

# COMUNE DI CERIGNOLA

Provincia di Foggia

## REALIZZAZIONE DI STAZIONE ELETTRICA 380/150 kV E RACCORDI ALL'ELETTRODOTTO A 380 kV "FOGGIA - BARI OVEST" NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI CERIGNOLA NECESSARI PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI CENTRALI ELETTRICHE A FONTI RINNOVABILI

### PIANO TECNICO DELLE OPERE

#### RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

##### COMMITTENTE

Green Genius Italy Utility 3 S.r.l.  
Corso Giuseppe Garibaldi, 49  
20121 Milano (MI)

##### PROGETTISTA

studioTECNICO Ing. Marco BALZANO  
Via Monte Grappa 67a  
70125 BARI (BA)



##### COLLABORAZIONI:

File		SPAZIO A DISPOSIZIONE DEGLI ENTI
Formato pagina	A4	
Pagine	28 + copertina	
Data	30/11/2020	
Rev. No.	00	
<b>Doc. No.</b>	<b>DOCBFP0858-01</b>	

# Indice

<b>1. OGGETTO</b> .....	<b>3</b>
<b>2. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>3. MOTIVAZIONI DELL'OPERA</b> .....	<b>4</b>
<b>4. STAZIONE ELETTRICA 380/150 kV DI Cerignola</b> .....	<b>5</b>
4.1 Ubicazione ed accessi.....	5
4.2 Aree impegnate .....	5
4.3 Descrizione dell'impianto .....	6
4.3.1 Disposizione elettromeccanica .....	6
4.3.2 Servizi Ausiliari .....	7
4.3.3 Rete di terra .....	7
4.3.4 Campi elettrici e magnetici .....	8
4.3.5 Rumore .....	10
4.3.6 Fabbricati.....	11
4.3.7 Varie .....	12
4.4 Macchinario e apparecchiature principali .....	12
4.4.1 Macchinario .....	12
4.4.2 Apparecchiature .....	13
<b>5. RACCORDI AEREI A 380 kV</b> .....	<b>14</b>
5.1 Raccordi tra la S.E. di Cerignola e l'esistente elettrodotto a 380 kV "Foggia-Bari Ovest"	14
5.2 Province e comuni interessati .....	14
5.3 Aree impegnate e fasce di rispetto .....	14
5.4 Opere attraversate.....	16
5.5 Progetto dei raccordi.....	16
5.5.1 Premessa .....	16
5.5.2 Caratteristiche elettriche dei raccordi .....	16
5.5.3 Conduttori e corde di guardia.....	16
5.5.4 Stati di tensione meccanica .....	17
5.5.5 Sostegni .....	18
5.5.6 Isolamento .....	19
5.5.6.1 Caratteristiche elettriche.....	19
5.5.7 Morsetteria ed armamenti .....	20
5.5.8 Fondazioni .....	20
5.5.9 Messe a terra dei sostegni .....	21
5.6 Campi elettrici e magnetici .....	21
5.6.1 Richiami normativi.....	21
Legislazione italiana .....	21
Normativa italiana CEI .....	23
5.6.2 Valutazione dei campi elettrici e magnetici generati dai raccordi aerei.....	24
5.6.3 Configurazioni di carico.....	25
5.7 Rumore.....	27
5.8 Sicurezza nei cantieri .....	27
<b>6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE</b> .....	<b>28</b>
<b>7. TEMPI DI REALIZZAZIONE</b> .....	<b>28</b>
<b>8. ALLEGATI</b> .....	<b>28</b>

## 1. OGGETTO

Nel presente documento sono descritte le caratteristiche tecniche e le opere necessarie per la costruzione della nuova Stazione Elettrica 380/150 kV di Cerignola, in provincia di Foggia e dei raccordi della suddetta al nuovo elettrodotto a 380 kV in semplice terna "Foggia – Bari Ovest".

## 2. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Il progetto elettrico oggetto della presente relazione tecnica è stato realizzato nel rispetto dei più moderni criteri della tecnica impiantistica, nel rispetto della "regola dell'arte", nonché delle leggi, norme e disposizioni vigenti, con particolare riferimento a:

- Legge sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro: D.P.R. 547 del 27/4/1955 ed integrazioni, aggiornamenti e circolari successive;
- Legge n. 186 del 1/3/1968 Costruzione di impianti a regola d'arte;
- D.M. n.37 del 22 gennaio 2008. Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. n. 447 del 6/12/1991;
- T.U. Sicurezza "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- DM 24/11/1984 (Norme relative ai gasdotti);
- DM 12/03/1998 Elenco riepilogativo di norme armonizzate adottate ai sensi del comma 2 dell'art. 3 del DPR 24 luglio 1996, n. 459: "Regolamento per l'attuazione delle direttive del Consiglio 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine.;
- DM 05/08/1998 Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne;
- Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003 norme per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici ed elettromagnetici;
- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), meglio specificate nelle relazioni specifiche.
- Norme e Raccomandazioni IEC;
- Prescrizioni e raccomandazioni di Terna Spa
- Guide tecniche Terna;
- Specifiche tecniche Terna;
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/ISPESL);

- Norme di unificazione UNI e UNEL.
- Direttive europee.

Il rispetto della normativa sopra specificata sarà inteso nel modo più restrittivo, nel senso che non solo la progettazione sarà adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma vi sarà un'analoga rispondenza alle normative da parte di tutti i materiali ed apparecchiature che saranno impiegati. Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle Norme d'installazione degli impianti elettrici, saranno scelti materiali provvisti di marchio CE e Marchio Italiano di Qualità (I.M.Q.) per tutti i prodotti per i quali il marchio è esistente e ammesso. Saranno, comunque, rispettate le prescrizioni delle presenti specifiche, ove sono previsti dimensionamenti in lieve misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle Norme.

Gli impianti dovranno rispondere ai seguenti requisiti generali:

- Sicurezza ed affidabilità;
- Capacità di ampliamento;
- Accessibilità;
- Facilità di gestione.

### **3. MOTIVAZIONI DELL'OPERA**

Il notevole aumento di produzione di energia elettrica da fonte eolica e fotovoltaica in Puglia porterà alla congestione della rete AT collegata ai nodi di Foggia e Bari, caratterizzata da estese direttrici a 150 kV dotate di ridotta capacità di trasporto. Infatti, nell'area compresa tra le suddette stazioni, sono concentrate un numero elevato di iniziative produttive di impianti eolici e fotovoltaici la cui potenza immessa sulla rete AT, sommata a quella delle centrali già in servizio, è superiore alla capacità di trasporto in sicurezza delle attuali linee a 150 kV.

Pertanto, al fine di raccogliere la produzione dei suddetti impianti e di immetterla direttamente sulla rete primaria di trasmissione (dotata di una maggiore capacità di trasporto) è in programma la realizzazione di una nuova stazione a 380 kV, con trasformazioni 380/150 kV da collegare in entra-esce alla linea a 380 kV "Foggia – Bari Ovest".

In particolare, la stazione a 150/380 kV proposta è da considerarsi quale opera necessaria ed indispensabile al collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale delle diverse centrali di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile che sono in autorizzazione nella zona territoriale. Pertanto, la stazione sarà proposta insieme al progetto delle centrali elettriche a fonte rinnovabili per essere autorizzata ai sensi del D.Lgs 387/2003 art. 12.

L'ubicazione della nuova stazione è stata scelta nel territorio del Comune di Cerignola, in un'area baricentrica rispetto alla localizzazione delle iniziative dei produttori eolici, al fine di minimizzare la lunghezza dei raccordi alla rete AT.

La nuova stazione permetterà di ridurre le criticità di esercizio sulla locale rete a 150 kV, garantendo la sicurezza, l'affidabilità e il minor costo del servizio di trasmissione.

## **4. STAZIONE ELETTRICA 380/150 KV DI CERIGNOLA**

### **4.1 Ubicazione ed accessi**

La nuova stazione a 380/150 kV sarà ubicata nel Comune Cerignola (FG) in terreni agricoli posti in prossimità dell'esistente elettrodotto a 380 kV "Foggia – Bari Ovest".

In particolare, essa interesserà un'area di circa 10 Ha.

L'individuazione e le caratteristiche del sito ed il posizionamento della stazione nello stesso risultano dai seguenti disegni allegati:

- Corografia (DISBFP0858 – 01 Fg 01) in scala 1:25.000;
- Inquadramento su pianta catastale (DISBFP0858 – 01 Fg 02) in scala 1:4.000, con indicazione delle aree potenzialmente impegnate su cui apporre il vincolo preordinato all'esproprio.

Tale ubicazione è stata individuata come la più idonea tenendo conto, da un lato, delle esigenze tecniche e dell'opportunità ambientale di minimizzare la lunghezza dei raccordi all'elettrodotto a 380 Kv "Foggia – Bari Ovest" e dei raccordi AT/MT con le centrali di produzione eoliche e fotovoltaiche, inoltre si fa presente che non ci sono opere interferenti.

L'accesso alla stazione avverrà sul lato est, tramite l'adeguamento di viabilità esistente e nuova costruzione, di larghezza sufficiente al transito dei mezzi di trasporto dei macchinari previsti (circa 5 metri), opportunamente raccordata all'esistente viabilità stradale (S.P. n. 77).

### **4.2 Aree impegnate**

Le aree effettivamente interessate dalla stazione sono individuate, dal Testo Unico sugli espropri, come aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04), che equivalgono alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330.

Il documento "Inquadramento su pianta catastale" (DISBFP0858-01 Fg 02) riporta l'estensione dell'area impegnata di stazione; sono altresì riportate le zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate). I terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al vincolo preordinato all'esproprio.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particelle sono riportati nel documento DOCBFP0858-03, come desunti dal catasto ai sensi dell'art. 16 comma 2 del D.Lgs 327/2001.

## **4.3 Descrizione dell'impianto**

### **4.3.1 Disposizione elettromeccanica**

La nuova stazione di Cerignola sarà composta da una sezione a 380 kV e da una sezione a 150 kV suddivisa nelle sottosezioni A e B (DISBFP0858 – 01 Fg 05 "Planimetria Elettromeccanica").

La sezione a 380 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà costituita da:

- n° 1 sistema a doppia sbarra;
- n° 2 stalli linea;
- n° 4 stalli primario trasformatore (ATR);
- n° 1 parallelo sbarre;
- n° 2 stallo disponibile.

La sezione a 150 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà dimensionata per:

- Sottosezione A:

- n° 1 sistema a doppio sbarra;
- n° 9 stalli linea;
- n° 2 stalli secondario trasformatore (ATR);
- n° 1 parallelo sbarre
- n° 1 congiuntore sbarre.

- Sottosezione B:

- n° 1 sistema a doppio sbarra;
- n° 8 stalli linea;
- n° 2 stalli secondario trasformatore (ATR);
- n° 1 parallelo sbarre
- n° 1 congiuntore sbarre.

I macchinari previsti consistono in:

- n° 4 ATR 400/155 kV con potenza di 250 MVA.

Ogni montante (stallo) "linea" sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure. Ogni

montante (stallo) "autotrasformatore" sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6, scaricatori di sovratensione ad ossido di zinco e TA per protezioni e misure. I montanti "parallelo sbarre" saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure. Le linee dei raccordi si attesteranno su sostegni portale di altezza massima pari a 23 m mentre l'altezza massima delle altre parti d'impianto (sbarre di smistamento a 380 kV) sarà di 12 m.

#### **4.3.2 Servizi Ausiliari**

I Servizi Ausiliari (S.A.) della nuova stazione elettrica saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivati dalla rete MT locale ed integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza tensione alle sbarre dei quadri principale BT.

Le principali utenze in corrente alternata saranno: pompe ed aereotermi dei trasformatori, motori interruttori e sezionatori, raddrizzatori, illuminazione esterna ed interna, ecc.

Le utenze fondamentali quali protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

#### **4.3.3 Rete di terra**

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature saranno realizzati secondo l'unificazione TERNA per le stazioni a 380 kV e 150 kV e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 50 kA per 0,5 sec.

Il dispersore sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm<sup>2</sup> interrata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato.

Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 125 mm<sup>2</sup>.

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati. I ferri di armatura dei cementi armati delle fondazioni, come pure gli elementi strutturali metallici saranno collegati alla maglia di terra della stazione.

#### **4.3.4 Campi elettrici e magnetici**

L'impianto sarà progettato e costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003). Si rileva che nella stazione, che sarà normalmente esercita in teleconduzione, non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

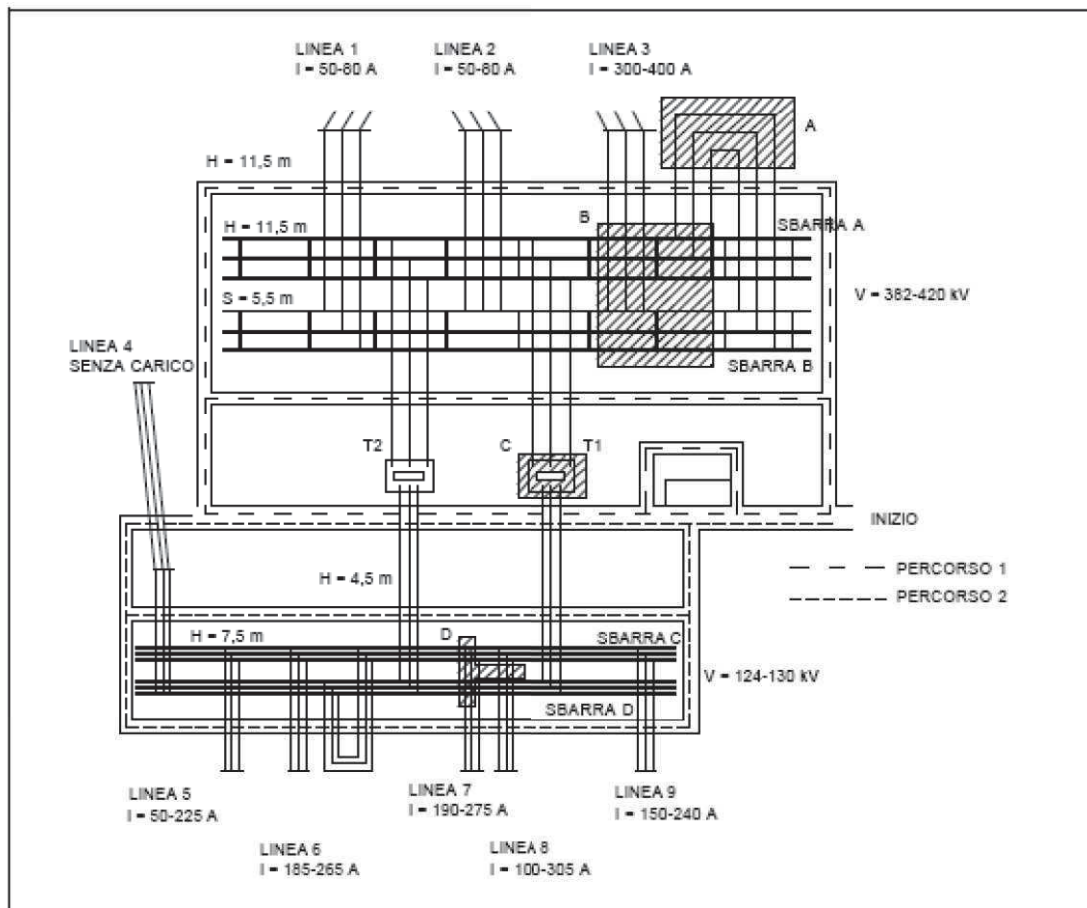
Data la standardizzazione dei componenti e della disposizione geometrica, si possono estendere alla stazione elettrica di Cerignola i rilievi sperimentali eseguiti nelle stazioni TERNA per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio.

La fig. 1 mostra la planimetria di una tipica stazione di trasformazione 380/132 kV di TERNA all'interno della quale è stata effettuata una serie di misure di campo elettrico e magnetico al suolo. La stessa fig. 1 fornisce l'indicazione delle principali distanze fase – terra e fase – fase, nonché la tensione sulle sbarre e le correnti nelle varie linee confluenti nella stazione, registrate durante l'esecuzione delle misure.

Inoltre nella fig. 1 sono evidenziate le aree all'interno delle quali sono state effettuate le misure; in particolare, sono evidenziate le zone ove i campi sono stati rilevati per punti utilizzando strumenti portabili (aree A, B, C, e D), mentre sono contrassegnate in tratteggio le vie di transito lungo le quali la misura dei campi è stata effettuata con un'opportuna unità mobile (furgone completamente attrezzato per misurare e registrare con continuità i campi).

Va sottolineato che, grazie alla modularità degli impianti della stazione, i risultati delle misure effettuate nelle aree suddette, sono sufficienti a caratterizzare in modo abbastanza dettagliato tutte le aree interne alla stazione stessa, con particolare attenzione per le zone di più probabile accesso da parte del personale. Nella tabella 1 è riportata una sintesi dei risultati delle misure di campo elettrico e magnetico effettuate da Terna nelle aree A, B, C e D.

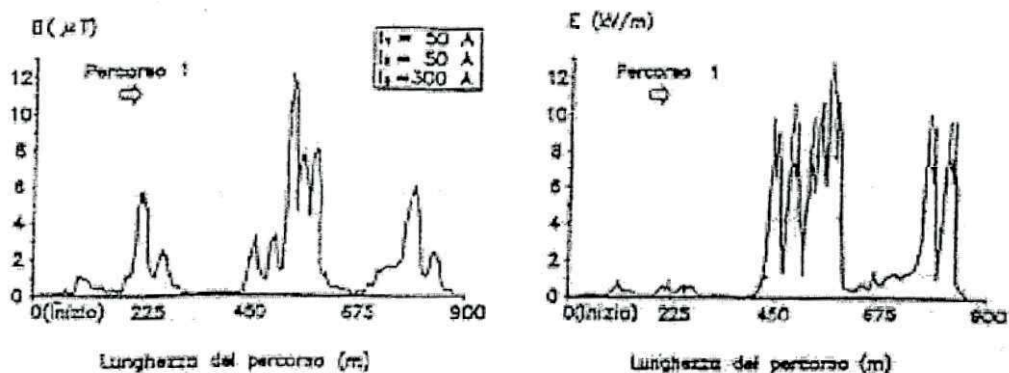




**Figura 1: Pianta di una tipica stazione 380/132 kV TERNA con l'indicazione delle principali distanze fase-fase (S) e fase-terra (H) e delle variazioni delle tensioni e delle correnti durante le fasi di misurazioni di campo elettrico e magnetico.**

Per quanto riguarda le registrazioni effettuate con l'unità mobile, la fig. 2 illustra i profili del campo elettrico e di quello magnetico rilevati lungo il percorso n. 1, quello cioè che interessa prevalentemente la parte a 380 kV della stazione.

In tutti i casi i valori del campo elettrico e di quello magnetico riscontrati al suolo all'interno delle aree di stazione sono risultati compatibili con i limiti di legge.



**Figura 2 : Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuata lungo le vie interne della sezione a 380 kV della stazione riportata in fig. 1**

**Tabella 1: Risultati della misura del campo elettrico e dell'induzione magnetica nelle aree A, B, C, e D di fig. 1**

Area	Numero di punti di misura	Campo Elettrico (kV/m)			Induzione Magnetica ( $\mu\text{T}$ )		
		E max	E min	E medio	B max	B min	B medio
A	93	11,7	5,7	8,42	8,37	2,93	6,05
B	249	12,5	0,1	4,97	10,22	0,73	3,38
C	26	3,5	0,1	1,13	9,31	2,87	5,28
D	19	3,1	1,2	1,96	15,15	3,96	10,17

Si evince che il contributo di campo elettrico e magnetico dei componenti di stazione (macchinari e apparecchiature), in corrispondenza delle vie di servizio interne, risulta trascurabile rispetto a quello delle linee entranti.

Tale contributo diminuisce ulteriormente in prossimità della recinzione in corrispondenza della quale i campi elettrici e magnetici sono principalmente riconducibili a quelli dati dalle linee entranti per le quali risulta verificata la compatibilità con la normativa vigente come riportato nella documentazione progettuale dell'elettrodotto alla quale si rimanda per approfondimenti.

In sintesi, i campi elettrici e magnetici esternamente all'area di stazione sono riconducibili ai valori generati dalle linee entranti e quindi l'impatto determinato dalla stazione stessa è compatibile con i valori prescritti dalla vigente normativa.

Per la valutazione dei campi elettrici e magnetici generati dai raccordi aerei si rimanda al relativo paragrafo nel capitolo 4.

#### **4.3.5 Rumore**

Nella stazione elettrica saranno presenti esclusivamente macchinari statici che costituisce una modesta sorgente di rumore ed apparecchiature elettriche che costituiscono fonte di rumore esclusivamente in fase di manovra.

Il rumore sarà quindi prodotto esclusivamente dai Trasformatori principali e dagli impianti relativi impianti ausiliari (raffreddamento).

Le macchine che verranno installate nella nuova stazione elettrica saranno degli autotrasformatori 400/150 kV a bassa emissione acustica.

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 in accordo alle raccomandazioni riportate nei parr. 3.1.6 e 8.5 della Norma CEI 11-1.

#### **4.3.6 Fabbricati**

Nell'impianto è prevista la realizzazione dei seguenti edifici:

##### *- Edificio quadri*

L'edificio quadri (cfr. DISBFP0858-01 Fg 07 "Edificio Quadri – Piante, prospetti e sezioni") sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta 24,30 x 12,00 m ed altezza fuori terra di 4,20 m, sarà destinato a contenere i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione e i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione, per una cubatura complessiva di circa 1224 m<sup>3</sup>.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

##### *- Edificio servizi ausiliari*

L'edificio servizi ausiliari (cfr. DISBFP0858-01 Fg 08 "Edificio Servizi Ausiliari – Piante, prospetti e sezioni") sarà a pianta rettangolare, con dimensioni di 20,60 x 12,60 m ed altezza fuori terra di 4,20 m. La costruzione ospiterà le batterie, i quadri M.T. e B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza, per una cubatura di circa 1090 m<sup>3</sup>.

Per la tipologia costruttiva vale quanto descritto per l'edificio quadri.

##### *- Edificio per punti di consegna MT e TLC*

L'edificio per i punti di consegna MT (cfr. DISBFP0858-01 Fg 09 "Edificio punto di consegna M.T. e TLC – Pianta, prospetti e sezioni") sarà destinato ad ospitare i quadri MT dove si attesteranno le due linee a media tensione di alimentazione dei servizi ausiliari della stazione e le consegne dei sistemi di telecomunicazioni.

Si prevede di installare un manufatto prefabbricato delle dimensioni in pianta di 13,80 x 2,90 m con altezza 3,10 m. Il prefabbricato sarà composto dei locali destinati ad ospitare i quadri MT, i contatori di misura ed i sistemi di TLC.

I locali dei punti di consegna saranno dotati di porte con apertura verso l'esterno rispetto alla stazione elettrica e saranno accessibili ai fornitori dei servizi di energia elettrica e TLC.

#### - Chioschi per apparecchiature elettriche

I chioschi (cfr. dis. DISBFP0858-01 Fg 10 "Chiosco per Apparecchiature Elettriche – Pianta, prospetti e sezioni") sono destinati ad ospitare i quadri di protezione, comando e controllo periferici; avranno pianta rettangolare con dimensioni esterne di 2,40 x 4,80 m ed altezza da terra di 3,20 m. Ogni chiosco avrà un volume di 36,80 m<sup>3</sup>.

La struttura sarà di tipo prefabbricato con pennellature coibentate in lamiera zincata e preverniciata. La copertura a tetto piano sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Nell'impianto sono previsti n. 23 chioschi.

#### **4.3.7 Varie**

- Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato.
- Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna, saranno pavimentate con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso e delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato.
- Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte in due distinte vasche di prima pioggia per essere successivamente conferite ad un corpo ricettore compatibile con la normativa in materia di tutela delle acque.
- Le acque di scarico dei servizi igienici provenienti dall'edificio quadri, saranno raccolte in un apposito serbatoio a vuotamento periodico di adeguate caratteristiche.
- Per l'ingresso alla stazione, sarà previsto un cancello carrabile largo 7,00 metri ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pennellature in conglomerato cementizio armato (cfr. DISBFP0858-01 Fg 13 "Cancello").
- La recinzione perimetrale sarà costituita da manufatti prefabbricati in cls, di tipologia aperto/chiuso (cfr DISBFP0858-01 Fg 12 "Recinzione").
- Per l'illuminazione esterna della Stazione sono state previste n. 4 torri faro a corona mobile equipaggiate con proiettori orientabili (cfr. DISBFP0858-01 Fg 11 "Torre faro").

## **4.4 Macchinario e apparecchiature principali**

### **4.4.1 Macchinario**

Il macchinario principale è costituito da n° 4 autotrasformatori 400/155 kV le cui caratteristiche principali sono:

- Potenza nominale 250 MVA

- Tensione nominale 400/155 kV
- Vcc% 13%
- Commutatore sotto carico variazione del  $\pm 10\%$  Vn con +5 e -5 gradini
- Raffreddamento OFAF
- Gruppo YnaO
- Potenza sonora 95 db (A)

#### **4.4.2 Apparecchiature**

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono (cfr. DISBFP0858-01 Fg 05 "Planimetria Elettromeccanica" ed elab. DISBFP0858-01 Fg 06 "Sezioni elettromeccaniche") interruttori, sezionatori per connessione delle sbarre AT, sezionatori sulla partenza linee con lame di terra, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico a protezione degli autotrasformatori, trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali.

Le principali caratteristiche tecniche complessive della stazione saranno le seguenti:

- tensione massima sezione 380 kV 420 kV
- tensione massima sezione 150 kV 170 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- potere di interruzione interruttori 380 kV 50 kA
- potere di interruzione interruttori 150 kV 31.5 kA
- corrente di breve durata 380 kV 50 kA
- corrente di breve durata 150 kV 31.5 kA
- condizioni ambientali limite -25/+40°C
- salinità di tenuta superficiale degli isolamenti:
  - elementi 380 kV 40 g/l
  - elementi 150 kV 56 g/l

## 5. RACCORDI AEREI A 380 KV

Per collegare la nuova Stazione Elettrica 380/150 kV di Cerignola all'esistente elettrodotto a 380 kV "Foggia-Bari Ovest" sono progettati due raccordi aerei in semplice terna, della lunghezza complessiva di circa 390 m (lato Foggia) e 110 m (lato Bari).

