
- CEI EN 60694 – Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
- CEI EN 60529 – Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI EN 60168 – Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000V
- CEI EN 60383-1 – Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000V–Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata
- CEI EN 60383-2 – Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000V–Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata
- CEI EN 61284 – Linee aeree–Prescrizioni e prove per la morsettiera
- CEI EN 61000-6-2 – Immunità per gli ambienti industriali
- CEI EN 61000-6-4 – Emissione per gli ambienti industriali

### 10.3 Prescrizioni Terna

- Doc. INSIX1016–Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT
- Doc. DRRPX04042–Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120kV
- Doc. DRRPX02003 – Criteri di automazione delle stazioni elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV
- Doc. DRRPX03048 – Specifica funzionale per sistema di monitoraggio delle reti elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV