



ENERGY  
ENVIRONMENT  
ENGINEERING

3E Ingegneria Srl  
Via G. Volpe, 92 – PISA

CLIENTE - CUSTOMER



TITOLO – TITLE

# NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380"



## Stazione e Raccordi alla RTN

### Raccordi alla RTN

## Relazione tecnica descrittiva



REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	EMESSO-ISSUED	APPROV.	DATE	SIGLA – TAG	
01	Revisione dopo commenti TERNA	3E	METKA	Ago. 22	<b>011.20.01.R02</b>	
00	Emissione	3E	METKA	Lug. 21		
					LINGUA-LANG.	PAG. / TOT.
					<b>I</b>	<b>1 / 35</b>

 <b>E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G</b>	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>2/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>MOTIVAZIONI DELL'OPERA .....</b>	<b>4</b>
2.1	<b>COMUNI INTERESSATI.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE .....</b>	<b>5</b>
3.1	<b>ELENCO DELLE OPERE ATTRAVERSATE .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>6</b>
4.1	<b>VINCOLI.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>CRONOPROGRAMMA .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA .....</b>	<b>8</b>
6.1	<b>PREMESSA .....</b>	<b>8</b>
6.2	<b>CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO .....</b>	<b>9</b>
6.3	<b>DISTANZA TRA I SOSTEGNI.....</b>	<b>9</b>
6.4	<b>CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA .....</b>	<b>9</b>
6.4.1	Stato di tensione meccanica .....	10
6.5	<b>CAPACITÀ DI TRASPORTO .....</b>	<b>12</b>
6.6	<b>SOSTEGNI.....</b>	<b>12</b>
6.7	<b>ISOLAMENTO .....</b>	<b>14</b>
6.7.1	Caratteristiche geometriche .....	14
6.7.2	Caratteristiche elettriche .....	15
6.8	<b>MORSETTERIA ED ARMAMENTI.....</b>	<b>17</b>
6.9	<b>FONDAZIONI.....</b>	<b>18</b>
6.10	<b>MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI.....</b>	<b>19</b>
6.11	<b>CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI.....</b>	<b>19</b>
6.12	<b>TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>RUMORE .....</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....</b>	<b>23</b>
8.1	<b>RICHIAMI NORMATIVI.....</b>	<b>23</b>
8.2	<b>CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>AREE IMPEGNATE .....</b>	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>FASCE DI RISPETTO .....</b>	<b>30</b>
10.1	<b>Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto .....</b>	<b>30</b>
10.1.1	Correnti di calcolo .....	30
10.1.2	Calcolo della Distanza di prima approssimazione (DPA) .....	30
<b>11</b>	<b>SICUREZZA NEI CANTIERI .....</b>	<b>33</b>
<b>12</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>34</b>
12.1	<b>Leggi.....</b>	<b>34</b>
12.2	<b>Norme CEI.....</b>	<b>35</b>

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>3/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione tecnica è la descrizione degli aspetti specifici per il nuovo raccordo in entra – esci a 380 kV all’attuale elettrodotto 380 kV della RTN denominato “Genzano 380 – Matera”, da ubicare nel comune di Gravina in Puglia, della città Metropolitana di Bari.

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>4/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA

Al fine di permettere il collegamento alla RTN di diversi impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile Terna ha previsto ed indicato nelle Soluzioni Tecniche Minime Generali (STMG) ricadenti nell'area la necessità di realizzare le seguenti opere RTN:

- a) una nuova Stazione Elettrica (di seguito S.E.) RTN 380/150 kV denominata "GRAVINA 380" nel Comune di Gravina in Puglia, città Metropolitana di Bari;
- b) un nuovo raccordo in entra – esci a 380 kV all'attuale elettrodotto 380 kV della RTN denominato "Genzano 380 – Matera";

Secondo quanto previsto dal D.Lgs. 387/2003 e ss.mm.ii., la società proponente "METKA EGN srl", nell'ambito del proprio progetto FER ha sviluppato ed intende portare in autorizzazione le suddette opere RTN. Il medesimo progetto sarà inoltre reso disponibile per le eventuali ulteriori iniziative di produzione la cui STMG preveda le medesime opere RTN per la connessione.

### 2.1 COMUNI INTERESSATI

Il comune interessato dalla realizzazione dei raccordi a 380 kV della nuova stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV "GRAVINA 380" è quello di Gravina in Puglia, città Metropolitana di Bari.

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>5/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

### 3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Il tracciato degli elettrodotti, quale risulta dalla corografia allegata, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

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

#### 3.1 ELENCO DELLE OPERE ATTRAVERSATE

L'elenco delle opere pubbliche attraversate dai raccordi, con l'indicazione degli enti competenti, è riportato nella tabella seguente e nella tavola grafica "Planimetria su CTR con attraversamenti". Per quanto riguarda il corso d'acqua, si tratta di una fossa campestre e interessa solo il raccordo verso Matera.

NUM ATTRAVERSAMENTO	DESCRIZIONE OPERA ATTRAVERSATA	ENTE INTERESSATO
Comune di Gravina in Puglia		
1	Strada Provinciale 193	Città Metropolitana di Bari
2	Fossa campestre	Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale
3	Linea MT	e-Distribuzione

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN			
	Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva			
	OGGETTO / SUBJECT			
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

## 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Con riferimento alle tavole grafiche allegate, il tracciato dei raccordi prevede di intercettare l'esistente linea aerea a 380 kV in semplice terna "Genzano 380 – Matera", in corrispondenza della campata antistante la nuova stazione, tra i sostegni n. 60 e 61, mediante la costruzione di 3 nuovi sostegni, di cui 1 posto in asse alla linea intercettata ed i restanti lungo il collegamento con gli stalli nella nuova SE. I sostegni da cui si deriveranno i raccordi avranno prestazioni meccaniche adeguate a sostenere forti angoli e saranno utilizzati come capolinea ed avranno la funzione di indirizzare le due tratte della linea intercettata, provenienti dagli esistenti sostegni, verso i portali dei rispettivi stalli nella sezione a 380 kV della futura stazione di "Gravina 380". Dai nuovi sostegni si diramano infatti i tronconi di linea, indicati come "Raccordi alla RTN" negli allegati grafici, che fungeranno da collegamento entra - esce per la nuova stazione di "Gravina 380", situata a circa 220 m a sud-ovest della linea da intercettare. La sola campata interessata dagli interventi sarà pertanto quella menzionata.

La linea sarà realizzata con i sostegni della serie unificata a 380 kV e lo sviluppo complessivo del tracciato dei raccordi, da ciascun portale della nuova S.E. ai sostegni esistenti, estremi della campata intercettata, è pari a circa 560 metri per il raccordo verso "Genzano 380" e a circa 730 m per il raccordo verso "Matera".

I tracciati dei due raccordi coinvolgono, come detto, il solo comune di Gravina in Puglia, interessando aree a prevalente uso agricolo e scarsamente antropizzate, situate nella zona sud-ovest del comune suddetto.

### 4.1 VINCOLI

Il tracciato dell'elettrodotto non ricade in zone sottoposte a vincoli aeroportuali e non interessa zone sottoposte a vincolo ambientale.

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>	<b>7/35</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
					CLIENTE / CUSTOMER

## 5 CRONOPROGRAMMA

Il programma dei lavori è illustrato nel disegno di seguito riportato.

ID	Nome attività	Y01												Y02										
		M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11
1	Ordine	◆ Ordine																						
2	Kick off meeting	◆ Kick off meeting																						
3	Rilievo del tracciato e progettazione del profilo	■ Rilievo del tracciato e progettazione del profilo																						
4	Indagini geognostiche	■ Indagini geognostiche																						
5	Approvazione della documentazione di progetto	■ Approvazione della documentazione di progetto																						
6	Ordinazione materiali	■ Ordinazione materiali																						
7	Collaudo dei materiali	■ Collaudo dei materiali																						
8	Inizio delle opere civili	◆ Inizio delle opere civili																						
9	Stubs e basi dei sostegni al Sito (fabbricazione)	■ Stubs e basi dei sostegni al Sito (fabbricazione)																						
10	Materiale di messa a terra al Sito (fabbricazione)	■ Materiale di messa a terra al Sito (fabbricazione)																						
11	Parti superiori dei sostegni al Sito (fabbricazione)	■ Parti superiori dei sostegni al Sito (fabbricazione)																						
12	Conduttori e corde di guardia al Sito (fabbricazione)	■ Conduttori e corde di guardia al Sito (fabbricazione)																						
13	Isolatori al Sito (fabbricazione)	■ Isolatori al Sito (fabbricazione)																						
14	Morsetteria al Sito (fabbricazione)	■ Morsetteria al Sito (fabbricazione)																						
15	Asservimenti	■ Asservimenti																						
16	Esecuzione degli scavi	■ Esecuzione degli scavi																						
17	Ass. degli stubs e delle basi, casseri e armature	■ Ass. degli stubs e delle basi, casseri e armature																						
18	Getto del calcestruzzo	■ Getto del calcestruzzo																						
19	Riempimento degli scavi	■ Riempimento degli scavi																						
20	Assemblaggio delle parti superiori dei sostegni	■ Assemblaggio delle parti superiori dei sostegni																						
21	Assemblaggio e montaggio isolatori e morsetteria	■ Assemblaggio e montaggio isolatori e morsetteria																						
22	Tesatura	■ Tesatura																						
23	Collaudo al Sito	■ Collaudo al Sito																						
24	Energizzazione	◆ Energizzazione																						

**Cronoprogramma per l'esecuzione dei raccordi alla RTN**

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>8/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

### 6.1 PREMESSA

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti 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, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato TERNA, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

L'elettrodotto sarà costituito da una palificazione a semplice terna armata con tre fasi ciascuna composta da un fascio di 3 conduttori di energia e una corda di guardia, fino al raggiungimento dei sostegni capolinea; lo stesso assetto, ma con fascio di conduttori binato, si ha tra il sostegno capolinea e i portali di stazione, come meglio illustrato di seguito.



	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>9/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Corrente nominale	1500 A
Potenza nominale	1000 MVA

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 380 kV in zona A e in zona B.

## 6.3 DISTANZA TRA I SOSTEGNI

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali per il livello di tensione 380 kV si può ritenere essere circa pari a 350m.

## 6.4 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, ciascuna fase elettrica sarà costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mmq 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 nel documento dei "Particolari costruttivi".

Nelle campate comprese tra i sostegni capolinea ed i portali della stazione elettrica ciascuna fase sarà costituita da un fascio di 2 conduttori collegati fra loro da distanziatori (fascio binato).

I conduttori di energia saranno in corda di alluminio di sezione complessiva di 999.70 mmq,

 <b>E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G</b>	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>10/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

composti da n. 91 fili di alluminio del diametro di 3.74 mm, con un diametro complessivo di 41.1 mm.

Il carico di rottura teorico di tale conduttore sarà di 14486 daN.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 11,50, arrotondamento per accesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L' elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con due corde di guardia destinate, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso 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 mmq, sarà costituita da n. 19 fili del diametro di 2,30 mm (tavola 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 (tavola UX LC50), da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

#### 6.4.1 Stato 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
- MSB** – Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h
- MPA** – Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>11/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

- MPB** – Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio
- MFA** – Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
- MFB** – Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio
- CVS1** – Condizione di verifica sbandamento catene: 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 conduttore alluminio-acciaio
- ZONA B** EDS=20% per il conduttore tipo RQUT0000C2 conduttore alluminio-acciaio



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
- ZONA B** EDS=11.60% per corda di guardia tipo LC 23  
EDS=13,9 % per corda di guardia tipo LC 50

Per fronteggiare le conseguenze dell'assestamento dei conduttori, 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:

- 16°C in zona A
- 25°C in zona B.

La linea in oggetto è situata in "**ZONA A**"

	NUOVA SE a 380/150 KV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>12/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 6.5 CAPACITÀ DI TRASPORTO

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al "conduttore standard" preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo.

Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60.

## 6.6 SOSTEGNI



I sostegni saranno del tipo a delta rovesciato 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.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA 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.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

 <b>ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING</b>	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>13/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

L'elettrodotto a 380 kV semplice terna è realizzato 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" (di norma variabili da 15 a 42 m).

I tipi di sostegno standard utilizzati e le loro prestazioni nominali (riferiti alla zona A), con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio  $\Phi$  31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione ( $\delta$ ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

#### SOSTEGNI 380 kV Semplice Terna a delta rovesciato - ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"L" Leggero	18 ÷ 42 m	400 m	0°43'	0,1647
"N" Normale	18 ÷ 42 m	400 m	4°	0,2183
"M" Medio	18 ÷ 54 m	400 m	8°	0,2762
"P" Pesante	18 ÷ 42 m	400 m	16°	0,3849
"V" Vertice	18 ÷ 54 m	400 m	32°	0,3849
"C" Capolinea	18 ÷ 42 m	400 m	60°	0,3849
"E" Eccezionale	18 ÷ 42 m	400 m	100°	0,3849



Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate 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 Cm,  $\delta$  e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.

Successivamente 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.

 <b>E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G</b>	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN			
	Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva			
	OGGETTO / SUBJECT			
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

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.

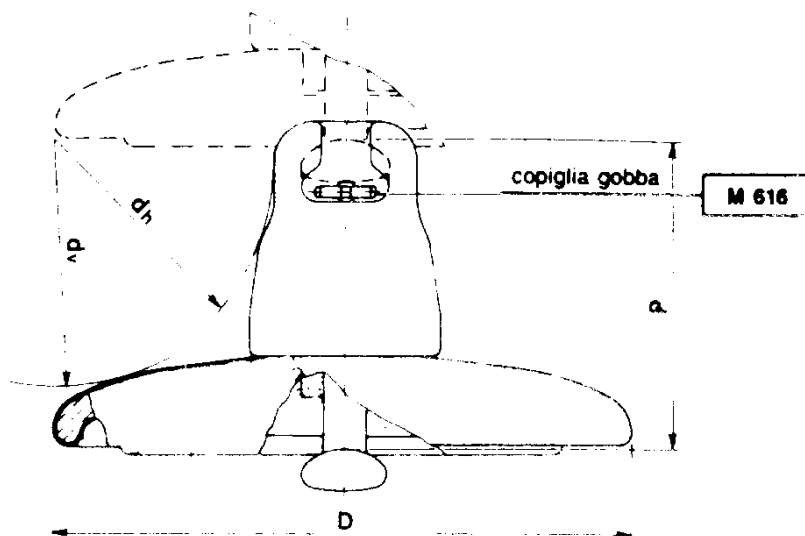
## 6.7 ISOLAMENTO



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 amari e 21 nelle sospensioni, come indicato nel grafico riportato al paragrafo successivo. 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. Inoltre per i sostegni tubolari monostelo e per i sostegni a mensole isolanti saranno utilizzati anche isolatori a bastone in porcellana (tav. LJ 21).

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

### 6.7.1 Caratteristiche geometriche

Nella tabella LJ 2 allegata sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>15/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

### 6.7.2 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 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.

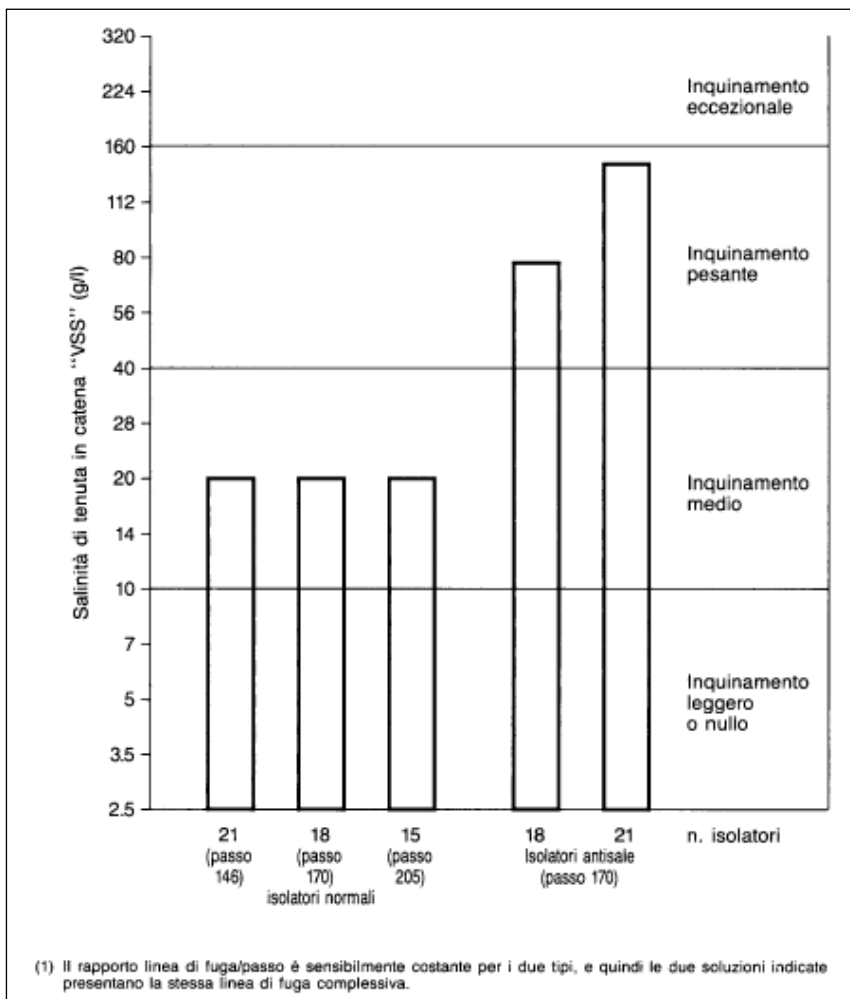
Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m <sup>2</sup> )
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>Zone agricole (2)</li> <li>Zone montagnose</li> </ul> Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</li> </ul>	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti</li> <li>Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte</li> </ul>	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi</li> <li>Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti</li> <li>Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione</li> </ul>	(*)

