

**REGIONE PUGLIA**  
**COMUNE DI MANFREDONIA (FG)**  
**PROVINCIA DI FOGGIA**



**PROGETTO DEFINITIVO dell'impianto eolico denominato "Foggia"  
della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di  
Manfredonia (FG).**

Codice Impianto 29MIWU1

<b>Cod. Id. Elaborato:</b>	21_17_EO_GAM_CN_EL_01_RE_00
<b>Elaborato: 01_RE</b>	<b>Titolo:</b>  <b>29MIWU1_ImpiantiDiUtenza_02</b> Relazione tecnica
<b>Scala: /</b>	
<b>Data: Dicembre 2022</b>	

**ORDINE DEGLI INGEGNERI**  
della Provincia di **TABANTO**  
Dott. Ing.  
**FILOTICO Leonardo**  
**N. 1812**

**Committente:**  
**ENERGIA LEVANTE S.r.l.**  
Via Luca Guarico n. 9/11 - Regus Eur - 4° piano - 00143 Roma  
P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - energialevantesrl@legalmail.it

**PROJETTO engineering s.r.l.**  
società d'ingegneria  
direttore tecnico  
Ph.D. Ing. **LEONARDO FILOTICO**  
Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria  
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)  
tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914  
studio@projetto.eu  
web site: [www.projetto.eu](http://www.projetto.eu) P.IVA: 02658050733



N. REVISIONE	Data revisione	Elaborato	Controllato	Approvato	NOTE
00	Dicembre 2022	Massimiliano Pacifico	Ing. Pietro Rodia	Ing. Leonardo Filotico	

È vietata la copia anche parziale del presente elaborato

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE.....</b>	<b>5</b>
3.1	UBICAZIONE ED ACCESSI.....	5
3.2	SEZIONE 30 KV .....	8
3.3	SEZIONE 36 KV .....	9
<b>4</b>	<b>CAVIDOTTO AT .....</b>	<b>11</b>
4.1	CALCOLO DELLA RIDUZIONE DI TENSIONE .....	11
4.2	VERIFICA DELLA MASSIMA CORRENTE DI CORTOCIRCUITO.....	13
<b>5</b>	<b>IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>SERVIZI AUSILIARI.....</b>	<b>15</b>
6.1	SISTEMA DI PROTEZIONE E MONITORAGGIO.....	15
6.2	ILLUMINAZIONE .....	15
<b>7</b>	<b>OPERE CIVILI.....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>18</b>

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

---

## 1 PREMESSA

Oggetto del presente documento è la descrizione delle opere di connessione alla RTN dell'impianto eolico da realizzarsi nelle aree di pertinenza del Comune di Manfredonia (FG).

La sottostazione di trasformazione 36/30 kV di nuova realizzazione avrà una potenza nominale installata di 90 MVA e sarà collocata nell'area corrispondente alla particella 11 foglio 95 del Comune di Manfredonia (FG).

La connessione allo stallo produttore RTN prevede l'inserimento in antenna a 36 kV sul futuro ampliamento 380/36 della stazione elettrica RTN 380/150 kV di Manfredonia (FG).

La stazione di utenza, di proprietà di Energia Levante s.r.l., comprende un edificio di stazione ospitante i quadri elettrici di arrivo dai sottocampi e partenza verso il trasformatore di potenza, un trasformatore AT/MT 36/30 kV, cavidotti di collegamento e impianti ausiliari. L'impianto di utenza sarà connesso all'ampliamento 380/36 kV di Manfredonia mediante un edificio di sezionamento e misura a 36 kV ed elettrodotto interrato per la connessione alla RTN.

## 2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO

L'impianto eolico con denominazione "Foggia", ricadente nel Comune di Manfredonia (FG), è costituito da n. 12 aerogeneratori, ciascuno dei quali comprende un generatore asincrono trifase ( $V = 30.000 \text{ V}$ ,  $P = 6.600 \text{ kW}$ ). Queste macchine sono collegate al rispettivo trasformatore MT/BT di macchina (30/0.69 kV).

Gli aerogeneratori sono raggruppati in sottocampi, ogni gruppo è interconnesso tramite linea MT a 30 kV alla stazione di utenza (AT/MT) di proprietà Energia Levante s.r.l. connessa alla sezione a 36 kV dell'ampliamento RTN 380/36 kV mediante cavidotto di collegamento e cabina secondaria, comprendente i quadri elettrici di protezione e sezionamento, oltre ai dispositivi di misura e alimentazione dei servizi ausiliari. Il suddetto collegamento si estende per una lunghezza di circa 2,9 km dalla stazione di utenza alla cabina secondaria e per 115 m dalla cabina secondaria alla stazione 380/36 kV della RTN.

Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione.

Si riporta di seguito un quadro sintetico delle specifiche tecniche:

- diametro rotore: 155 m;
- potenza nominale 6,60 MW;
- altezza mozzo: 90-102,5 m

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale sarà realizzata in corrispondenza del futuro ampliamento 380/30 kV di proprietà di TERNA S.p.a., la cui distanza dagli aerogeneratori varia da 3 a 7 km circa.

L'impianto eolico sarà suddiviso in più cluster che convergeranno in un punto comune che ospiterà la trasformazione dell'energia in alta tensione per l'erogazione in rete.

L'impianto è pertanto composto dai seguenti elementi:

- n.12 aerogeneratori con annesse all'interno tutte le apparecchiature di macchina;
- cavidotti di media tensione a 30 kV che realizzano la rete elettrica interna al parco eolico;
- n.1 stazione elettrica AT/MT (36/30 kV) con un trasformatore della potenza di 90 MVA e rapporto di trasformazione 36/30 kV, un edificio di stazione ospitante i quadri elettrici di arrivo dal parco eolico e partenza verso il trasformatore di potenza, nonché i quadri elettrici di alta tensione (AT) a 36 kV per l'attestazione dei cavi di connessione all'edificio di sezionamento e misura. Inoltre nell'edificio della stazione utente saranno ubicati i locali delle apparecchiature di controllo, misura, alimentazione dei servizi ausiliari, locali ufficio e magazzino.
- n. 1 cabina secondaria di sezionamento e misura, comprendente il locale quadri elettrici a 36 kV (AT), locale misura e locale servizi ausiliari.

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

---

- cavidotti a 36 kV per la connessione della stazione utente alla cabina secondaria e di quest'ultima all'edificio produttori a 36 kV dell'ampliamento 380/36 kV della RTN.



### 3 OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE

L'intervento in oggetto consiste nella realizzazione di una nuova stazione di elevazione 36/30 kV connessa alla sezione a 36 kV del futuro ampliamento 380/36 kV della SE RTN 380/150 kV di Manfredonia (FG). La connessione prevede la realizzazione di un cavidotto della tensione di 36 kV, il tracciato dell'elettrodotto è stato individuato in armonia con i seguenti aspetti:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza ambientale;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione degli elettrodotti.

Le opere di connessione comprendono i seguenti impianti:

- n.1 impianto di trasformazione 36/30 kV per la connessione dell'impianto eolico in progetto di proprietà Energia Levante s.r.l., codice pratica 202101463;
- cavidotti a 36 kV per la connessione della stazione utente alla cabina secondaria e di quest'ultima all'edificio produttori a 36 kV dell'ampliamento 380/36 kV della RTN.

Gli impianti sono provvisti di sezionatori con lame di terra, trasformatori di tensione e corrente, interruttori e scaricatori di tensione.

#### 3.1 UBICAZIONE ED ACCESSI

La stazione RTN 380/150 kV è ubicata nel comune di Manfredonia (FG), interessando un'area completamente recintata di circa 46000 m<sup>2</sup>; una strada di servizio di circa 5,00 m di larghezza collega la stazione RTN alla Strada Provinciale N. 70. L'ingresso alla stazione avviene tramite un cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, sono inoltre presenti gli ingressi indipendenti dell'edificio per i punti di consegna delle alimentazioni MT dei servizi ausiliari.

L'ampliamento 380/36 kV ricopre un'area recintata di circa 40.597,337 m<sup>2</sup>, l'accesso è ubicato in corrispondenza della strada di servizio della SE RTN, l'ingresso è formato da un cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, inoltre sono previsti gli edifici per i punti di consegna delle alimentazioni MT dei servizi ausiliari con accesso indipendente. Le sezioni a 380 kV e 36 kV saranno del tipo unificato con isolamento in aria e così composte:

- la sezione a 380 kV sarà costituita da:

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

- n. 2 stalli linea 380 kV con portale per la connessione al futuro ampliamento 380 kV della SE 380/150 kV di Manfredonia esistente;
- n. 3 stalli di trasformazione 380/36 kV da 250 MVA
- n. 2 passi sbarra per n. 1 parallelo sbarre;
- n. 2 passi sbarra per eventuali ampliamenti futuri.
- la sezione a 36 kV sarà costituita da:
  - edificio quadri elettrici 36 kV;
  - edificio per ubicazione bobine di Petersen, TR formatore di neutro e resistenza di neutro;
  - edificio servizi ausiliari;
  - edificio magazzino.