### 5.1 Raccordi tra la S.E. di Cerignola e l'esistente elettrodotto a 380 kV "Foggia-Bari Ovest"

Un primo raccordo (lato Foggia) sarà realizzato infiggendo nel terreno due sostegni, uno affianco alla linea esistente in modo da collegare il raccordo alla linea esistente e l'altro per deviare il raccordo sul portale in ingresso alla stazione. Per il secondo raccordo (lato Bari) saranno infissi nel terreno due sostegni, uno affianco alla linea esistente in modo da collegare il raccordo alla linea esistente e l'altro per deviare il raccordo sul portale in ingresso alla stazione. A raccordi ultimati, il tratto di elettrodotto compreso tra i nuovi sostegni linea, di lunghezza pari a circa 650 m, verrà dismesso.

### 5.2 Province e comuni interessati

I raccordi di cui al par. 5.1 saranno localizzati interamente nel Comune di Cerignola in provincia di Foggia.

### 5.3 Aree impegnate e fasce di rispetto

Le aree interessate dai raccordi sono individuate, secondo il Testo Unico sugli espropri, come **aree impegnate**, cioè le aree necessarie per mantenere l'esercizio, manutenzione e sicurezza di un elettrodotto, e nel caso specifico sono pari a circa 25 m dall'asse linea per parte.

Il *vincolo preordinato all'esproprio* sarà invece apposto sulle **"aree potenzialmente impegnate"** (previste dalla L. 239/04), che equivalgono alle **"zone di rispetto"** di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni.

L'ampiezza delle aree di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) sarà di circa 50 m per parte dall'asse del tracciato dei raccordi, come indicato nella pianta catastale allegata. Ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, le "aree potenzialmente impegnate" coincidono con le "zone di rispetto"; di conseguenza i terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al suddetto vincolo.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente

impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù. I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particelle sono riportati nel documento DOCBFP0858-03, come desunti dal catasto.

Le "**fasce di rispetto**" sono quelle 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 giornaliere, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Le simulazioni di campo magnetico riportate nei paragrafi successivi sono state elaborate tramite l'ausilio di software, le cui routine di calcolo fanno riferimento alla norma CEI 211 – 4, norma di riferimento anche per la metodologia di calcolo utilizzata nella CEI 106-11. Si precisa inoltre che il D.P.C.M. 08/07/2003 prevede che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto riferite agli elettrodotti sia aerei che interrati, il Ministero dell'Ambiente ha comunicato con lettera prot. DSA/2004/25291 del 15 novembre 2004, che *"la metodica da usarsi per la determinazione provvisoria delle fasce di rispetto pertinenti ad una o più linee elettriche aeree o interrate che insistono sulla medesima porzione di territorio può compiersi come segue:*

[...]

- 3. Le linee possono essere schematizzate così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", cap. 4.1. Il calcolo può essere eseguito secondo l'algoritmo definito al cap. 4.3.*
- 4. Si calcolano le regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a  $3 \mu T$  in termini di valore efficace.*
- 5. Le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto. Le relative dimensioni, espresse in metri, possono essere arrotondate all'intero più vicino".*

Utilizzando tale metodologia, viene garantito il rispetto dei limiti di esposizione e degli obiettivi di qualità di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

## **5.4 Opere attraversate**

Non vi sono opere attraversate dai raccordi

## **5.5 Progetto dei raccordi**

### **5.5.1 Premessa**

Le fondazioni dei sostegni, i conduttori, le corde di guardia, i sostegni, gli isolatori, gli armamenti, le frecce dei conduttori sono progettati in rispetto alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL. Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato ENEL, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

### **5.5.2 Caratteristiche elettriche dei raccordi**

Le caratteristiche elettriche dei raccordi di cui al par. 4.1 sono le seguenti:

- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione nominale 380 kV
- Potenza nominale 1000 MVA
- Intensità di corrente nominale 1500 A

### **5.5.3 Conduttori e corde di guardia**

Ciascuna delle tre fasi elettriche sarà costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori. Come si vede dall'allegato ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm<sup>2</sup> composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm.

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16852 daN.

Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l'anima a "zincatura maggiorata" ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio. Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nell'allegato RQUT0000C2 rev. 01 di Terna.



I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 11.50, arrotondamento per accesso di quella massima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

I raccordi saranno inoltre equipaggiati con due corde di guardia destinate, oltre che a proteggere i raccordi stessi dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Ciascuna corda di guardia, in acciaio zincato del diametro di 11,50 mm e sezione di 78,94 mm<sup>2</sup>, sarà costituita da n. 19 fili del diametro di 2,30 mm (Allegato LC 23).

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 10645 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una o di due corde di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm (allegato LC 50), da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

#### **5.5.4 Stati di tensione meccanica**

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia è stato fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS - "every day stress"). Ciò assicura una uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni o "stati" il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica.

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

**EDS** – Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio

**MSA** – Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h

**MFA** – Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio

**CVS1** – Condizione di verifica distanze parti in tensione-parti a terra dei sostegni : 0°C, vento a 26 km/h

**CVS2** – Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h

**CVS3** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C (Zona A) -10°C (Zona B), vento a 65 km/h

**CVS4** – Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura:

ZONA A EDS=21% per il conduttore tipo RQUT0000C2

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un

parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

ZONA A EDS=12.18% per corda di guardia tipo LC 23

EDS=15 % per corda di guardia tipo LC 50

Considerato che i conduttori dopo la messa in tiro sono soggetti ad assestamento, si rende necessario maggiorare il tiro all'atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura ( $\Delta\theta$ ) nel calcolo delle tabelle di tesatura che per la zona A è di  $-16^{\circ}\text{C}$

#### **5.5.5 Sostegni**

I sostegni saranno del tipo a delta rovescio e tronco piramidale a semplice terna, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B".

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia.

I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

I suddetti sostegni, proprio in virtù della disposizione orizzontale dei conduttori, consentono una drastica riduzione dell'impatto visivo.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, ci si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Il sostegno è composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (insieme di elementi che consente di ancorare i conduttori al sostegno mantenendoli comunque elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Infine vi sono cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

La base del sostegno, che è l'elemento di congiunzione con il terreno, può essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

I raccordi di un elettrodotto a 380 kV in semplice terna sono realizzati utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili', che di norma vanno da 15 a 42 m.