- (1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.
- (2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.
- (3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona ed alle condizioni di vento più severe.

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN				
	Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>	<b>16/35</b>	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER	

- (4) (\*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.





Il numero degli elementi può essere aumentato fino a 21 (sempre per ciò che riguarda gli armamenti VSS) coprendo così quasi completamente le zone ad inquinamento "pesante". In casi eccezionali si potranno adottare soluzioni che permettono l'impiego fino a 25 isolatori "antisale" da montare su speciali sostegni detti a "isolamento rinforzato". Con tale soluzione, se adottata in zona ad inquinamento eccezionale, si dovrà comunque ricorrere ad accorgimenti particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggio, ecc. Le considerazioni fin qui esposte vanno pertanto integrate con l'osservazione che gli armamenti di sospensione diversi da VSS hanno prestazioni minori a parità di isolatori. E precisamente:

- gli armamenti VDD, LSS, LDS presentano prestazioni inferiori di mezzo gradino della scala di salinità
- gli armamenti LSD, LDD (di impiego molto eccezionale) presentano prestazioni di inferiori di 1 gradino della scala di salinità.
- gli armamenti di amarro, invece, presentano le stesse prestazioni dei VSS.

Tenendo presente, d'altra parte, il carattere probabilistico del fenomeno della scarica superficiale, la riduzione complessiva dei margini di sicurezza sull'intera linea potrà essere trascurata se gli armamenti indicati sono relativamente pochi rispetto ai VSS (per esempio 1 su 10). Diversamente se ne terrà conto nello stabilire la soluzione prescelta (ad esempio si passerà agli "antisale" prima di quanto si sarebbe fatto in presenza dei soli armamenti VSS).



 <b>E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G</b>	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>17/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 146) tipo J1/3 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei 18 isolatori (passo 170) tipo J1/4 (normale) per gli armamenti in amarro.

## 6.8 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.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

Per le linee a 380 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
		Ramo 1	ramo 2	
a "V" semplice	380/1	210	210	VSS
a "V" doppio	380/2	360	360	VDD
a "L" semplice-	380/3	210	210	LSS
a "L" semplice-doppio	380/4	210	360	LSD
a "L" doppio-semplce	380/5	360	210	LDS
a "L" doppio	380/6	360	360	LDD
triplo per amarro	385/1	3 x 210		TA
doppio per amarro	387/2	2 x 120		DA
ad "I" per richiamo collo morto	392/1	30		IR

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>18/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel progetto unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

## 6.9 FONDAZIONI

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.

La fondazione 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:

1. 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;
2. un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
3. 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.

Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:

- D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 9 gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Decreto Interministeriale 16 Gennaio 1996: "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>19/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.

L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche)

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le "Tabelle delle corrispondenze" che sono le seguenti:

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

## 6.10 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.

## 6.11 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato "Raccordi alla RTN – Particolari costruttivi".

	NUOVA SE a 380/150 KV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>20/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 6.12 TERRE E ROCCE DA SCAVO

In ottemperanza delle normative vigenti in fase di progettazione esecutiva, verrà predisposto idoneo "Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo" nel quale verranno descritti le modalità di gestione delle stesse in fase di realizzazione.



