

Regione Sicilia



Comune di Calatafimi Segesta



Provincia di Trapani



Comune di Gibellina



**Progetto di un impianto agrivoltaico avanzato denominato "Làgani", una potenza complessiva pari a 70,365 MWp integrato con un sistema di accumulo della potenza di 10 MW, da realizzarsi nei Comuni di Calatafimi Segesta (TP) e Gibellina (TP)**

## PROGETTO DEFINITIVO

DELL'IMPIANTO DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

CODICE ELABORATO

**GOSO\_CLT\_013\_R\_00**

TITOLO ELABORATO

**RELAZIONE OPERE CONNESSIONE**

Proponente:

**GO-SOLE**

GO-SOLE S.r.L.

Piazza del Grano 3  
39100 Bolzano (BZ)  
go-sole@legalmail.it

CF/P.IVA 03225430218

Progettazione



Progettista

Dr. Geol. Michele Ognibene



Dr. Ing. Daniele Cavallo

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
		00	28.08.2024	DEFINITIVO PER CONSEGNA VIA/AU	R.CAVALLO	D.CAVALLO

<b>1. OGGETTO E SCOPO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DATI GENERALI .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Dati del Proponente.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Località di realizzazione dell'intervento .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Destinazione d'uso.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4. Dati catastali .....</b>	<b>5</b>
<b>2.5. Connessione.....</b>	<b>7</b>
<b>3. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>8</b>
<b>4. COMPONENTI STAZIONI AT .....</b>	<b>11</b>
<b>4.1. DESCRIZIONE COMPONENTI.....</b>	<b>12</b>
4.1.1. Apparecchiature AT .....	12
4.1.2. Trasformatore MT/AT .....	15
<b>4.2. Container quadri .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3. Apparecchiature MT e BT.....</b>	<b>16</b>
4.3.1. Apparecchiature MT .....	16
4.3.2. Apparecchiature sezione BT: servizi ausiliari .....	17
4.3.3. Quadro protezioni.....	18
4.3.4. Quadro Raddrizzatore e carica batterie.....	19
4.3.5. Quadro SA cc e ca .....	19
4.3.6. Misura fiscale dell'energia elettrica .....	20
4.3.7. Sistema di controllo e monitoraggio.....	20
4.3.8. RTU TERNA.....	20
4.3.9. UPDM.....	20
4.3.10. Trasformatore ausiliari.....	21
4.3.11. Gruppo elettrogeno .....	21
<b>4.4. Cavi elettrici .....</b>	<b>22</b>
4.4.1. Cavi elettrici di media tensione .....	22
4.4.2. Cavi elettrici di bassa tensione .....	22
<b>4.5. Impianto di terra.....</b>	<b>23</b>
4.5.1. Dimensionamento termico del dispersore .....	23
4.5.2. Tensioni di contatto e di passo .....	24
<b>4.6. Servizi generali ed impianti tecnologici .....</b>	<b>24</b>
<b>4.7. Opere civili.....</b>	<b>25</b>
<b>5. IMPIANTO DI UTENZA COMUNE .....</b>	<b>26</b>
<b>5.1. APPARECCHIATURE AT .....</b>	<b>26</b>

<b>5.2. SISTEMA DI PROTEZIONE, MONITORAGGIO, COMANDO E CONTROLLO.....</b>	<b>27</b>
<b>5.3. RETE DI TERRA .....</b>	<b>27</b>
<b>6. ELETTRODOTTO AT 220 KV .....</b>	<b>29</b>
<b>6.1. Caratteristiche tecniche dell'elettrodotto .....</b>	<b>29</b>
6.1.1. Condizioni di posa e di installazione .....	30
<b>7. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....</b>	<b>32</b>
<b>7.1. CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 220 KV .....</b>	<b>32</b>
<b>7.2. CAMPO ELETTROMAGNETICO NELLA STAZIONE UTENTE .....</b>	<b>34</b>
<b>8. ASPETTI RELATIVI AL RUMORE .....</b>	<b>36</b>
<b>9. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>37</b>

## 1. OGGETTO E SCOPO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, mediante tecnologia fotovoltaica con tracker monoassiale, che la Società proponente – GO-SOLE srl - intende realizzare in agro dei Comuni di Calatafimi Segesta (TP) e Gibellina (TP).

L'impianto avrà una potenza installata di 70.365 kWp e l'energia prodotta verrà immessa sulla rete RTN in alta tensione.

Si evidenzia che sebbene la potenza di picco dell'impianto agrivoltaico in progetto sarà pari a 70.365 kWp, la potenza in immissione sarà di 54,400 kW, inferiore rispetto alla potenza installata di picco in quanto, per l'effetto combinato delle perdite legate alla disposizione geometrica dei pannelli (dovute a ombreggiamento, riflessione), delle perdite proprie dell'impianto (dovute a temperatura, sporco, mismatch, conversione ecc.) e delle perdite di connessione alla rete, l'energia immessa al punto di consegna non sarà mai superiore a tale valore. Qualora, in condizioni meteo-climatiche favorevoli, l'impianto potesse produrre più potenza, la stessa sarà limitata a livello dei convertitori AC/DC in modo da non superare il limite di immissione previsto al punto di consegna.

Si evidenzia inoltre che l'impianto sarà completo di un sistema di accumulo da 10 MW, con capacità di 40 MWh.

L'impianto permetterà di ottenere una produzione annua di circa 131 GWh/anno, pari al consumo medio annuo di energia elettrica di 52.250 famiglie.

Questo progetto, inoltre, apporterà importanti benefici ambientali sia in termini di mancate emissioni di inquinanti che di risparmio di combustibile: l'impianto consentirà di evitare l'emissione di circa 58.000 t/anno di anidride carbonica. Il bilancio sull'ambiente sarà pertanto nettamente positivo.

## 2. DATI GENERALI

### 2.1. DATI DEL PROPONENTE

Di seguito i dati anagrafici del soggetto proponente:

<b>SOCIETA' PROPONENTE</b>	
Denominazione	GO-SOLE S.R.L.
Indirizzo sede legale	Piazza del Grano, 3 - 39100 Bolzano (BZ)
Codice Fiscale/Partita IVA	03225430218
Capitale Sociale	10.000,00 €
PEC	<a href="mailto:go-sole@legalmail.it">go-sole@legalmail.it</a>

Tabella 2-1 – Informazioni principali della Società Proponente

## 2.2. LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'impianto agrivoltaico oggetto del presente documento sarà realizzato nel comune di Calatafimi Segesta (TP). Il cavidotto 30 kV relativo all'impianto interesserà invece i comuni di Calatafimi Segesta e di Gibellina (TP).

La Stazione Utente, il sistema di accumulo e le opere di rete relative all'impianto saranno realizzate nel comune di Gibellina (TP).

## 2.3. DESTINAZIONE D'USO

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo.

## 2.4. DATI CATASTALI

I terreni interessati dall'intervento per quanto riguarda l'area di impianto, così come individuati da catasto del comune di Calatafimi Segesta (TP) sono:

- Area impianto 1:
  - FG 106 particelle 30, 38
- Area impianto 2:
  - FG 107 particelle 146, 147, 148, 149, 166, 167, 169, 170, 171, 177, 178, 179, 180, 181, 185, 186, 187
- Area impianto 3:
  - FG 107 particella 26
- Area impianto 4:
  - FG 107 particelle 37, 39, 42, 43, 57, 104, 105, 106, 125, 151, 152, 153, 154, 160, 161, 162
- Area impianto 5:
  - FG 108 particelle 2, 9, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 27, 37, 38, 39, 40, 41, 57, 60, 61, 71, 72, 75, 76,77
- Area impianto 6:
  - FG 109 particelle 8, 9
  - FG 112 particelle 1, 3, 37, 38, 53, 54, 57, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114
- Area impianto 7:
  - FG 113 particelle 104, 105, 122, 135, 136, 162, 163, 189, 190, 123, 73, 167, 63, 72, 160, 161, 166, 168, 186, 187, 188
- Area impianto 8:
  - FG 122 particelle 68, 126, 127

L'area della Stazione Utente e dello stallo condiviso 220 kV interesserà i seguenti terreni, così come individuati da catasto del comune di Gibellina (TP):

- FG 5 particelle 192, 209, 210 e 284

Il sistema di accumulo intesserà i seguenti terreni, così come individuati da catasto del comune di Gibellina (TP):

- FG 5 particelle 180, 190

Le opere di rete e la stazione RTN cui si collegherà l'impianto, interesserà invece i seguenti terreni, così come individuati da catasto del comune di Gibellina (TP):

- FG 7 particelle 115, 214, 216

Tutti i terreni su cui saranno installati i moduli fotovoltaici e realizzate le infrastrutture necessarie, risultano di proprietà privata e corrispondono a terreni ad uso prevalentemente agricolo.

Luogo di installazione	Comune di Calatafimi Segesta (TP)
Potenza di Picco (kWp)	70.365 kWp
Potenza Nominale (kW)	54.400 kWp (Potenza disponibile per la connessione)
Informazioni generali del sito	Sito collinare ben raggiungibile da strade statali/provinciali/comunali
Tipo di strutture di sostegno	Inseguitore monoassiale
Coordinate area impianto 1	Latitudine 37°51'25.45"N Longitudine 12°52'40.04"E
Coordinate area impianto 2	Latitudine 37°51'50.60"N Longitudine 12°52'58.58"E
Coordinate area impianto 3	Latitudine 37°51'49.80"N Longitudine 12°53', 24.90"E
Coordinate area impianto 4	Latitudine 37°51'36.00"N Longitudine 12°53'6.38"E
Coordinate area impianto 5	Latitudine 37°51'50.99"N Longitudine 12°53'47.31"E
Coordinate area impianto 6	Latitudine 37°51'49.75"N Longitudine 12°54'42.50"E
Coordinate area impianto 7	Latitudine 37°51'30.81"N Longitudine 12°55'44.26"E
Coordinate area impianto 8	Latitudine 37°51'11.52"N Longitudine 12°55'57.49"E
Coordinate BESS	Latitudine 37°49'2.13"N Longitudine 12°56'25.68"E
Coordinate stazione utente	Latitudine 40°42'51.42"N

	Longitudine 8°24'31.65"E
Coordinate stallo condiviso	Latitudine 37°49'17.96"N
	Longitudine 12°56'28.40"E
Coordinate stazione RTN	Latitudine 40°42'51.42"N
	Longitudine 8°24'31.65"E

Tabella 2-2 – Dati impianto

## 2.5. CONNESSIONE

La Società FRI-EL S.p.A. ha presentato a Terna S.p.A. ("il Gestore") la richiesta di connessione alla RTN per una potenza in immissione di 54,4 MW. Alla richiesta è stato assegnato Codice Pratica 202200711.

Il progetto di connessione prevede che la centrale venga collegata in antenna a 220 kV con una nuova stazione elettrica di smistamento (SE) a 220 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Partinico - Partanna".

La STMG è stata volturata alla società proponente il progetto, con accettazione da parte di Terna S.p.A. in data 06 Giugno 2024.

### 3. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade amministrativamente all'interno del Comune di Calatafimi Segesta (TP), per un'area complessiva recintata di circa 106 ettari.

Dal punto di vista cartografico, l'area di impianto ricade all'interno delle Tavole Foglio n°257, Quadrante II Orientazione SE denominato "Calatafimi" mentre la stazione lato utente e il sistema di accumulo interesseranno il Foglio n°257 Quadrante II Orientazione NE "S. Ninfa". Il tracciato del cavidotto ricadrà anche nel Foglio n°258 Quadrante IV Orientazione SO "Monte Pietroso" e il Foglio n°258 Quadrante III Orientazione NO "Gibellina", della Carta Ufficiale d'Italia edita dall' I.G.M.I. in scala 1:25.000. Il progetto si inquadra altresì nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 all'interno delle sezioni 606110 "Monte Baronìa" i cluster da Area 1 ad Area 6 e parte del cavidotto, nella sezione 606120 "Sirignano" i sotto impianti Area 7 e Area 8 e parte del cavidotto, infine nella sezione 606160 "Costa di Raia" la stazione lato utente, il sistema di accumulo e la parte terminale del cavidotto.

L'area interessata dal progetto è facilmente raggiungibile grazie ad una rete di strade di vario ordine presenti in zona.



Figura 3-1 – Inquadramento regionale

Le coordinate delle diverse aree di impianto, nonché del sistema di accumulo, della stazione utente, dello stallo condiviso e delle opere di rete sono riportate in Tabella 2-2.

Si riportano di seguito estratti delle tavole di progetto riportanti l'inquadramento di tali opere.



Figura 3-2 – Area impianto su ortofoto

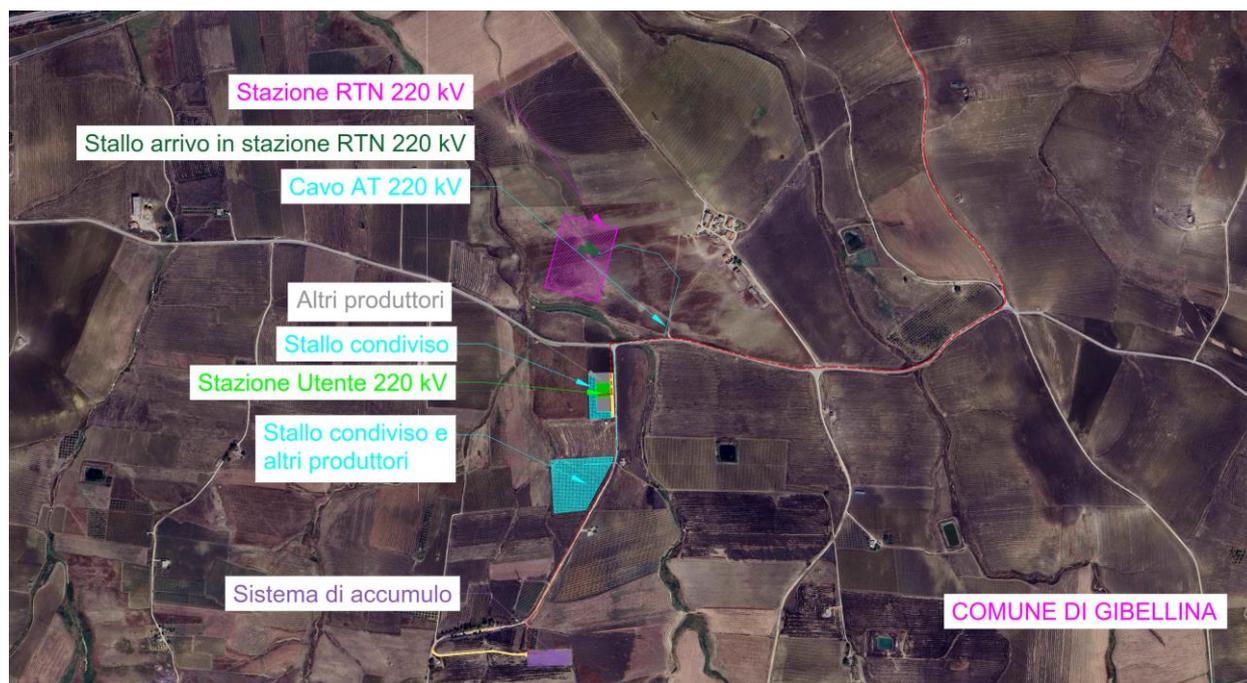


Figura 3-3 – Area opere di rete su ortofoto

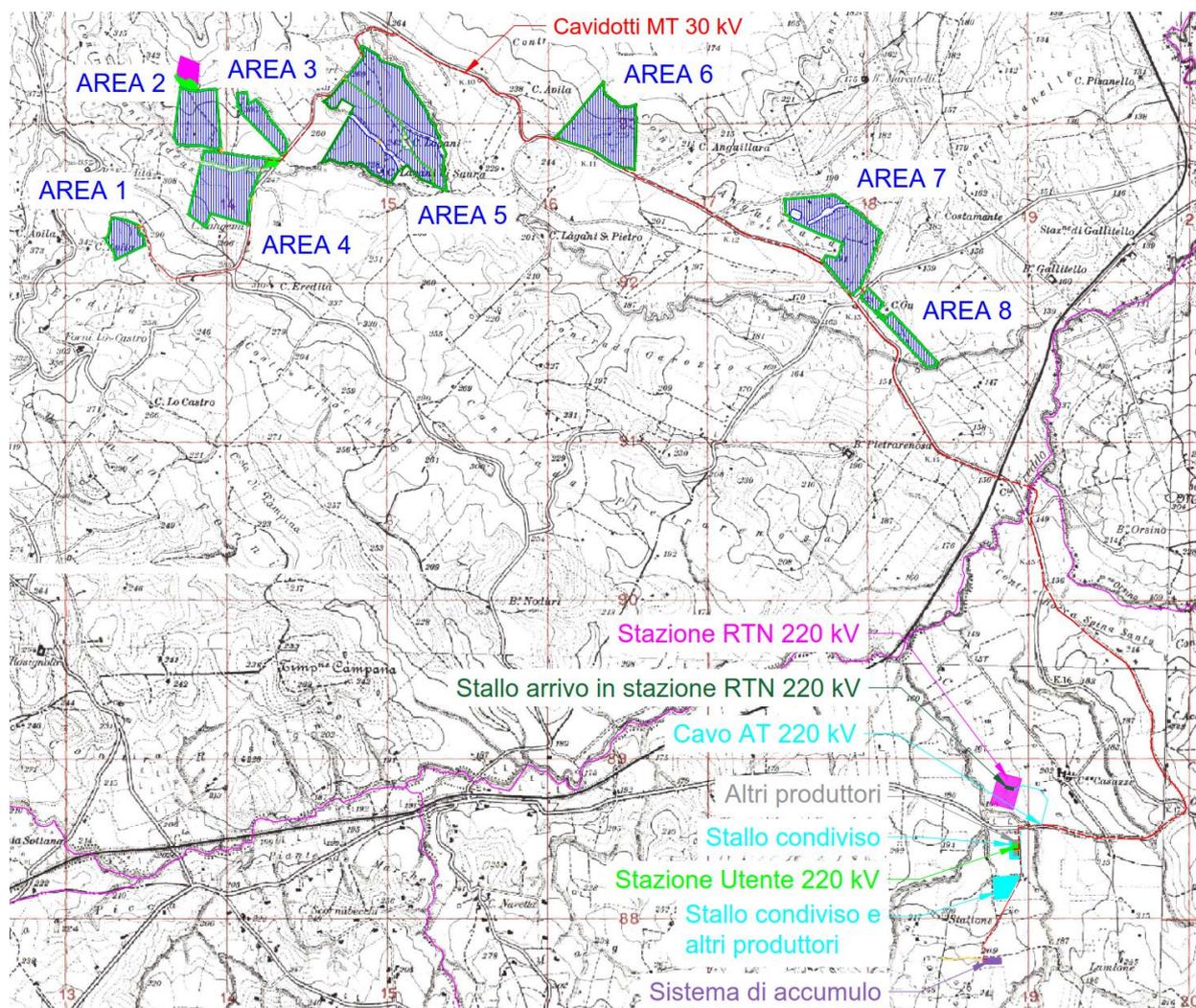


Figura 3-4 – Inquadramento su IGM 1:25000 – Area impianto

#### 4. COMPONENTI STAZIONI AT

I criteri progettuali adottati per la stazione utente 30/220 kV seguono le specifiche tecniche emanate dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (TERNA S.p.A.) - "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" Rev. 02 del 26.05.2015.

Il dimensionamento geometrico e spaziale degli impianti, ai fini dell'esercizio e della manutenzione, risponde ai seguenti requisiti di osservanza della Norma CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata".

Per il dimensionamento della rete di terra, saranno seguite le prescrizioni delle Norma CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522.

La stazione elettrica 30/220 kV di utenza, così come lo stallo condiviso saranno dotati di apparecchiature elettriche AT, MT e BT, sistemi di gestione per il suo funzionamento, impianti tecnologici e servizi ausiliari, come descritto nei seguenti paragrafi.

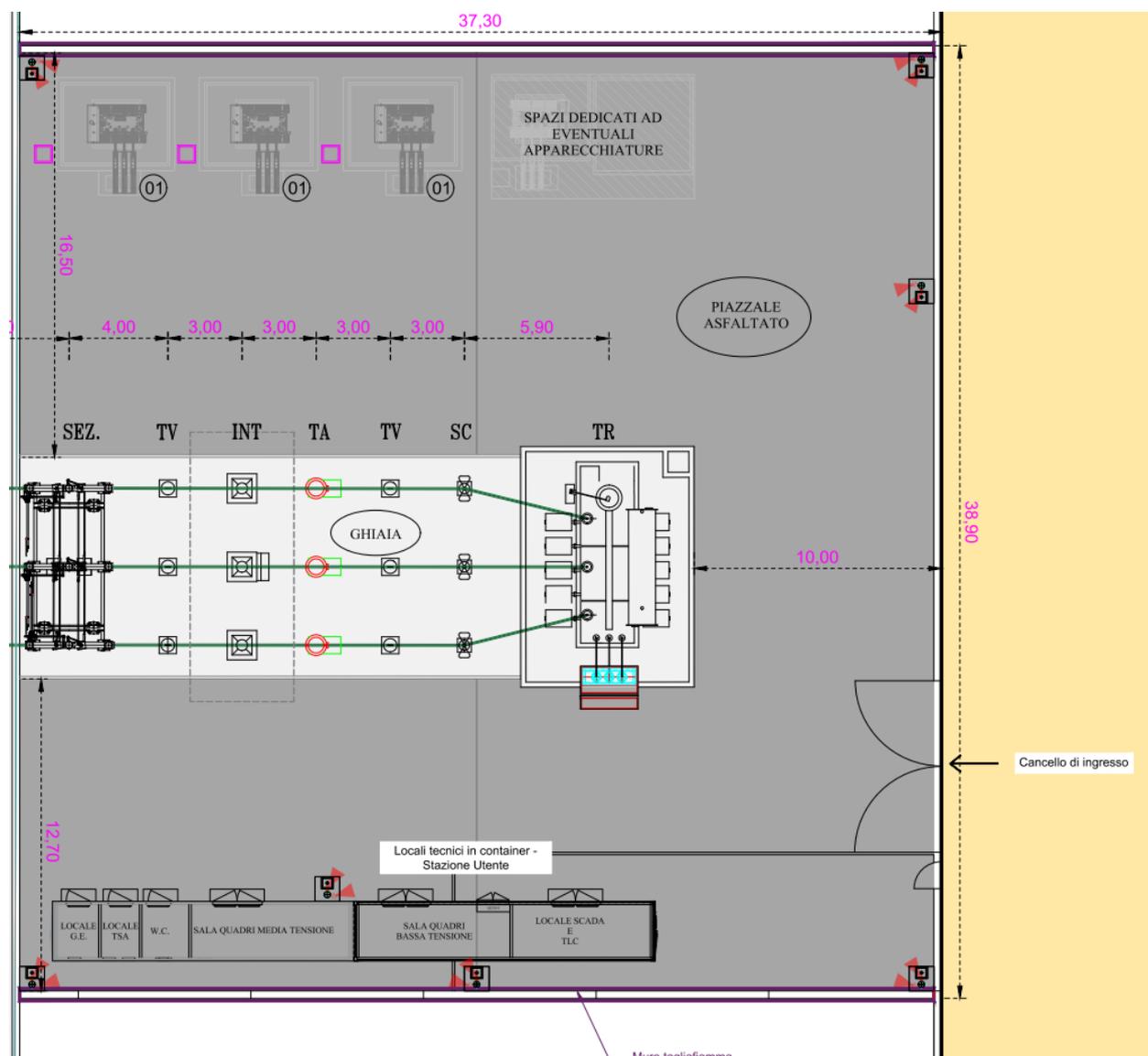


Figura 4-1 – Planimetria elettromeccanica stazione utente 220/30 kV

I componenti principali della stazione Utente risultano i seguenti:

- Edificio ausiliario, suddiviso opportunamente in locali separati, per l'alloggiamento di:
  - quadro MT
  - quadri BT in corrente alternata e continua per l'alimentazione dei sistemi ausiliari di impianto
  - quadri protezioni della stazione
  - sistema di controllo e monitoraggio dell'intero impianto
  - sistema di controllo e monitoraggio degli aerogeneratori
  - trasformatore ausiliari
  - servizi igienici
- 1 Stallo 220 kV per l'allacciamento alle sbarre dello stallo condiviso
- 1 Trasformatore elevatore 220/30 kV, completo di sistema di messa a terra lato MT
- 1 generatore di emergenza per l'alimentazione dei carichi essenziali di impianto
- Reattori shunt ed eventuali altre apparecchiature per la gestione della rete di media tensione.

## 4.1. DESCRIZIONE COMPONENTI

### 4.1.1. APPARECCHIATURE AT

I componenti in AT, a 220 kV, che costituiscono lo Stallo Utente, a partire dalle sbarre dello stallo condiviso, sono:

- n. 1 sezionatore di linea tripolare rotativo, orizzontale con comando delle lame di linea motorizzato e comando delle lame di terra manuale;
- n. 3 trasformatori di tensione induttivi isolati in SF6 con isolatori in silicone;
- n. 1 interruttore tripolare isolato in SF6 equipaggiato con un comando a molla;
- n. 3 trasformatori amperometrici isolati in SF6 con isolatori in silicone;
- n. 3 trasformatori di tensione capacitivi isolati in SF6 con isolatori in silicone;
- n. 3 scaricatori di sovratensione a ossido di zinco completi di contascariche;
- n. 1 TR 220/30 kV con potenza di 56/70 MVA (valore preliminare) con raffreddamento tipo ONAN/ONAF - gruppo vettoriale YNd11;

Le principali caratteristiche elettriche dei componenti AT sono riportate nei seguenti paragrafi.

#### 4.1.1.1. Interruttore

Tensione nominale/massima (kV)	220 / 245
Livello di isolamento nominale:	
- tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	1050
- tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	460
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale (A)	≥ 630
Durata nominale di corto circuito (s)	1
Corrente nominale di corto circuito (kA)	40
Potere di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	100
Sequenza di manovra nominale	O-0,3s-CO-1min-CO
Gas	SF6

L'interruttore sarà corredato di un armadio di comando unico per i tre poli, predisposto per l'interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della stazione.

#### 4.1.1.2. Sezionatore

Tensione nominale/massima (kV)	220 / 245
Corrente nominale (A)	≥ 630
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	40
- valore di cresta (kA)	100
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	1050
- sul sezionamento (kV)	1200
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	460
- sul sezionamento (kV)	530

Il sezionatore, corredato di un armadio unico per i tre poli, predisposto per l'interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della stazione sarà provvisto sia di meccanismi di

manovra a motore che manuali e di interblocco AREL con il sezionatore di terra dei cavi MT di collegamento QMT-TR.

Il comando delle lame di terra, solo ed esclusivamente normale, è combinato nello stesso armadio delle lame principali. Il sezionatore sarà dotato di un dispositivo di interblocco meccanico diretto che consente la manovra del sezionatore di terra solo con sezionatore aperto e viceversa.

#### 4.1.1.3. Trasformatore di corrente

Tensione nominale/massima (kV)	220 / 245
Frequenza nominale (Hz)	50
Rapporto di trasformazione nominale (A/A)	200/5
Numero di nuclei (n)	3
Corrente termica nominale permanente (p.u.)	1,2 Ip
Corrente termica nominale di emergenza 1 h (p.u.)	1,5 Ip
Corrente dinamica nominale (Idyn)	2,5 Ith
Corrente termica di corto circuito (kA)	≥ 40
Prestazioni e classi di precisione:	
- misura (VA/cl.)	30/0,2
- protezione (VA/cl)	30/5P30
Tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	510
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	1175

#### 4.1.1.4. Trasformatore di tensione induttivo

Tensione primaria nominale (kV)	220/√3
Tensione secondaria nominale (V)	100/√3
Numero avvolgimenti secondari (n)	1
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazioni nominali e classi di precisione:	
- secondario di misura (VA/cl.)	50/0,2
- secondari di protezione (VA/cl.)	---
Tensione massima per l'apparecchiatura (kV)	245
Tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	460
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	1050

#### 4.1.1.5. Trasformatore di tensione capacitivo

Tensione primaria nominale (kV)	$220/\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale (V)	$100/\sqrt{3}$
Numero avvolgimenti secondari (n)	3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazioni nominali e classi di precisione:	
- secondario di misura (VA/cl.)	50/0,2
- secondari di protezione (VA/cl.)	100/3P
Tensione massima per l'apparecchiatura (kV)	245
Tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	460
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	1050

#### 4.1.2. TRASFORMATORE MT/AT

Per la trasformazione di tensione 30/220 kV sarà utilizzato un trasformatore da esterno trifase, con avvolgimenti immersi in olio, munito di variatore di rapporto sotto carico (220 kV +/- 12x1,25%), con neutro ad isolamento pieno verso terra, gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra, ma comunque accessibile e predisposto al collegamento futuro se necessario e/o richiesto. Il trasformatore avrà le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale (MVA)	56 / 70
Tipo di raffreddamento	ONAN / ONAF
Rapporto di trasformazione (kV/kV)	220 / 30
Tensione massima (kV/kV)	245 / 36
Tensione di tenuta nominale ad impulso atmosferico (kV)	1050 / 170
Tensione di tenuta nominale a frequenza industriale (kV)	460 / 70
Impedenza di corto circuito	12% (rif 70 MVA)
Commutatore sotto carico sull'avvolgimento AT	$\pm 12 \times 1,25\%$
Gruppo vettoriale	YNd11
Isolamento degli avvolgimenti	uniforme

Il trasformatore, in accordo allo standard TERNA, sarà dotato almeno delle seguenti protezioni:

- 26Q: sovratemperatura olio, con soglia di allarme e di scatto;
- 99Q: livello olio, con soglia di allarme;

- 63Q: pressione olio, con soglia di scatto;
- 97T: Relè Buchholz di trasformatore, con soglia di allarme e scatto;
- 97VSC: Relè Buchholz di variatore sotto carico, con soglia di scatto;
- 99VSC: livello olio nel variatore sotto carico, con soglia di allarme.

Dovrà essere inoltre previsto il dispositivo di controllo e comando del variatore sotto carico (90TR).

#### 4.2. CONTAINER QUADRI

I quadri di media tensione per l'arrivo delle linee dall'impianto eolico; i quadri dei servizi ausiliari in BT, il trasformatore elettrico MT/BT dei servizi generali, nonché gli apparati del sistema di supervisione e comando dell'impianto saranno installati all'interno di container navali opportunamente modificati e attrezzati con servizi ausiliari, quali luci e condizionamento.

All'interno della stazione utente sono previsti i seguenti moduli:

- Un container navale, di dimensioni standard 40 piedi, ovvero 12,2 x 2,5 x 2,9 m, per l'alloggiamento dei quadri BT dei sistemi ausiliari in corrente alternata e in corrente continua, delle protezioni e dei sistemi di supervisione.
- Un container navale, di dimensioni standard 40 piedi, ovvero 12,2 x 2,5 x 2,9 m, per l'alloggiamento del quadro MT, del trasformatore servizi ausiliari e del gruppo di emergenza

I due moduli saranno realizzati a partire da container navali metallici, modificati per realizzare le aperture necessarie all'installazione dei quadri e degli altri componenti, nonché per il normale accesso ai locali stessi.

Ciascun container sarà opportunamente coibentato per minimizzare le perdite termiche con l'ambiente esterno. All'interno di ciascun modulo saranno poi installati gli impianti di illuminazione e forza motrice e il sistema di condizionamento e riscaldamento mediante split a parete. Le unità esterne saranno opportunamente installate a pavimento all'esterno dei container.

I moduli prefabbricati saranno appoggiati su platee di fondazione realizzate in opera e caratterizzate da vasche opportunamente disegnate per consentire il posizionamento dei cavi sotto i moduli stessi e il loro ingresso all'interno dei container in corrispondenza dei quadri.

I getti di calcestruzzo verranno eseguiti con cemento a lenta presa (R.325), ed il dosaggio previsto sarà di q.li 2,5 per la formazione delle fondazioni e dei muri perimetrali in elevazione, fino a quota d'imposta della prima soletta e a q.li 3,00 per i plinti e le opere in cemento armato quali pilastri, travi, gronda e gradini.

#### 4.3. APPARECCHIATURE MT E BT

##### 4.3.1. APPARECCHIATURE MT

Il quadro sarà realizzato in lamiera zincata e verniciata ed avrà le seguenti caratteristiche:

Tipo di isolamento	SF6
Tensione nominale / isolamento	30/36 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale di tenuta frequenza industriale	70 kV
Tensione di tenuta ad impulso	170 kV
Corrente nominale ammissibile di breve durata (1s)	≥ 12 kA
Corrente alle sbarre	1250 A (preliminare)
Classificazione d'arco interno	IAC AFLR 12 kA – 1s
Categoria di perdita di continuità di servizio	LSC2A
Numero di cicli di operazioni	1000
Tensione aux. per comandi e segnalazioni	110 Vcc
Tensione aux. per illum. e resistenza anticondensa	230 Vca
Tensione aux. per motore caricamolle	110 Vcc

Il quadro MT di stazione sarà composto dalle seguenti celle:

- n. 1 cella arrivo trasformatore MT/AT, equipaggiata con interruttore
- n. 1 cella partenza trasformatore servizi, equipaggiata con interruttore o con sezionatore sotto carico e fusibili;
- n. 4 celle "partenza campo", equipaggiate con interruttori
- n. 1 cella "misure"

Il quadro sarà equipaggiato con relé di protezione e strumenti di misura. Sarà inoltre prevista l'interfaccia con il sistema di controllo remoto della sottostazione.

#### 4.3.2. APPARECCHIATURE SEZIONE BT: SERVIZI AUSILIARI

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente alternata sarà previsto un trasformatore MT/BT in grado di alimentare tutte le utenze della stazione, e un gruppo elettrogeno di emergenza in grado di alimentare le utenze essenziali della stazione, in caso di mancanza della rete.

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente continua sarà previsto un sistema di alimentazione tramite complesso raddrizzatore/batteria.

Lo stesso sistema in corrente continua alimenterà poi un sistema UPS in corrente alternata per alimentare i carichi essenziali in corrente alternata del sistema di controllo della sottostazione (Sistema SCADA di sottostazione, Routers forniti da terzi, Sistema WTG SCADA fornito da terzi)

In caso di mancanza dell'alimentazione primaria da rete, la capacità della batteria assicurerà il corretto funzionamento dei circuiti alimentati (circuiti a corrente continua e circuiti a 230Vac 50Hz derivati dall'UPS) per il tempo necessario affinché il personale di manutenzione possa intervenire, comunque per un tempo non inferiore a 4 ore.