I tipi di sostegno standard utilizzati e le loro prestazioni nominali, rappresentate dai parametri di campata media ( $C_m$ ), angolo di deviazione ( $\delta$ ) e costante altimetrica ( $K$ ) sono i seguenti:

"L"	Leggero	$H = 18 \div 42 \text{ m}$	$C_m = 400 \text{ m}$	$\delta = 0.4^\circ$	$K = 0.1647$
"N"	Normale	$H = 18 \div 42 \text{ m}$	$C_m = 400 \text{ m}$	$\delta = 4^\circ$	$K = 0.2183$
"M"	Medio	$H = 18 \div 54 \text{ m}$	$C_m = 400 \text{ m}$	$\delta = 8^\circ$	$K = 0.2762$
"P"	Pesante	$H = 18 \div 42 \text{ m}$	$C_m = 400 \text{ m}$	$\delta = 16^\circ$	$K = 0.3849$
"V"	Vertice	$H = 18 \div 54 \text{ m}$	$C_m = 400 \text{ m}$	$\delta = 32^\circ$	$K = 0.3849$
"C"	Capolinea	$H = 18 \div 42 \text{ m}$	$C_m = 400 \text{ m}$	$\delta = 60^\circ$	$K = 0.3849$
"E"	Eccezionale	$H = 18 \div 42 \text{ m}$	$C_m = 400 \text{ m}$	$\delta = 100^\circ$	$K = 0.3849$

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campata media), trasversali (angolo di deviazione) e verticali (costante altimetrica  $K$ ). Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio:

- partendo dai valori di  $C_m$ ,  $\delta$  e  $K$  relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.
- con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di  $\delta$  e  $K$  che determinano azioni di pari intensità.

In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di  $C_m$ ,  $\delta$  e  $K$ , ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

## 5.5.6 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 420 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 160 e 210 kN nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 19 elementi negli amarri e 21 nelle sospensioni. Le catene di sospensione saranno del tipo a V o ad L (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno tre in parallelo. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

### 5.5.6.1 Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego.

### **5.5.7 Morsetteria ed armamenti**

Gli elementi di morsetteria per linee a 380 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell'impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione:

- 120 kN utilizzato per le morse di sospensione.
- 210 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione e dispositivo di amarro di un singolo conduttore.
- 360 kN utilizzato nei rami doppi degli armamenti di sospensione.

Le morse di amarro sono invece state dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.

### **5.5.8 Fondazioni**

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni essa è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante la "tabella delle corrispondenze" tra sostegni, monconi e fondazioni.

Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, sono progettate fondazioni ad hoc, sulla base di apposite indagini geotecniche.

### **5.5.9 Messe a terra dei sostegni**

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel progetto unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

## **5.6 Campi elettrici e magnetici**

I campi elettromagnetici consistono di onde elettriche (E) e magnetiche (H) che viaggiano insieme. Esse si propagano alla velocità della luce, e sono caratterizzate dalla frequenza ed dalla lunghezza d'onda.

I campi *ELF* (Extremely Low Frequency) sono definiti come quelli di frequenza fino a 300 Hz. A frequenze così basse corrispondono lunghezze d'onda in aria molto grandi e, in situazioni pratiche, il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e vengono misurati e valutati separatamente.

Una linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza, come riportato nei grafici seguenti.

### **5.6.1 Richiami normativi**

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti.

#### ***Legislazione italiana***

In materia di prevenzione dai rischi di esposizione delle lavoratrici, dei lavoratori e della popolazione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici il riferimento legislativo è costituito dalla legge quadro n. 36 del 22 febbraio 2001.

La legge 36, all'art. 4 comma 2, rimanda ad un successivo decreto attuativo la definizione dei limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico. L'art. 3 della legge riporta le definizioni:

- *elettrodotto*: è l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;
- *limite di esposizione*: è il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;

- *valore di attenzione*: valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine (che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate).
- *obiettivi di qualità* sono:
  - i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8;
  - i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva mitigazione dell'esposizione ai campi medesimi.

Il **DPCM 8 luglio 2003** attua quanto previsto dalla legge quadro riguardo alla "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". Agli articoli 3 e 4 esso stabilisce i seguenti limiti:

- *limite di esposizione*: **100  $\mu\text{T}$**  per l'induzione magnetica e **5 kV/m** per il campo elettrico.
- *Obiettivo di qualità*: nella progettazione, di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore ...(omissis), ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di **3  $\mu\text{T}$**  per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

In base all'art. 5 le tecniche di misurazione da adottare sono quelle indicate dalla norma CEI 211-6 prima edizione e successivi aggiornamenti. Inoltre, il sistema agenziale APAT-ARPA dovrà determinare le procedure di misura e valutazione, con l'approvazione del Ministero dell'ambiente, per la determinazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità. Per la verifica delle disposizioni di cui agli articoli 3 e 4, oltre alle misurazioni e determinazioni di cui sopra, il sistema agenziale APAT-ARPA può avvalersi di metodologie di calcolo basate su dati tecnici e storici dell'elettrodotto.

Dal campo di applicazione del DPCM è espressamente esclusa, invece, l'applicazione dei limiti, valori di attenzione e obiettivi di qualità di cui sopra ai lavoratori esposti ai campi per ragioni professionali (*art. 1 comma 2*).

L'art. 6 del DPCM 8/7/03 recita:

1. "Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 [...]"

2. "L'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti".

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto riferite agli elettrodotti sia aerei che interrati, il Ministero dell'Ambiente ha comunicato con lettera prot. DSA/2004/25291 del 15 novembre 2004, che *"la metodica da usarsi per la determinazione provvisoria delle fasce di rispetto pertinenti ad una o più linee elettriche aeree o interrate che insistono sulla medesima porzione di territorio può compiersi come segue:*

[...]

3. *Le linee possono essere schematizzate così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", cap. 4.1. Il calcolo può essere eseguito secondo l'algoritmo definito al cap. 4.3.*

4. *Si calcolano le regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a  $3 \mu T$  in termini di valore efficace.*

5. *Le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto. Le relative dimensioni, espresse in metri, possono essere arrotondate all'intero più vicino"*

### **Normativa italiana CEI**

La valutazione dei campi elettrici e magnetici a frequenza industriale è argomento della Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", dalla quale sono state tratte tutte le ipotesi di calcolo. In particolare:

- tutti i conduttori costituenti la linea (sia i conduttori attivi sia i conduttori di guardia) sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- i conduttori sono considerati di forma cilindrica, con diametro costante disposti a fascio di 3 per fase; si suppone che la distanza tra i singoli conduttori a uguale potenziale sia piccola rispetto alla distanza tra i conduttori a diverso potenziale; [...] si sostituisce al fascio di sub-conduttori un conduttore unico di opportuno diametro equivalente;
- il suolo è considerato piano, privo di irregolarità, perfettamente conduttore dal punto di vista elettrico, perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico;
- si trascura l'influenza sulla distribuzione del campo dei tralicci stessi, di piloni di sostegno, degli edifici, della vegetazione e di qualunque altro oggetto che si trovi nell'area interessata, ovvero si calcola il campo imperturbato.