In particolare, il suddetto Piano di Gestione sarà così articolato:

- a) Studio preliminare. Ovvero una verifica diretta in campo e documentale presso Comuni, Provincia e Regione, volta al reperimento di dati storici che consentano una valutazione a priori della possibile presenza di contaminazione nell'area interessata dagli elettrodotti.
- b) Piano di indagine. In funzione del posizionamento definitivo dei sostegni e delle profondità previste per gli scavi di fondazione, conseguenti alle verifiche geotecniche e alla definizione del progetto esecutivo degli elettrodotti, facendo riferimento alle risultanze dello studio preliminare di cui al punto precedente, verrà predisposto un Piano di Indagine nel quale saranno definite le quantità, la posizione, la qualità dei prelievi e delle analisi da eseguire e dei parametri da ricercare.
- c) Indagini. Preliminarmente all'avvio del cantiere di costruzione degli elettrodotti saranno eseguiti, nei punti definiti dal Piano di indagine, i prelievi dei campioni, le analisi chimiche finalizzate alla determinazione del codice CER e alla classificazione del terreno e la determinazione della destinazione finale del terreno (ovvero il riutilizzo in sito, qualora possibile, o lo smaltimento in discarica autorizzata).

I lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche e fisico/meccaniche del terreno, saranno mirati a compensare i volumi di sterro e riporto, secondo i criteri che verranno definiti nelle successive fasi progettuali; il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il riempimento degli scavi, previo accertamento durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. Nel caso in cui i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà conferito/smaltito presso idoneo impianto di recupero/discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche, reperito c/o siti atto allo scopo. Poiché per l'esecuzione dei lavori non saranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>21/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito. Per quanto riguarda le volumetrie di scavo e riporto, saranno quantificate nelle successive fasi progettuali, prevedendo uno squilibrio di circa 50mc superiore verso lo scavo.

 <b>E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G</b>	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>22/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 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) alle quali corrispondono una minore propensione della popolazione alla vita all'aperto e l'aumento del 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.

 <b>E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G</b>	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>23/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 8 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

### 8.1 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.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

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

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12/7/99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla. È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come

 <b>E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G</b>	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>24/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

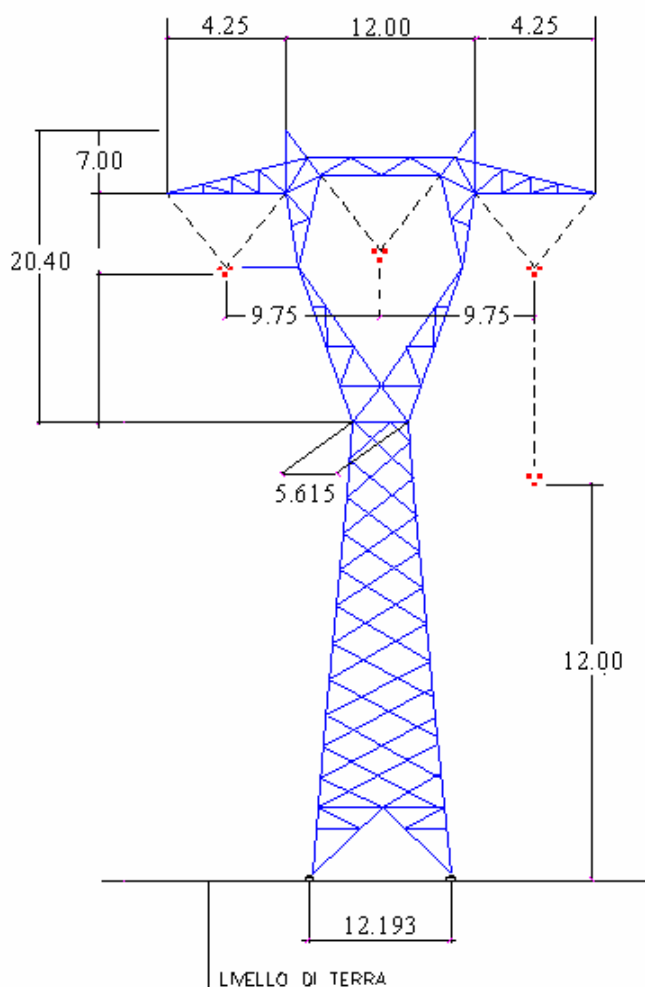
mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea. Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.



## 8.2 CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

La 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.