6

L'area adibita alla stazione elettrica di elevazione 36/30 kV di proprietà Energia Levante s.r.l. sarà ubicata in area pianeggiante individuata in planimetria catastale nel foglio n. 95 del comune di Manfredonia (FG), particella 11, occupando una superficie di circa 4.178 m<sup>2</sup> che sarà interamente recintata. L'area sarà accessibile mediante un ingresso pedonale e cancello carrabile di tipo scorrevole con larghezza di 8 m, inseriti fra pilastri in conglomerato cementizio armato.

Nel fabbricato in muratura sono collocati i quadri elettrici, ciascuno scomparto è costituito da tre celle suddivise tra loro e precisamente:

- cella superiore contenente il sistema di sbarre;
- cella strumenti;
- cella inferiore contenente l'interruttore in vuoto nonché i terminali dei cavi.

La cella sbarre, deve essere segregata da essa a mezzo di un sezionatore di linea, al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza; dopo l'apertura della porta della cella apparecchiature deve essere assicurato il grado di protezione IP2X verso la cella sbarre.

Deve, inoltre, essere garantita la visibilità diretta delle posizioni raggiunte dalle lame dei sezionatori di linea e di terra, a mezzo finestre di ispezione; in alternativa a tale visibilità diretta, è ammessa l'adozione di dispositivi indicatori di posizione conformi alle disposizioni legislative vigenti.

Lo scomparto è completato da una cella strumenti, contenente il complesso delle protezioni di linea, compresa la funzione di autorichiusura.

L'involucro metallico deve essere realizzato a struttura portante opportunamente rinforzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm oppure con telaio portante in profilati o scatolati di spessore almeno pari a 2 mm e con pannelli di lamiera di spessore non inferiore a 1,5 mm.

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

---

Gli accoppiamenti meccanici tra gli scomparti sono realizzati a mezzo bulloni, mentre sulla base del telaio portante debbono essere previste le forature per il fissaggio al basamento. Tale involucro deve comprendere:

- due aperture laterali della cella sbarre per il passaggio dei conduttori, predisposte per la chiusura dall'esterno con pannelli intercambiabili;
- un pannello frontale di chiusura della cella sbarre;
- un pannello di copertura della cella sbarre smontabile dall'esterno;
- una porta frontale di accesso alla cella apparecchiature;
- un pannello di chiusura inferiore della cella apparecchiature con fori passacavo.

7

Tutti i pannelli di cui sopra, a eccezione della porta frontale, debbono essere fissati a mezzo di viti che richiedano l'uso di un apposito attrezzo per la rimozione.

La porta di accesso è incernierata sul lato sinistro del fronte scomparto, è munita di una maniglia saldata o imbullonata alla porta medesima e deve essere interbloccata con le apparecchiature interne. Sulla porta deve essere prevista una finestra corredata di lastra trasparente atta a consentire dall'esterno l'ispezione delle apparecchiature. La lastra, che è completa di schermatura elettrostatica, deve avere una resistenza meccanica pari a quella dell'involucro.

Sul fronte dello scomparto deve essere prevista un'apertura che consenta il passaggio dei cavi per le prove di ricerca guasti. Tale apertura deve essere chiusa mediante sportello apribile solo dall'interno. I bordi dell'apertura sono dotati di apposite guarnizioni per evitare il danneggiamento dei cavi durante le prove.

La parete posteriore di ciascuno scomparto e quelle laterali della cella apparecchiature sono fisse; pertanto possono essere saldate, rivettate o imbullonate. In quest'ultimo caso debbono essere smontabili solo dall'interno.

A tutta la carpenteria metallica (sia esterna sia interna), con l'esclusione di componenti in acciaio inossidabile ovvero alluminio, deve essere applicato un rivestimento protettivo ottenuto con trattamenti di zincatura. In alternativa è previsto l'utilizzo di lamiera prezincata tipo "sendzimir" o similare. In ogni caso, oltre al ciclo protettivo di cui sopra, si prescrive la verniciatura in unica mano a polvere elettrostatica.