Le ipotesi suddette permettono di ridurre il calcolo del campo ad un problema piano, essendo, in questo caso, la distribuzione stessa uguale su qualunque sezione normale all'asse longitudinale della linea. A parità di altri fattori, l'accuratezza dei dati forniti è ovviamente tanto maggiore quanto più le condizioni reali sono aderenti a quelle sopra elencate.

La guida 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*" costituisce l'applicazione delle formule fornite dalla guida CEI 211-4 ai diversi tipi di elettrodotti.

A sufficiente distanza dalla terna di conduttori, la superficie su cui l'induzione assume lo stesso valore (superficie isolivello) ha con buona approssimazione la forma di un cilindro avente come asse la catenaria ideale passante per il baricentro dei conduttori. La sezione trasversale di tale cilindro è una circonferenza. Prendendo in considerazione il valore di  $3 \mu\text{T}$ , si può calcolare il raggio della corrispondente circonferenza, che costituisce la fascia di rispetto.

Per quanto riguarda la corrente da considerare per la valutazione, secondo le norme non si deve fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea, bensì al valore della sua mediana calcolata nelle 24 ore.

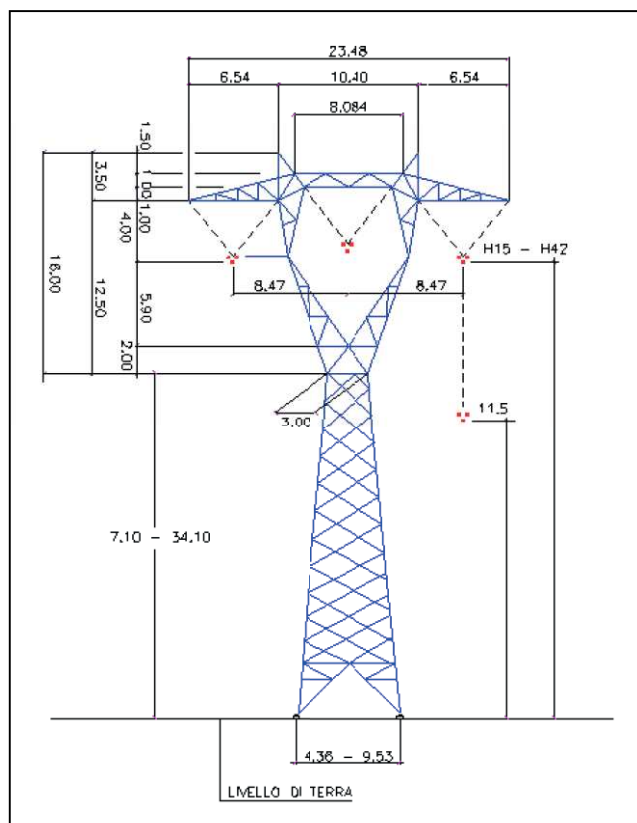
### **5.6.2 Valutazione dei campi elettrici e magnetici generati dai raccordi aerei**

Di seguito sono esposti gli andamenti stimati dei campi elettrico e magnetico lungo il tracciato dei raccordi di collegamento tra la Stazione Elettrica di Cerignola e l'elettrodotto a 380 kV "Foggia - Bari Ovest". Per il calcolo è stato utilizzato il programma "EMF Vers 3.0" sviluppato per T.E.R.NA. da CESI in conformità alla norma CEI 211-6.

I calcoli dei campi elettrico e magnetico sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

I valori esposti si intendono calcolati ad una distanza di 1 metro dal suolo.





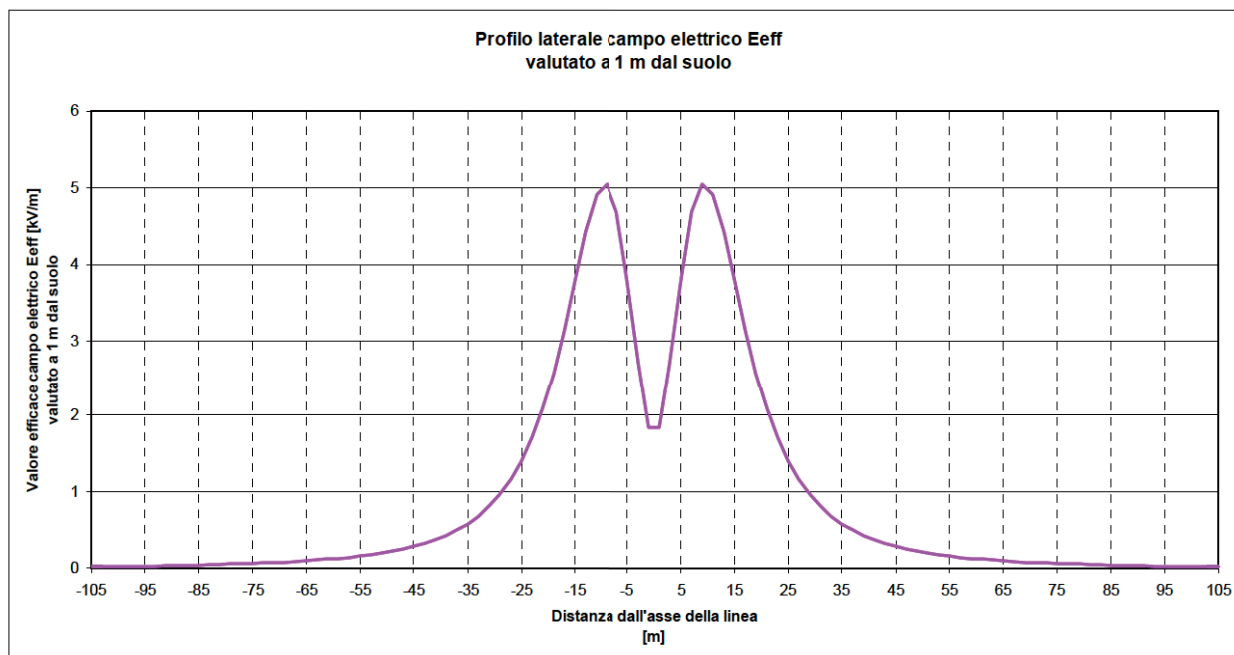
**Figura 3: Prospetto tipico di un sostegno per linea aerea a 380 kV.**

Per il calcolo delle intensità dei campi elettrico e magnetico si è considerata un'altezza dei conduttori dal suolo pari a 11,5 m (fig. 3), corrispondente cioè all'approssimazione per eccesso del valore indicato dal D.M. 1991 per le aree ove è prevista la presenza di persone sotto la linea. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. I conduttori sono ancorati ai sostegni, come da disegno schematico riportato in figura. Tra due sostegni consecutivi il conduttore si dispone secondo una catenaria, per cui la sua altezza dal suolo è sempre maggiore del valore preso a riferimento, tranne che nel punto di vertice della catenaria stessa. Anche per tale ragione l'ipotesi di calcolo assunta risulta conservativa.