A titolo di esempio si riporta l'andamento dell'induzione magnetica lungo il tracciato generata da una linea a 380 kV, considerando un sostegno di tipo N a semplice terna con disposizione dei conduttori in piano e fasi ottimizzate.



	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>26/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
	CLIENTE / CUSTOMER				

Le condizioni di carico che sono presentate sono quelle della norma CEI 11-60, per la zona A e la zona B nel periodo freddo e nel periodo caldo, come indicato nella seguente tabella

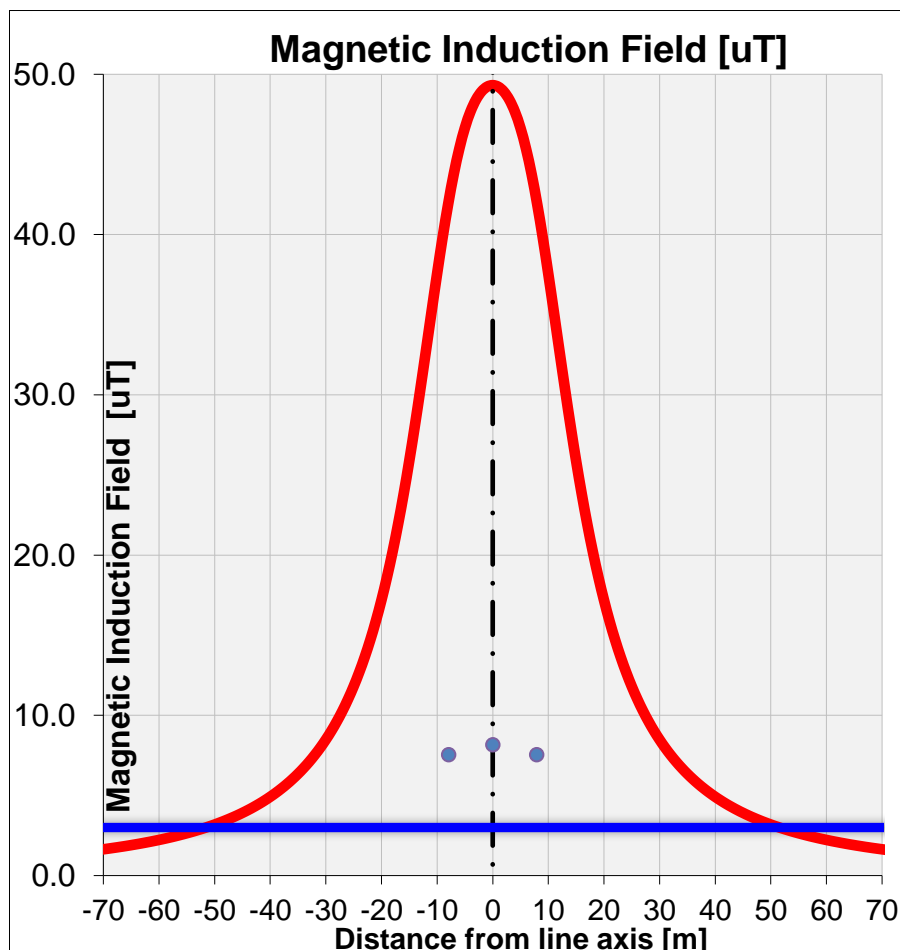
TENSIONE NOMINALE	PORTATA IN CORRENTE (A) DEL CONDUTTORE SECONDO CEI 11-60			
	ZONA A		ZONA B	
	PERIODO C	PERIODO F	PERIODO C	PERIODO F
380 kV	740	985	680	770

Come si nota le condizioni utilizzate per i calcoli sono conservative rispetto al valore di corrente di normale utilizzo.

Per il calcolo è stato utilizzato un programma apposito sviluppato in conformità alla norma CEI 211-4; i calcoli dei campi elettrico e magnetico sono stati eseguiti secondo quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.



I valori esposti si intendono calcolati ad una distanza di 1,5 metri dal suolo.

Per il calcolo delle intensità dei campi elettrico e magnetico si è considerata un'altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 11.5 m, corrispondente cioè all'approssimazione per eccesso del valore indicato dal D.M. 1991 per le aree ove è prevista la presenza prolungata 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.