L'impianto di terra interno di ciascuno scomparto deve essere realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup> al quale sono collegati con conduttori di pari sezione i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra e i supporti terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti è previsto un bullone destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi.

I collegamenti tra parti fisse e mobili (in particolare quelli relativi alla porta della cella apparecchiature) vanno realizzati con conduttori flessibili di rame di sezione non inferiore a 35 mm<sup>2</sup>, mentre i collegamenti per la



Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

messa a terra dei sezionatori sono in corda di rame da 50 mm<sup>2</sup>. Il collegamento esterno tra i vari scomparti è assicurato da barrette di rame connesse ai bulloni di terra previsti nella parte inferiore frontale dell'involucro.

Gli apparecchi debbono essere azionabili mediante una leva di comando asportabile. Il senso del movimento per l'esecuzione delle manovre deve essere conforme alla norma CEI 16-5. Per ragioni di sicurezza sono previsti vari interblocchi meccanici tra gli organi di manovra e tra questi e la porta di accesso alla cella apparecchiature. Le varie sequenze di operazioni sono precisate nella descrizione degli scomparti. In posizione ben visibile sul fronte di ogni scomparto, deve essere applicata una "targa sequenza manovre" nella quale va riportata la sequenza delle manovre da eseguire per la "messa in servizio" e per la "messa fuori servizio"; essa deve riportare anche lo schema elettrico.

Negli scomparti saranno presenti i partitori capacitivi, la cui segnalazione della presenza/assenza di tensione, sulle tre fasi, deve essere riportata a fronte quadro in posizione ben visibile. Tutto il sistema deve essere in grado di funzionare con una tensione di esercizio di 36 kV e 30 kV.

Le sbarre di collegamento tra gli scomparti e quelle di connessione tra le sbarre e le varie apparecchiature saranno realizzate in piatto di rame elettrolitico di sezione adeguata alla portata prescritta per ciascun tipo di scomparto. Gli attacchi di connessione ai terminali dei cavi, negli scomparti di linea, saranno eseguiti mediante trecce di rame flessibile o, in alternativa, la staffa di fissaggio dei cavi deve essere in asse frontalmente con il centro dello scomparto, poter traslare nelle altre due direzioni ortogonali secondo i rispettivi valori dimensionali.

I quadri elettrici sono caratterizzati dalla presenza dei seguenti elementi:

- scomparto arrivo linea, protezioni di linea;
- scomparto con sezionatore sotto carico, TA e TV, sezionatore di terra;
- interruttore estraibile per il trasformatore con sezionatore di terra, equipaggiato con protezioni come da CEI 0-16;
- sistema di protezioni mediante trasformatori toroidali di corrente su singole fasi, nonché trasformatori di tensione e relè.

### 3.2 SEZIONE 30 KV

La sezione in media tensione è composta dai quadri elettrici di media tensione a 30 kV costituiti da interruttori di protezione e sezionatori a vuoto isolati in esafluoro di zolfo SF<sub>6</sub>, ad alto potere di interruzione, la derivazione verso il trasformatore sarà prelevata a valle del sezionatore con cavi MT aventi terminali opportunamente isolati. Al fine di impedire manovre errate, tutti i quadri elettrici avranno i dispositivi di interblocco elettrico con i corrispondenti interruttori generali, oltre ai dispositivi di interblocco meccanico.

Caratteristiche di massima dei componenti MT:

• tensione di esercizio nominale Vn	30 kV
• tensione di isolamento nominale	36 kV
• tensione di prova a 50 Hz	1 min 70 kV
• tensione di tenuta ad impulso	170 kV
• frequenza nominale	50 Hz
• corrente nominale in servizio continuo In	2000 A
• corrente ammissibile di breve durata IK	25 kA
• corrente di cresta IP	2,5x· IK
• temperatura di esercizio	-5 ÷ +40 °C

### 3.3 SEZIONE 36 KV

L'avvolgimento secondario del trasformatore di potenza AT/MT è collegato mediante la sezione a 30 kV ai sistemi di produzione, invece l'avvolgimento primario sarà collegato ai quadri elettrici a 36 kV presenti nell'apposito locale del fabbricato. Tutti i quadri elettrici avranno i dispositivi di interblocco elettrico con i corrispondenti interruttori generali, oltre ai dispositivi di interblocco meccanico.