In estrema sintesi lo schema di alimentazione dei S.A. in c.a. prevede:

- Trasformatore MT/BT in resina con potenza nominale definita in funzione delle dimensioni dell'impianto e dei carichi previsti, e comunque non inferiore a 160 kVA;
- Scomparto MT sul quadro MT per la derivazione della linea di alimentazione del trasformatore MT/BT;
- Quadro BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata
- Quadro BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua
- Raddrizzatore/carica batterie con relativo pacco batterie stazionarie

L'alimentazione dei S.A. in c.c. sarà a 110 V con il campo di variazione compreso tra +10%/-15%. Il raddrizzatore/carica batterie verrà dimensionato per erogare complessivamente la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria (sia di conservazione che rapida); la batteria assicurerà la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di 4 ore. Le batterie saranno di tipo ermetico, i raddrizzatori saranno adatti a prevedere il funzionamento in:

- "carica in tampone" con tensione regolabile 110÷120 V;
- "carica rapida" con tensione regolabile 120÷125 V;

#### 4.3.3. QUADRO PROTEZIONI

##### Protezioni lato AT

Il sistema di protezione, basato su dispositivi IED, deve includere almeno le seguenti funzioni:

81 O / U	Protezione da max/min. frequenza
27/59	Protezione da max/min. tensione
59Uo	Protezione di massima tensione di sequenza omopolare
87T	Protezione differenziale del trasformatore di potenza
50/51	Protezione da sovracorrente
86	Relè di blocco con ripristino manuale
90	Regolatore di tensione agente sul commutatore sotto carico (OLTC) del trasformatore di potenza

Le suddette funzioni protettive saranno realizzate con la fornitura in opera di relè di protezione a microprocessore aventi porta di comunicazione di tipo ottico Ethernet 100Mbit/s per essere connessi in protocollo IEC 61850 al sistema di controllo della sottostazione.

I dispositivi di protezione costituiranno anche dei terminali di IN/OUT per i segnali di allarme/stato e i comandi cablati da e per le apparecchiature in campo della sezione 150 kV

Gli IED renderanno disponibile la misura delle grandezze elettriche (corrente, tensione, potenza attiva e reattiva, fattore di potenza e frequenza per il sistema SCADA di sottostazione); eventualmente le stesse misure eseguite dai suddetti IED potranno essere utilizzate per la trasmissione verso Terna delle telemisure attraverso la RTU dedicata.

Nel quadro elettrico sopraindicato sarà installato un dispositivo per l'analisi e la registrazione della qualità della tensione, secondo la norma CEI EN 50160. Questo sarà interfacciato con lo SCADA di stazione per registrare tutti i dati registrati in un database storico.

Il sistema SCADA centralizzato consente il collegamento da remoto ai singoli relè di protezione, per poter visualizzare le registrazioni degli stessi in concomitanza con gli interventi delle relative funzioni protettive, consentendo una corretta ricostruzione di eventuali guasti.

#### Protezioni lato MT

Le protezioni elettriche della rete di media tensione sono installate nella cella BT a bordo delle unità funzionali del quadro di media tensione

Anche per la media tensione vengono utilizzati relè di protezione a microprocessore, collegati in rete e aventi protocollo di comunicazione IEC 61850 per l'interfacciamento con lo SCADA centralizzato, la raccolta dati, il comando dei componenti di media tensione e la ricostruzione guasti mediante la loro funzione interna di oscillografia.

Le principali funzioni protettive implementabili sono:

- 50/51      Protezione elettrica di massima corrente
- 67N        Protezione elettrica di massima corrente a terra direzionale
- 27/59      Protezione elettrica di minima e massima tensione di fase
- 59Uo       Protezione di massima tensione di sequenza omopolare

I dispositivi di protezione costituiranno anche dei terminali di IN/OUT per i segnali di allarme/stato e i comandi cablati da e per le apparecchiature del quadro MT.

#### **4.3.4. QUADRO RADDRIZZATORE E CARICA BATTERIE**

Il sistema è costituito da:

- un Raddrizzatore carica batteria a due rami con le seguenti caratteristiche:
  - tensione ingresso: 400 V
  - tensione uscita: 110 V
  - Corrente ramo servizi: 30 A per modulo (da verificare in funzione del carico)
  - Corrente ramo batterie: 15 A per modulo (da verificare in funzione del carico)
- batterie al piombo per uso stazionario tipo ermetico (VRLA) dimensionate opportunamente per garantire l'autonomia richiesta (minimo 4 ore) ai servizi essenziali.

#### **4.3.5. QUADRO SA CC E CA**

Il quadro è composto di die sezioni opportunamente segregate per la distribuzione ai carichi in corrente alternata e a quelli in corrente continua.

Il quadro è dotato di interruttori magnetotermici e magnetotermici/differenziali a protezione delle linee servizi ausiliari e alimentazione dei servizi generale/impianti tecnologici. Il quadro è dotato di n°1 gruppi di misura fiscale per il consumo dei carichi ausiliari e generali.

Nel quadro è inoltre presente una sezione per i carichi ininterrompibili in corrente alternata che sono alimentati da un inverter installato nel quadro della sezione CC.

La Sezione C.C. è destinata all'alimentazione di tutti i carichi privilegiati alimentati in corrente continua ed in corrente alternata in quanto è equipaggiato con un inverter DC/AC.

Nella sezione in CC sono presenti tutti gli interruttori magnetotermici a protezione delle linee servizi ausiliari in corrente continua.

#### **4.3.6. MISURA FISCALE DELL'ENERGIA ELETTRICA**

I contatori di energia sono dotati di due porte di comunicazione: una per la connessione al modem GSM, e l'altra per il download dei dati locali, completa di cavo necessario.

Il sistema di misura dell'energia elettrica sarà conforme alle prescrizioni degli allegati N° 43 e N°45 del Codice di Rete di TERNA.

Qualunque accesso ai circuiti di misura fiscale sarà sigillato (sigilli apposti da Terzi) in accordo alle normative vigenti e alle richieste dell'Agenzia delle Entrate.

I misuratori di energia, i nuclei di misura dei TA TV dedicati alla misura fiscale dell'energia saranno forniti completi di certificati di taratura/calibrazione emessi da un organismo riconosciuto.

#### **4.3.7. SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO**

Il monitoraggio e il controllo dei componenti della sottostazione elettrica saranno eseguiti mediante un sistema di controllo adeguato ("SCADA sottostazione") completo di apparati quali PC, tastiera, monitor, mouse, stampante, PLC/RTU/CPU, Switch, convertitori, software e qualsiasi funzione HMI necessaria.

#### **4.3.8. RTU TERNA**

Per la trasmissione dei telesegnali e telemisure (TS e TM) previsti dal Codice di rete sarà fornito e installato nel quadro contenente gli apparati del sistema SCADA di sottostazione un'unità terminale remota (RTU) da interfacciare con il sistema di controllo TERNA.

La RTU sarà conforme ai requisiti di Terna, con ridondanza di CPU, alimentatori e schede principali, prestazioni in termini di frequenza di trasmissione dei dati e protocolli di comunicazione.

La RTU sarà completa di porte per il collegamento della stessa RTU alle prese dei routers delle due linee di comunicazione, tipo CDN e Frame Relay (forniti da Altri).

#### **4.3.9. UPDM**

Oggetto della fornitura sarà fornire ed installare una "Unità Periferica di Difesa e Monitoraggio" (UPDM) per la disconnessione remota dell'impianto (tramite l'apertura degli interruttori 150 kV o 30 kV), da interfacciare con Sistema di controllo remoto TERNA.

L'UPDM sarà conforme ai requisiti di Terna, con ridondanza di CPU, alimentatore e schede principali, prestazioni in termini di frequenza di trasmissione dei dati e protocolli di comunicazione.

L'UPDM sarà un sistema autonomo, completo di tutti i dispositivi necessari da interfacciare con l'apparecchiatura di campo per il funzionamento degli interruttori automatici asserviti al "teledistacco"

Il quadro UPDM sarà inoltre interfacciato con i due switch/router Cisco, necessari per la connessione dell'UPDM a due linee CDN (Router e linee di comunicazioni fornite da Altri), per la connessione con Terna.

#### 4.3.10. TRASFORMATORE AUSILIARI

Il trasformatore dei servizi ausiliari sarà del tipo inglobato in resina, dimensionato per alimentare tutti gli utenti dei servizi ausiliari e generali della sottostazione elettrica.

Le caratteristiche principali devono essere:

Potenza nominale	160 kVA
Tipo di raffreddamento	AN
Rapporto di trasformazione	30/0,42 kV
Tensione massima	36/1 kV
Impedenza di corto circuito	4 %
Commutatore a vuoto sull'avvolgimento MT	±2x2,5 %
Gruppo vettoriale	Dyn11
Classe ambientale e climatica	E1 – C1
Classe di comportamento al fuoco	F1

Il trasformatore sarà completo di involucro di protezione.

#### 4.3.11. GRUPPO ELETTROGENO

Il generatore elettrico di emergenza, installato in un locale dedicato dell'edificio di sottostazione, è dimensionato per alimentare tutti i carichi ritenuti privilegiati della sottostazione in caso di interruzione dell'alimentazione principale sul quadro elettrico di distribuzione dei servizi ausiliari in C.A. derivata dal trasformatore ausiliario 30/0.4 kV.

Il generatore è dotato di serbatoio interno del carburante con capienza inferiore a 120 l; pertanto, non è necessario alcun sistema di estinzione fisso, secondo le prescrizioni dei vigili del fuoco.