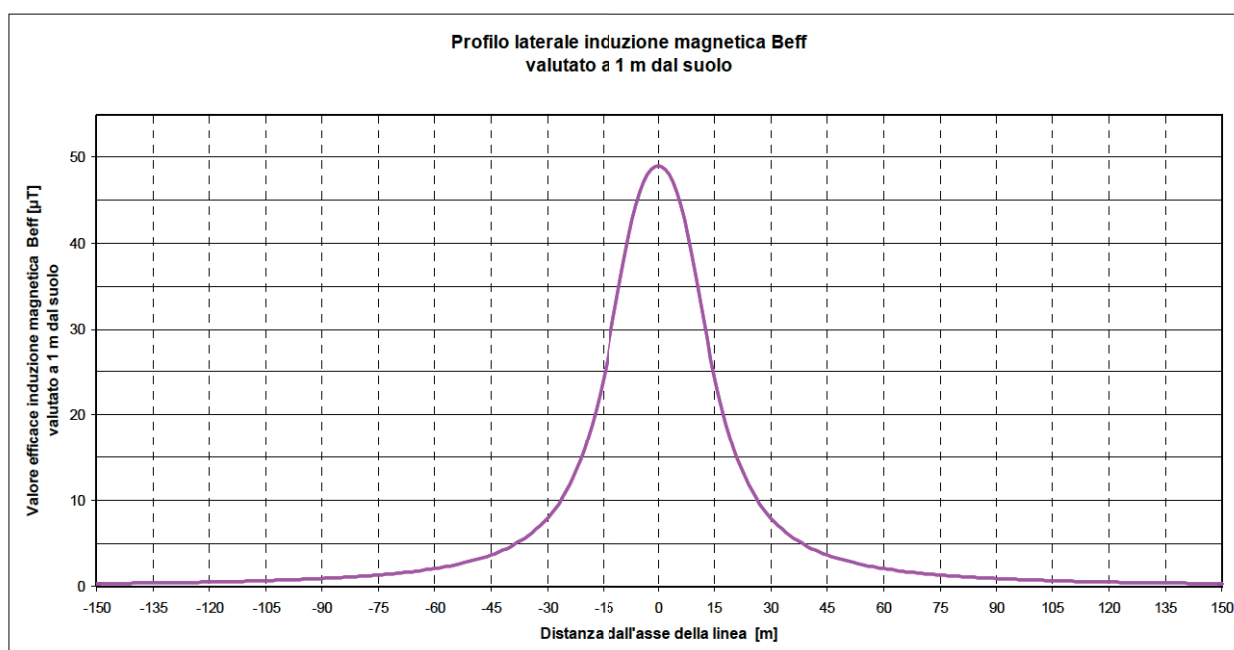
### 5.6.3 Configurazioni di carico

Il valore della induzione magnetica è proporzionale alla corrente transitante nella linea. Per un elettrodotto di nuova costruzione, non potendosi determinare un valore storico della corrente, nelle simulazioni si fa riferimento cautelativamente, in luogo della mediana nelle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, alla corrente in servizio normale definita dalla CEI 11-60 per il periodo freddo, pari a 985 A per il conduttore standard. Poiché ciascuna fase è costituita da tre conduttori, come sopra illustrato, ne deriva una corrente di fase pari a **2955 A**.

Di seguito sono riportati i grafici degli andamenti del campo elettrico e dell'induzione magnetica rispetto agli assi verticale e trasversale di una sezione dell'elettrodotto.



**Figura 4: profilo del campo elettrico generato dal raccordo aereo a 380 kV nella configurazione descritta nel paragrafo, valutato ad 1 m dal suolo.**



**Figura 5: profilo del campo magnetico generato dal raccordo aereo a 380 kV nella configurazione descritta nel paragrafo, valutato ad 1 m dal suolo.**

Si può osservare dai grafici suesposti che il valore del campo elettrico ad 1 m dal suolo è sempre inferiore al limite di legge di 5 kV/m, mentre quello del campo magnetico, nelle ipotesi di calcolo descritte, è inferiore al limite di legge di 3 μT per una distanza superiore ai 50 m dall'asse dell'elettrodotto. I calcoli effettuati con lo stesso modello di calcolo restituiscono approssimativamente gli stessi risultati anche per quote prossime a quella dei conduttori della

linea, pertanto si può assumere come distanza di rispetto, ai sensi del DPCM 8/7/03, il valore di **50 m** da entrambi i lati riferiti all'asse delle due linee.

Il tracciato dei nuovi raccordi è stato studiato in modo che all'interno della fascia di rispetto non ricadano punti sensibili.

## **5.7 Rumore**

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona. Il vento, se particolarmente intenso, può provocare il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto.

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 380 kV di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori pari a 40 dB(A).

Occorre rilevare che il rumore si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti. In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la distanza, si riconosce che già a poche decine di metri dalla linea risultano rispettati anche i limiti più severi tra quelli di cui al D.P.C.M. marzo 1991, e alla Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995).

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 380 kV. Considerazioni analoghe valgono per il rumore di origine eolica.

Per una corretta analisi dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dall'elettrodotto in fase di esercizio, si deve infine tenere conto del fatto che il livello del fenomeno è sempre modesto e che l'intensità massima è legata a cattive condizioni meteorologiche (vento forte e pioggia battente) al naturale rumore di fondo (sibilo del vento, scroscio della pioggia, tuoni). Fattori, questi ultimi, che riducono sia la percezione del fenomeno che il numero delle persone interessate.

## **5.8 Sicurezza nei cantieri**

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del "Testo Unico Sicurezza" D.Lgs n. 81 del 9 Aprile 2008. Pertanto, in fase di progettazione esecutiva si provvederà a nominare un Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di

realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

## **6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE**

Si rimanda al documento DOCBFP0858-02.

## **7. TEMPI DI REALIZZAZIONE**

La durata di realizzazione della stazione, dei raccordi è stimata in 30 mesi. In ogni caso, in considerazione dell'urgenza e della importanza dell'opera, saranno intraprese tutte le azioni volte ad anticipare il più possibile il completamento dell'impianto e la conseguente messa in servizio.

## **8. ALLEGATI**