L'inserimento dell'impianto alla rete di distribuzione sarà:

- di tipo in antenna su Stazione Elettrica connessa alla linea AT;
- con sistema a singolo collegamento;
- con interruttori utilizzati come organi di manovra e interruzione (soluzione normale).

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (99-2) e specifiche.

Si riportano di seguito le caratteristiche del trasformatore trifase:

• tensione massima	46 kV
• frequenza	50 Hz
• rapporto di trasformazione	36±10x1,25%/30 kV/30 kV
• livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico	170 kV
• livello d'isolamento a frequenza industriale	70 kV
• tensione di corto circuito	13 %
• collegamento avvolgimento Primario	Stella
• collegamento avvolgimento Secondario	Triangolo
• potenza in servizio continuo	90 MVA

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

---

Il trasformatore di elevazione 36/30 kV sarà conforme alle prescrizioni delle Norme CEI 14-4, gli avvolgimenti saranno realizzati in rame elettrolitico, la regolazione di tensione avverrà tramite prese sull'avvolgimento a 36 kV, mediante commutatore sotto carico.

I quadri elettrici con livello di tensione di 36 kV saranno completi di idonei isolatori portanti in porcellana per tensione nominale di 70 kV, con tenuta ad impulso pari a 170 kV e della carpenteria metallica in acciaio zincato per il sostegno di: scaricatori, sezionatori, interruttori, trasformatori di corrente, trasformatori di tensione, isolatori portanti e varie.

## 4 CAVIDOTTO AT

L'energia dell'impianto di trasformazione sarà immessa sulla sezione produttore dell'ampliamento 380/36 kV della SE RTN di Manfredonia mediante elettrodotto interrato a 36 kV; saranno utilizzate n. 3 terne di cavi unipolari RHZ1 da 800 mm<sup>2</sup> tipo estruso idonei alla posa interrata in conformità alla norma CEI 11-17.

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in uno scavo della profondità di 1 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,2 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possono essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche.

Tutti i cavi saranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, sarà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento.

I percorsi interrati dei cavi saranno segnalati in modo tale da rendere evidente la loro presenza in caso di ulteriori scavi. Rispondono a tale scopo:

- le protezioni meccaniche supplementari;
- i nastri monitori posati nel terreno a non meno di 0,2 m al di sopra dei cavi.

Si riporta di seguito il dimensionamento della linea elettrica di collegamento.

### 4.1 CALCOLO DELLA RIDUZIONE DI TENSIONE

La caduta di tensione sulla linea è stata calcolata con la seguente formula:

$$\Delta V = K \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

nella quale:

- L = lunghezza della linea espressa in km
- I = corrente di impiego espressa in A
- R = resistenza (a 90°) della linea in  $\Omega/\text{km}$
- X = reattanza della linea in  $\Omega/\text{km}$
- $\cos \varphi$  = fattore di potenza (nei calcoli si considera  $\cos \varphi = 0,94$ )
- K = 1,732 per linee trifasi.

In percentuale si ha:

$$\Delta V\% = (\Delta V/V_n) \times 100$$

dove:

V = caduta di tensione;

V<sub>n</sub> = tensione nominale della linea.

Tabella 1 | Dimensionamento elettrodotto a 36 kV

Linea da - a	Tensione (kV)	Potenza (kW)	Lunghezza (m)	Formazione (mm <sup>2</sup> )	N. terne di connessione	N. terne presenti nel circuito	Tipo	R (Ω/km)	X (Ω/km)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	Coeff. di riduzione	I'z (A)	Corrente percentuale di I'z (%)	ΔV (V)	ΔV totale (V)	ΔV (%)	Perdita di potenza parziale (kW)	Perdita di potenza totale (kW)
SE_U Cabina secondaria	36	79200	2894	3x1x800	3	4	AI	0,016	0,035	1351,28	1988	0,75	1491,1	90,6	182,75	182,75	0,51	402,05	402,05
Cabina secondaria Ampliamento RTN	36	79200	115	3x1x800	3	3	AI	0,016	0,035	1351,28	1988	0,75	1491,1	90,6	7,26	190,01	0,53	15,98	418,02

## 4.2 VERIFICA DELLA MASSIMA CORRENTE DI CORTOCIRCUITO

La massima energia specifica ammessa dai cavi di collegamento è stata calcolata mediante la seguente formula:

$$I_{cc}^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

da cui si ottiene:

$$I_{cc} = (K \cdot S) / \sqrt{t}$$

dove:

- $I_{cc}$  corrente di corto circuito (A);
- S sezione del conduttore ( $\text{mm}^2$ );
- t durata del corto circuito (tempo di intervento delle protezioni);
- K coefficiente che dipende dalle caratteristiche del materiale conduttore e dalla differenza di temperatura all'inizio e alla fine del corto circuito. Con temperatura del conduttore di  $90^\circ\text{C}$  e  $250^\circ\text{C}$  rispettivamente all'inizio e alla fine del cortocircuito, inoltre per i conduttori di alluminio risulta  $K=92$ .

Tabella 2 | Corrente di cortocircuito dei cavi AT

SEZIONE [ $\text{mm}^2$ ]	COEFFICIENTE CONDUTTORI IN ALLUMINIO	TEMPO MASSIMO DI INTERVENTO DELLE PROTEZIONI [s]	$I_{cc}$ [kA]
800	92	0,5	104,09

## 5 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà realizzato in conformità alle prescrizioni della norma CEI 99-3, pertanto sarà tale da:

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

Poiché gli impianti di terra saranno comuni ad impianti con diversi livelli di tensione, le prescrizioni precedenti saranno soddisfatte per ciascuno dei sistemi collegati.

La stazione di consegna e connessione sarà dotata di un apposito impianto di terra, realizzato mediante un sistema dispersore con stesura di una rete di terra in corda di rame  $1 \times 120 \text{ mm}^2$  al di sotto dell'intero piazzale e complementata da dispersori a picchetto infissi al fondo di pozzetti di ispezione con chiusino in cemento, che servirà a collegare le masse di tutte le apparecchiature.

Al fine di evitare il trasferimento di tensioni tra impianti di terra indipendenti:

- per alimentazione di emergenza in MT, dovranno essere previsti giunti di isolamento sulle guaine dei cavi;
- per alimentazione di emergenza in BT, dovrà essere previsto un trasformatore di isolamento;
- l'eventuale alimentazione ausiliaria avrà il neutro connesso allo stesso impianto di terra della stazione di consegna e connessione.

## 6 SERVIZI AUSILIARI

Il sistema dei servizi ausiliari della stazione di elevazione è costituito da n. 1 trasformatore MT/BT con potenza almeno pari a 100 kVA derivata dalla linea MT.

Il quadro BT è alimentato da un accumulatore di carica in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto in caso di blackout. Il sistema fornirà l'energia necessaria per le luci interne ed esterne, cancelli automatici, sistema di videosorveglianza, protezioni, caricabatterie, motori degli interruttori, apparati di telecontrollo e telemanovra, condizionatori, ecc.

E' prevista la fornitura e posa in opera di un sistema di supervisione degli impianti di alta, media e bassa tensione dell'intera sottostazione, da ubicare all'interno dell'edificio in muratura.

Sia nelle aree all'aperto che negli ambienti al coperto sarà curata la fornitura e posa in opera degli accessori di completamento e dei presidi antinfortunistici, quali: schemi, cartelli monitori, cartelli di segnalazione, cartelli con le istruzioni di pronto soccorso, guanti isolanti, tappeti isolanti ed estintori.

### 6.1 SISTEMA DI PROTEZIONE E MONITORAGGIO

La stazione di elevazione sarà caratterizzata dalla presenza di un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo (comando e segnalazione), protezione e misura sono collegati con cavi tradizionali multifilari alle apparecchiature di alta tensione e con cavi a fibre ottiche alla sala quadri centralizzata. Essi hanno la funzione di provvedere al comando, al rilevamento segnali e misure, agli interblocchi tra le apparecchiature elettriche e alla elaborazione dei comandi in arrivo dalla sala quadri e a quella dei segnali e misure da inoltrare alla stessa. I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono installati negli edifici di stazione ed interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo, di provvedere al controllo e all'automazione a livello di impianto di tutta la stazione elettrica.

### 6.2 ILLUMINAZIONE

Saranno realizzati gli impianti di illuminazione sia in interno che in esterno alla sottostazione elettrica con le seguenti caratteristiche in conformità alle norme UNI 12464-2:

- illuminazione esterna: il valore medio dell'illuminamento preso in considerazione sarà pari ad almeno 10 lux e sarà realizzato con proiettori orientabili e comandati da interruttore crepuscolare. I corpi illuminanti saranno posti su sostegni in acciaio zincato.



Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

---

- illuminazione interna: il valore minimo dell'illuminamento dei locali all'interno del fabbricato sarà pari ad almeno 200 lux, al fine di pilotare indipendentemente l'illuminazione, ogni singolo locale sarà corredato da un interruttore di comando dedicato.



Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

---

## 7 OPERE CIVILI

L'impianto di trasformazione, consegna e connessione sarà realizzato in aree opportunamente attrezzate e completamente recintate.

Nell'ambito di tali aree saranno realizzati gli opportuni fabbricati. L'accesso all'area avverrà da strada, tramite porta pedonale e cancello scorrevole carrabile ad assicurare un rapido accesso agli impianti.

17

I fabbricati sono costituiti da un edificio in muratura a pianta rettangolare, ubicato nell'area della stazione elettrica di elevazione 36/30 kV, composto principalmente dai locali quadri elettrici, locale misura, sala server, locale telecontrollo, un locale per il trasformatore MT/BT, ufficio e magazzino; il pavimento sarà di tipo flottante con area sottostante adibita al passaggio cavi, gli infissi saranno in alluminio anodizzato naturale.

## 8 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Principali riferimenti normativi assunti nella progettazione:

- Legge n. 186 del 1 marzo 1968 (Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, materiali ed impianti elettrici ed elettronici);
- Decreto congiunto MSE e MATTM n. 37 del 22 gennaio 2008 – GU n. 61 del 12 marzo 2008, in attuazione dell'articolo 11 quaterdecies, comma 13, lettera A della legge n. 248 del 2 dicembre 2005 recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione di impianti all'interno di edifici – nuovo decreto che sostituisce la legge n. 46/90 ed il D. P. R. n. 447/91;
- D. Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003 in attuazione della Direttiva 2001/77/CE sulla promozione delle fonti rinnovabili;
- Legge 3 agosto 2007, n. 123 "Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia", ad eccezione degli articoli 2, 3, 5, 6 e 7, abrogati dal D. Lgs. n. 81/2008;
- D. Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 (S. O. n. 108 alla G. U. n. 101 del 30 aprile 2008): Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D. P. R. 19 marzo 1956 n. 302, "Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali emanate con il D.P.R. del 27 aprile 1955 n. 547";
- D. P. R. n. 380 del 6 giugno 2001 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia) e D. L.vo n. 301 del 27 dicembre 2002 (Modifiche ed integrazioni al D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001).
- D. Lgs. N. 257 del 19 novembre 2007 (Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative alla esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici));
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare del 29 maggio 2008 (approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti),
- D. Lgs. 528/1999, concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili.

Le Norme del CEI e della IEC assunte nella progettazione sono le seguenti:

- CEI 0-16 Regole tecniche di connessione (RTC) per utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 64-8 (IEC 60364), Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua, nei seguenti fascicoli:
  - CEI 64-8/1, fascicolo 8608: oggetto, scopo e principi fondamentali;
  - CEI 64-8/2, fascicolo 8609: definizioni;

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

- CEI 64-8/3, fascicolo 8610: caratteristiche generali;
- CEI 64-8/4, fascicolo 8611: prescrizioni per la sicurezza;
- CEI 64-8/5, fascicolo 8612: scelta ed installazione dei componenti elettrici;
- CEI 64-8/6, fascicolo 8613: verifiche;
- CEI 64-8/7, fascicolo 8614: ambienti ed applicazioni particolari.
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici), edizione del settembre 2002.
- CEI 0-3 Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati) prima edizione del novembre 1996, fascicolo n. 2910.
- CEI 11-37 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV), edizione seconda del luglio 2003, fascicolo n. 6957.
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori), edizione prima del dicembre 1996, fascicolo n. 2930 e variante V1, fascicolo n. 5779 di ottobre 2000.
- CEI EN 61936-1- Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in c.a. – Parte 1: Prescrizioni comuni.
- CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1kV in a.c.
- CEI 99-5 - Guida per l'esecuzione di sistemi di terra di utenze attive e passive relative a sistemi di distribuzione con tensioni superiori a 1 kV in a.c.
- CEI EN 61000-6-2 Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 6-2 Standard generali – Immunità per ambienti industriali.
- CEI EN 61000-6-4 Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 6-4 Standard generali – Emissioni per ambienti industriali
- CEI EN 62305-1 Protezioni per i fulmini - Parte 1: Principi Generali.
- CEI EN 62305-2 Protezioni per fulmini - Parte 1: Valutazione del rischio di fulmini.
- CEI EN 62305-3 Protezioni fulmini - Parte 1: Danneggiare il materiale alle strutture e il pericolo per le persone.
- CEI EN 62305-4 Protezioni per fulmini - Parte 1: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- CEI 81-30 Lightning Protection – Location Networks Lightning (LLS) – Linee guida per l'utilizzo dei sistemi LLS per l'individuazione dei valori Ng.
- UNI 9795 Sistemi fissi di rilevamento automatico.
- CEI 11-17, fascicolo 558 (Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - linee in cavo).
- CEI 17-13, fascicolo 542 (Quadri elettrici - ACF per tensioni non superiori a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua);
- CEI 17-13/1, fascicolo n. 1433 (1990) - Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT); Parte 1: Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS); Norma CEI-EN 60439-1-A1, fascicolo 2254V (prima variante alla norma CEI 17-13/1);