Il generatore di emergenza è dotato di una centralina di automazione e controllo installata su quadro elettrico a bordo macchina che gestirà gli ordini di commutazione impartiti dalla logica di commutazione automatica RETE/GRUPPO installata nel quadro dei servizi ausiliari in Corrente Alternata. La suddetta centralina gestirà anche le anomalie di funzionamento del gruppo elettrogeno inviando opportuni ordini di protezione e segnalazioni al Sistema SCADA di sottostazione

Le caratteristiche principali del gruppo saranno:

Potenza PRP	25 kVA (preliminare)
Potenza LTP	27 kVA (preliminare)

Alimentazione motore primo	gasolio
Raffreddamento motore primo	acqua
Capacità serbatoio integrato	< 120 l
Frequenza	50 Hz
Tensione	400 / 230 V+N

#### 4.4. CAVI ELETTRICI

##### 4.4.1. CAVI ELETTRICI DI MEDIA TENSIONE

I cavi da 30 kV che collegano il quadro di media tensione ai terminali passanti del trasformatore di potenza e ai terminali del trasformatore ausiliario avranno le seguenti caratteristiche principali:

Tipo di cavo	Unipolare
Tensione nominale $U_0/U/U_m$	18 / 30 / 36 kV
Isolamento	HEPR o XLPE
Materiale conduttore	Alluminio

Le caratteristiche tecniche, i materiali e i metodi di prova relativi a tutti i cavi MT interni alla sottostazione saranno rispondenti alle Norme CEI e tabelle CEI UNEL di riferimento.

Anche per i cavi MT vale la stessa osservazione già riportata per i quadri MT. La tensione di esercizio di 30 kV è indicativa e potrebbe essere modificata in fase di ingegneria di dettaglio, fino ad un massimo di 36 kV, in funzione di aspetti successivi inerenti eventuali opportunità legate alla connessione”.

##### 4.4.2. CAVI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE

Tutti i cavi di controllo devono essere schermati, con isolamento 0,6 / 1 kV e sezione trasversale  $\geq 1,5 \text{ mm}^2$ . I cavi per le misure che si derivano dai secondari dei trasformatori di corrente e tensione avranno una sezione  $\geq 4 \text{ mm}^2$ .

Sarà comunque fornito un corretto calcolo per definire nel dettaglio la sezione dei cavi di bassa tensione da utilizzare per alimentazioni, misura, comando e segnalazione.

Le caratteristiche tecniche, i materiali e i metodi di prova relativi a tutti i cavi BT per i circuiti di potenza e di controllo, cavi unipolari per cablaggi interni dei quadri e per impianti luce e f.m. saranno rispondenti alle Norme CEI e tabelle CEI UNEL di riferimento.

I cavi elettrici utilizzati nei collegamenti dei sistemi di protezione, comando e controllo, dei servizi ausiliari e generali e i cavi impiegati nei collegamenti interni ai quadri elettrici installati, saranno conformi alla Norma CEI 20-22, cioè cavi non propaganti l'incendio.

I cavi elettrici utilizzati per i sistemi di protezione, comando e controllo, inclusi i circuiti amperometrici e voltmetrici, saranno del tipo FG16(O)H1R 0,6/1kV.

I cavi elettrici utilizzati all'interno dei quadri per lo sviluppo dei circuiti, per il sistema di luce e f.m. degli edifici e dell'area esterna della Sottostazione e per la distribuzione dell'energia in c.a. e c.c. saranno, in funzione della tipologia di posa, FS17 450/750 V quelli in singola guaina, e FG16(O)R 0,6/1kV, quelli in doppia guaina.

Le sezioni minime previste sono comunque:

- per i circuiti di potenza 2,5 mm<sup>2</sup>
- per i circuiti amperometrici e voltmetrici 4,0 mm<sup>2</sup>
- per i circuiti di comando e segnalazione 1,5 mm<sup>2</sup>

#### 4.5. IMPIANTO DI TERRA

La rete di terra sarà realizzata in accordo alla normativa vigente CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522 in modo da assicurare il rispetto dei limiti di tensione di passo e di contatto.

Il dispersore sarà costituito da una maglia in corda di rame interrata, opportunamente dimensionata e configurata, sulla base della corrente di guasto a terra dell'impianto, delle caratteristiche elettriche del terreno e della disposizione delle apparecchiature.

Dopo la realizzazione, saranno eseguite le opportune verifiche e misure previste dalle norme.

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI EN 50522. In particolare, si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla norma stessa.

##### 4.5.1. DIMENSIONAMENTO TERMICO DEL DISPERSORE

Relativamente al dimensionamento termico, il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

dove:

A = sezione minima del conduttore di terra, in mm<sup>2</sup>

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in s

K = 226 A s<sup>1/2</sup> mm<sup>2</sup> (rame)

β = 234,5 °C

Θ<sub>i</sub> = temperatura iniziale in °C (assunta pari a 20°C)

$\Theta_f$  = temperatura finale in °C (assunta pari a 300°C, per rame nudo)

Il dimensionamento termico del dispersore deve considerare i valori standard delle correnti di corto circuito e tempi di eliminazione previsti per la rete 220 kV di Terna (Regole Tecniche di Connessione - Allegato A.8).

#### 4.5.2. TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO

La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto esecutivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure.

In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m.

In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore. I ferri di armatura dei cementi armati delle fondazioni, come pure gli elementi strutturali metallici saranno collegati alla maglia di terra della stazione.

In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" della Norma CEI EN 50522.

#### 4.6. SERVIZI GENERALI ED IMPIANTI TECNOLOGICI

L'illuminazione normale delle aree esterne della stazione elettrica verrà realizzata con paline di illuminazione di altezza pari a 8 m f.t., dotate di doppio proiettore LED.

Verrà, inoltre, garantita una locale integrazione con plafoniere e/o proiettori nelle zone adiacenti agli edifici di sottostazione.

Il sistema di illuminazione delle aree esterne sarà realizzato con due circuiti diversi: il primo sarà attivato tramite relè crepuscolare garantirà un livello di illuminazione medio di 20 lux; il secondo deve essere attivato direttamente dall'operatore in caso di necessità garantendo un livello medio minimo di 200 lux nelle aree di lavoro. La progettazione e la selezione dei materiali del sistema di illuminazione esterna saranno conformi ai requisiti delle normative regionali applicabili.

Nei container saranno realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- illuminazione e prese F.M.;
- condizionamento e ventilazione;
- rilevazione incendi;
- controllo accessi e antintrusione

Gli impianti tecnologici saranno realizzati conformemente alle norme CEI e UNI di riferimento.

Gli impianti elettrici saranno di norma tutti "a vista", cioè con apparecchiature, corpi illuminanti, tubazioni e canaline per i conduttori e scatole di derivazione del tipo "non incassato" nelle strutture.

L'alimentazione elettrica degli impianti tecnologici sarà derivata da interruttori automatici magnetotermici differenziali (secondo norme CEI EN 61009-1) ed installati nel quadro BT dei servizi ausiliari in corrente alternata.

#### 4.7. OPERE CIVILI

I seguenti requisiti e criteri saranno adottati per lo sviluppo del progetto delle opere civili di fondazione e di finitura dell'area della stazione utente:

- finiture superficiali con elevata permeabilità alle acque meteoriche con particolare riguardo alle aree adiacenti le apparecchiature di alta tensione e sottostanti le sbarre e i collegamenti aerei;
- corretto dimensionamento delle fondazioni delle strutture di sostegno e delle apparecchiature AT, verificate alle condizioni di massima sollecitazione (norme CEI 11-4) e presenza di sforzi elettrodinamici in regime di corto circuito;
- ispezionabilità dei cavidotti BT (tubi, cunicoli, passerelle, ecc.) ed adozione di soluzioni ottimali per la prevenzione incendi;
- coerenza di tutte le scelte d'ingegneria con le normative ed i regolamenti vigenti a livello di Amministrazione locali.

Tutte le opere civili saranno progettate in conformità alla nuova normativa sulle costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, al testo unico sull'edilizia di cui al D.P.R. n. 380 del 06/06/01 e alla specifica Terna INGSTACIV001.

Le aree immediatamente adiacenti le apparecchiature AT saranno sistemate con pietrisco, mentre il piazzale di servizio sarà pavimentato con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso.

Le fondazioni delle apparecchiature di AT saranno in conglomerato cementizio armato dimensionate per le sollecitazioni previste (peso, vento, sisma, corto circuito).

Per la posa dei cavi di media e bassa tensione di collegamento tra le apparecchiature, gli apparati di campo e i locali quadri elettrici dell'edificio di stazione si utilizzeranno tubazioni interrate in PVC e pozzetti di raccordo di adeguate dimensioni.

Per lo smaltimento delle acque meteoriche si realizzerà un sistema di raccolta acque; le acque superficiali saranno "catturate" da idonee caditoie in ghisa e, tramite pozzetti e tubi di collegamento, saranno convogliate e regimentate.

L'accesso alla suddetta area si realizzerà con un cancello carraio (con luce minima di 6 m) e con uno pedonale.

## 5. IMPIANTO DI UTENZA COMUNE

L'impianto di Utanza Comune permette il collegamento a 220 kV della Stazione Utente con la nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 220 kV della RTN, denominata "Monreale 2", da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Partinico - Partanna".

L'impianto di Utanza Comune si compone di:

- un sistema a singola sbarra nel condominio AT NORD
- uno stallo di partenza cavo nel condominio AT NORD dotato delle opportune apparecchiature a 220 kV (sezionatori, interruttori, ecc.)
- un cavo AT 220 kV che permette il collegamento elettrico tra il condominio AT NORD e il condomio AT SUD
- un sistema a singola sbarra nel condominio AT SU
- uno stallo di partenza cavo nel condominio AT SUD dotato delle opportune apparecchiature a 220 kV (sezionatori, interruttori, ecc.)
- un cavo AT 220 kV per realizzare la connessione in antenna all'interno della Stazione Elettrica RTN.
- Un edificio tecnologico dedicato al cui interno saranno installati i necessari pannelli elettrici e sistemi di alimentazione elettrica dei servizi ausiliari, di protezione e controllo.

L'impianto di Utanza Comune consentirà di disalimentare le sbarre per eventuali interventi di manutenzione o per interventi automatici del sistema di protezione, comando e controllo senza interessare in alcun modo lo stallo arrivo produttore in Stazione Elettrica RTN.

### 5.1. APPARECCHIATURE AT

L'impianto di Utanza Comune sarà dotato delle seguenti apparecchiature principali:

- N. 2 Sistemi sbarre a 220 kV
- N. 2 Montanti 220 kV di partenza linea, ciascuno dei quali composto di:
  - Tre terminali cavi per la linea in arrivo dalla Stazione RTN
  - Tre scaricatori unipolari di sovratensione, ad ossido di zinco, con contatori di scarica.
  - Un sezionatore di linea con lame di terra;
  - Tre trasformatori di tensione unipolari (TV), di tipo capacitivo, con avvolgimenti secondari di misura e protezione.
  - Un interruttore tripolare in SF6;
  - Tre trasformatori di corrente unipolari (TA), con nuclei secondari di misura e di protezione..

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



La rete di terra dello Stallo Condiviso e del Sistema Sbarre sarà collegata a quella della Stazione Utente.

## 6. ELETTRODOTTO AT 220 kV

I collegamenti tra gli stalli condivisi e lo stallo arrivo produttore dell’Impianto di Rete nella Stazione Elettrica RTN sarà realizzato in cavo interrato AT (terna di cavi a 220 kV), per un tracciato di lunghezza pari a circa 335 m per il collegamento dallo stallo condiviso NORD a quello sud e di 960 m per il collegamento tra lo stallo condiviso SUD e la stazione RTN.

L’opera in questione si configurerà con la posa di due terne di cavi XLPE (polietilene reticolato), posti ed interrati in unica trincea della profondità di circa 1,50 m.

Il tracciato del cavo interrato si sviluppa cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- minimizzare l’interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l’affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell’elettrodotto.

### 6.1. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL’ELETTRODOTTO

L’elettrodotto in cavo interrato, della lunghezza di 950 m circa, sarà costituito da una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura metallica e guaina esterna in termoplastica. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione preliminare di 1600 mm<sup>2</sup>, da confermarsi durante il progetto esecutivo dell’impianto.

Per trasportare la corrente richiesta, tenendo conto di opportuni fattori di riduzione per le previste condizioni di posa, si prevede di utilizzare un cavo in alluminio avente le seguenti caratteristiche:

Tipo di cavo	unipolare
Materiale del conduttore	alluminio
Materiale isolante	XLPE
Schermo metallico	alluminio
Guaina esterna	PE
Tensione nominale (U <sub>o</sub> /U/U <sub>m</sub> )	127/220/245 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Sezione	1600 mm <sup>2</sup>

La sezione impegnata è stata scelta sulla base della potenza trasportabile prevista in relazione agli scenari di condivisione dello stallo AT con altri produttori. Tali dati potranno subire adattamenti dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

### 6.1.1. CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

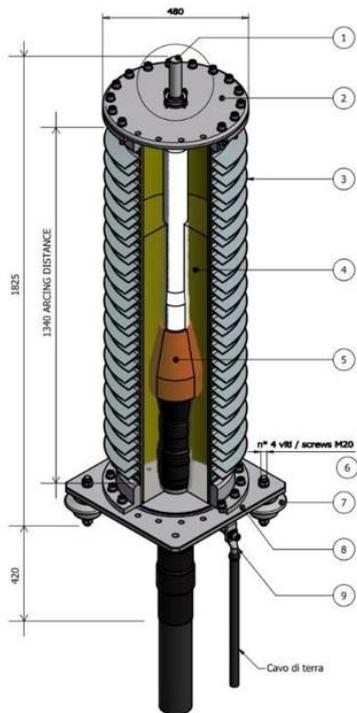
Le caratteristiche di installazione sono riassunte nella seguente tabella.

Posa cavo	Direttamente interrato
Profondità di posa del cavo	1,50 m
Formazione	Una terna a trifoglio
Tipologia del letto di posa	Sabbia a bassa resistività termica o cemento magro
Spessore del letto in sabbia/cemento	Minimo 0,50 m (da fondo scavo)
Copertura con piastre di protezione in C.A.	Spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Temperatura terreno	20°
Resistività termica terreno	1,2 K m/w

I cavi saranno attestati su appositi terminali per esterno all'ingresso degli stalli e collegati, mediante tubi di alluminio, alle apparecchiature elettromeccaniche di comando. I terminali saranno corredati con apposite cassette per la messa a terra delle guaine fissate alla carpenteria di risalita cavi.

Il montaggio dei terminali per esterno sarà eseguito all'interno di struttura di protezione per consentire l'assemblaggio in luogo asciutto e riparato.

Nella figura seguente è riportato un tipico del terminale cavo utilizzato.



**DESCRIZIONE**

1. Capocorda
2. Piastra superiore
3. Isolatore
4. Miscela isolante
5. Cono prestampato
6. Tubo segregazione
7. Isolatori di supporto
8. Piastre di base
9. Capocorda messa a terra

**MATERIALE**

- Cu stagnato
- Lega di alluminio
- Composito
- Silicone
- EPR
- Lega di alluminio
- Porcellana smaltata
- Lega di alluminio
- Cu stagnato

Figura 6-1 – Terminale cavo 220 kV tipico

## 7. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

La normativa di riferimento per l'esposizione ai campi magnetici ed elettromagnetici è rappresentata dalla Legge Quadro 36/2001, che ha individuato tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico. L'art. 3 della suddetta legge ha definito:

- limite di esposizione: il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione: il valore del campo magnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivo di qualità: come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo magnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

In attuazione della Legge Quadro è stato emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che:

- ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla ( $\mu\text{T}$ ) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla ( $\mu\text{T}$ ), a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere;
- ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla ( $\mu\text{T}$ ).

È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

### 7.1. CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO CAVIDOTTO 220 KV

Il presente paragrafo ha lo scopo di delineare l'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dei cavidotti 220 kV di collegamento tra l'Impianto di Utenza e l'Impianto di Rete (Stazione Elettrica RTN).

Non è invece rappresentato il campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché, trattandosi di un cavo schermato, il campo elettrico esterno è nullo.

In merito all'attraversamento di aree da parte del cavo interrato di collegamento tra l'Impianto di Utenza e l'Impianto di Rete sono state valutate le cosiddette fasce di rispetto, definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia approvata con DM 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

La posizione dei conduttori considerata nel calcolo della fascia di rispetto è dettata dalle condizioni di posa del cavo e dal diametro corrispondente alla sezione selezionata (1600 mm<sup>2</sup>).

Per il calcolo è stato utilizzato un programma sviluppato in accordo alla norma CEI 211-4 ed i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal DM citato.

Considerando una corrente nominale di 920 A, pari alla massima portata dei cavi selezionati, si ottengono i profili di campo magnetico mostrati nelle seguenti figure:

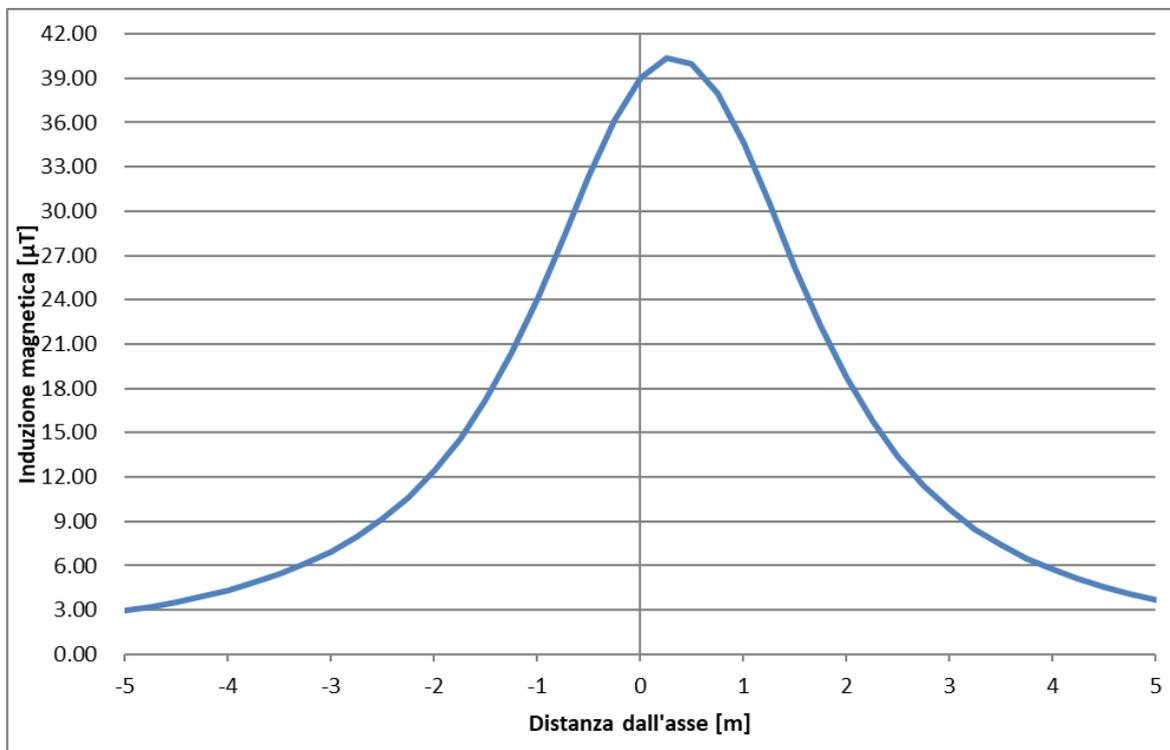


Figura 7-1 – Andamento campo magnetico 2 terne 220 kV in parallelo

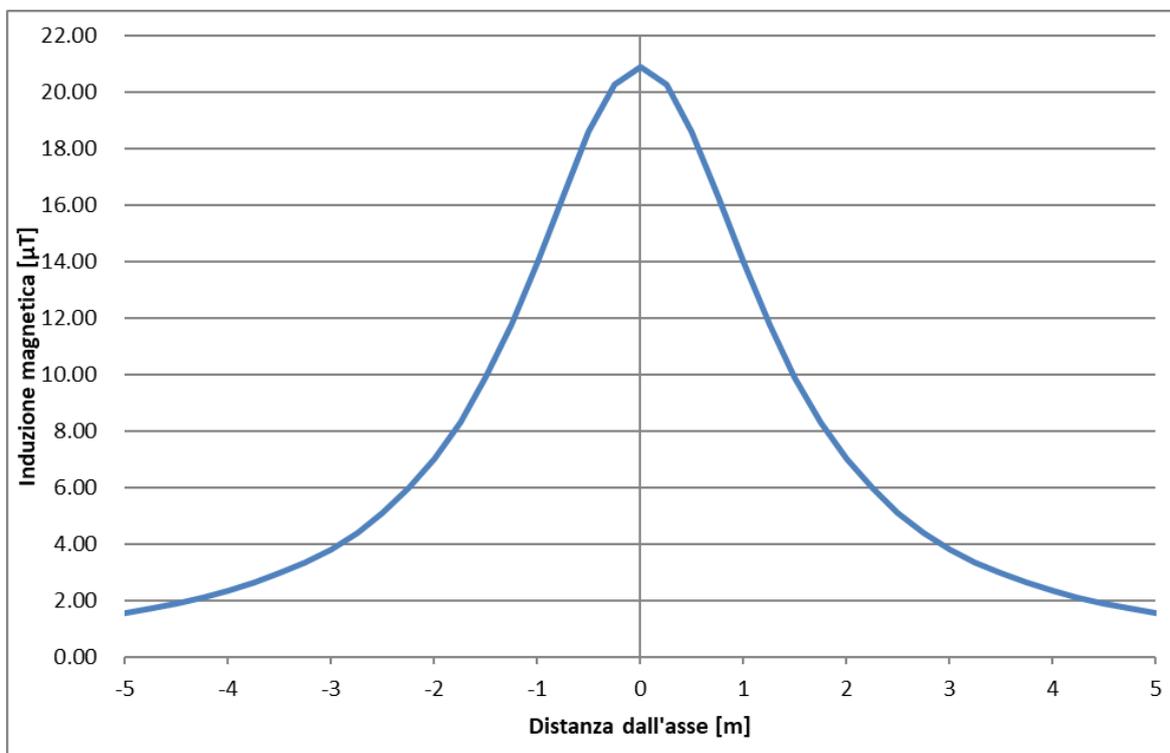


Figura 7-2 – Andamento campo magnetico 1 terna 220 kV

Come si evince dalle figure precedenti, a una distanza di circa 4,6 m dal centro delle linee nel primo caso e di 3,5 m dal cavidotto nel secondo, il valore del campo di induzione scende sotto il limite di 3  $\mu$ T. Arrotondando tale valore al metro superiore, come richiesto dal citato DM 29 Maggio 2008, si ottiene un valore della fascia di rispetto pari a 5 m per parte nel caso di due terne 220 kV in parallelo e di 4 m nel tratto di singola terna.

## 7.2. CAMPO ELETTROMAGNETICO NELLA STAZIONE UTENTE

All'interno della sottostazione, luogo inaccessibile alla popolazione, la legislazione di riferimento, è quella relativa alla protezione dei lavoratori all'interno dei luoghi di lavoro, in particolare il DLgs 159/2016, che ha recepito la Direttiva 35/2013/UE , con modifiche e integrazioni al DLgs 81/08.

Il decreto stabilisce: valori di azione (VA), applicabili all'ambiente, e valori limite di esposizione (VE), applicabili all'interno del corpo umano, dei campi elettrico e magnetico, da assumere come riferimento per la valutazione del rischio.

Nella pratica il decreto comporta che è sufficiente che all'interno dell'ambiente di lavoro non siano superati i valori di azione VA, per garantire il rispetto dei limiti di esposizione.

I valori di azione, 10-20 kV/m e 1000-6000  $\mu$ T, rispettivamente per il campo elettrico e magnetico, sono significativamente superiori ai limiti validi per la popolazione.

Per dimostrare il rispetto dei limiti di azione indicati del DLgs 159/2016 si può far riferimento alle guide della Commissione Europea ed alla norma CEI EN 50449 (Appendice F), in cui è chiaramente indicato che:

- tutti i circuiti aerei con conduttori nudi sono conformi ai limiti di azione dei campi magnetici senza ulteriore considerazione
- le linee aeree funzionanti fino ai 250 kV o sistemi di sbarre funzionanti fino a 200 kV, non producono campi elettrici al livello del suolo di ampiezze tali da superare il valore di azione

con il che si può escludere qualsiasi tipo di rischio correlato all'esposizione ai campi elettromagnetici all'interno dell'impianto di utenza.

Per quanto riguarda l'esposizione della popolazione, si evidenzia che nelle immediate adiacenze dell'impianto non sono presenti aree sensibili ai fini del DPCM 8/7/03.

Per altro, come riportato nella normativa vigente, DPCM 29/05/08, le sottostazioni elettriche in aria, caratterizzate da dimensioni rilevanti, tali da garantire le distanze di isolamento e di sicurezza richieste dalla normativa, vengono considerate luoghi in cui le fasce di rispetto dell'obiettivo di qualità rientrano normalmente all'interno dei confini di pertinenza e quindi non interessano di fatto zone accessibili alla popolazione. Studi condotti al riguardo da Enel sulla Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche confermano che, per le correnti tipiche di una stazione di rete, le DPA dal centro sbarre AT ed MT siano tali da rientrare nei confini della sottostazione.

Quanto sopra risulta ancor più vero nel caso in esame dell'impianto di utenza, caratterizzato dall'assenza di linee aeree entranti, in corrispondenza delle quali si avrebbero i valori più alti alla recinzione.

I valori in corrispondenza alla recinzione della Stazione Utente sono quindi al di sotto di tutti i limiti di legge applicabili.

## **8. ASPETTI RELATIVI AL RUMORE**

Gli stalli AT costituiscono fonte di rumore esclusivamente in fase di manovra delle apparecchiature elettriche. Il livello di emissione di rumore sarà in ogni caso in accordo ai limiti fissati dal D.P.C.M. 1 marzo 1991, dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 477 del 26/10/1995), in corrispondenza dei recettori sensibili. L'impianto sarà inoltre progettato e costruito secondo le raccomandazioni riportate nei par. 3.1.6 e 8.5 della Norma CEI 11 -1.

L'elettrodotto in cavo AT non costituisce fonte di rumore.

## 9. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia" e ss.mm.ii.;
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.;
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 ";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";
- D.M. 03.12.1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- CNR 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo;
- D.Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». D. M. 17 gennaio 2018.

- D.lgs. 9 aprile 2008 n° 81 Testo Unico sulla sicurezza sul lavoro e ss.mm.ii.;
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei pro-cedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122 e ss.mm.ii.;
- D.M. 15 luglio 2014 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore a 1 mc e ss-mm.ii.;

#### Norme CEI

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;
- CEI 304-1 "Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza", ed. prima 2005;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02;
- CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- 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 dell'energia elettrica – Linee in cavo", terza edizione, 2006-07.
- CEI EN 50341-2, "Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a."