- CEI 17-13/2 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri per bassa tensione); Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
- CEI 17-13/3 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri per bassa tensione); Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD);
- CEI 17-13/4, fascicolo n. 1892 del 1992 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri per bassa tensione); Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC);
- CEI 34-21 (IEC 60598-1), (Apparecchi di illuminazione- Parte 1: Prescrizioni generali e prove);
- CEI 17-5, fascicolo 460 (Norme per interruttori automatici per corrente alternata a tensione nominale non superiore a 1000V);
- CEI 11-18, fascicolo 604 (Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni);
- CEI 20-19, fascicolo 1334 (cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V);
- CEI 20-20, fascicolo 1345 (cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V)
- CEI 20-22, fascicolo 1025 (prova dei cavi non propaganti l'incendio);
- CEI 20-35, fascicolo 688 (Parte I: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale);
- CEI 20-36, fascicolo 689 (prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici);
- CEI 20-37, fascicolo 739 (prove sui gas emessi durante la combustione);
- CEI 20-38, fascicolo 1026 (Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte I: Tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 0,6/1kV);
- CEI 23-8, fascicolo 335 (tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori);
- CEI 23-14, fascicolo 297 (tubi flessibili in PVC e loro accessori);
- CEI 23-18, fascicolo 532 (interruttori differenziali per usi domestici e similari);
- CEI 23-25, fascicolo 1176 (tubi per le installazioni elettriche - Parte I: Prescrizioni generali);
- CEI 23-28, fascicolo 1177 (tubi per le installazioni elettriche - Parte II: norme particolari per tubi);
- IEC 529 (Classificazione dei gradi di protezione degli involucri).
- EN ISO/IEC 17025 sugli organismi di accreditamento dei laboratori di certificazione;
- CEI/IEC (in particolare le norme: EN 60439-1 e IEC 439 per i quadri elettrici, CEI 110-31 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal gruppo di conversione, CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica EMC e la limitazione delle emissioni in RF) per gli aspetti elettrici ed elettronici convenzionali;
- CEI EN 61724 per la misura ed acquisizione dati.
- CEI 11-27, terza edizione del febbraio 2005, fascicolo n. 7522: Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI 11-48 (CEI EN 50110-1), seconda edizione, fascicolo n. 7523 del febbraio 2002: Esercizio degli impianti elettrici;

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

---

- CEI 11-49 (CEI EN 50110-2), fascicolo n. 4806 del 1998: Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali);
- CEI 13-4 (gruppi di misura).

Dovranno essere altresì rispettate tutte le altre leggi, i decreti e le circolari ministeriali concernenti aspetti specifici dell'impiantistica elettrica in bassa e media tensione e le disposizioni specifiche concernenti ambienti ed applicazioni particolari. Analogamente, per quanto riguarda le norme CEI, dovranno essere osservate le altre norme, non citate in precedenza, relative ad installazioni particolari ed ai singoli componenti.

Dovranno essere rispettate le norme e tabelle UN. EL., le norme e tabelle UNI, l'elenco aggiornato dei materiali e degli apparecchi ammessi al marchio IMQ, le pubblicazioni IEC, i documenti di armonizzazione (HD) e le norme (EN) europee CENELEC, le pubblicazioni CEI - CECC.