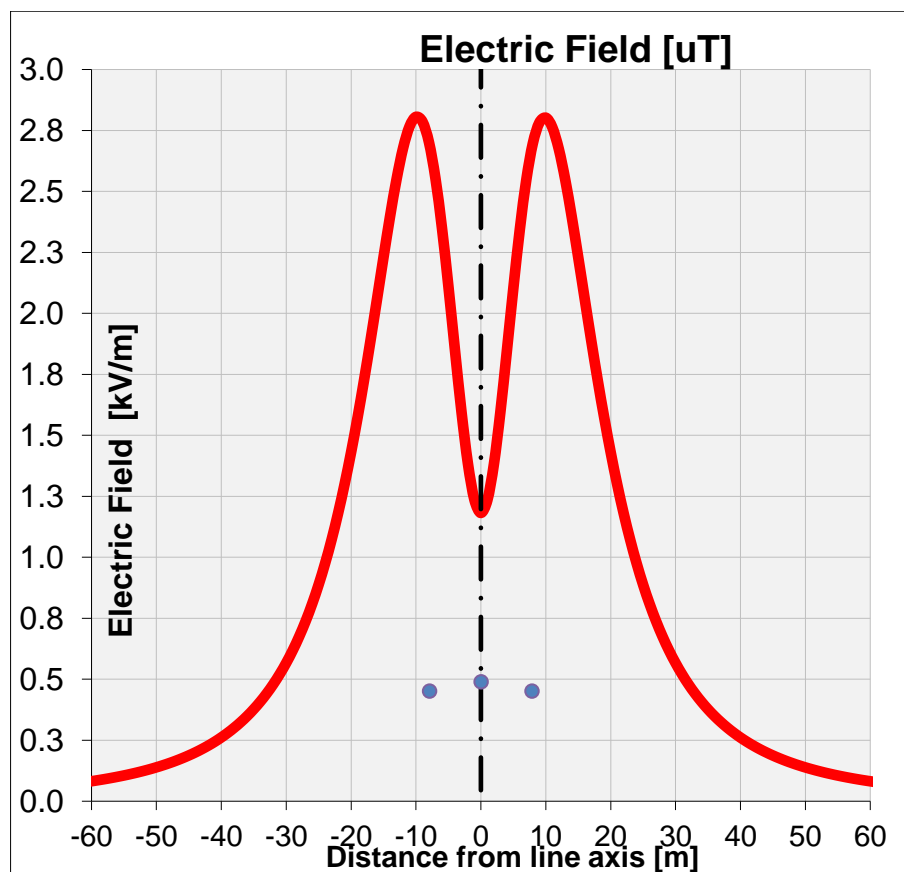


Come si vede dal grafico nei casi di carico previsti dalla norma CEI 11-60 si raggiunge l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T intorno ai 50 metri dall'asse linea.



Dalle valutazioni su esposte, considerate le distanze delle abitazioni e dei luoghi destinati a permanenza prolungata della popolazione dell'elettrodotto in progetto, si dimostra ovunque il rispetto con margine dei limiti di esposizione stabiliti dalla normativa vigente.

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN			
	Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva			
	OGGETTO / SUBJECT			
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

Di seguito è riportato il calcolo del campo elettrico generato dalla linea 380 kV semplice terna presa in considerazione:





Come si vede i valori di campo elettrico sono sempre inferiori al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa.

 ENERGY ENVIRONMENT ENGINEERING	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>29/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 9 AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le **aree impegnate**, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto (circa 25 m dall'asse linea per elettrodotti a 380 kV). Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04), equivalenti alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, dello stesso testo unico (come integrato dal 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'estensione delle zone di rispetto nel caso in specie, sarà di circa 50 m dall'asse linea, come riportato nella tavola grafica "Planimetria su mappa catastale con API", dove si evince l'asse linea indicativa del tracciato e un'ipotesi di posizionamento preliminare dei sostegni con la fascia delle aree potenzialmente impegnate, sulle quali sarà apposto il 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.

L'elenco delle particelle catastali interessate dall'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, con l'indicazione dei nominativi dei proprietari come da risultanze catastali, è riportato nel documento "Piano Particellare di Esproprio descrittivo".

 <b>E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G</b>	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>30/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 10 FASCE DI RISPETTO

Per "fasce di rispetto" si intendono 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, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) 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 e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Scopo dei paragrafi seguenti è il calcolo delle fasce di rispetto, tramite l'applicazione della suddetta metodologia di calcolo, per la linea in oggetto e la rappresentazione delle stesse fasce sulla corografia del tracciato.

### 10.1 Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto

#### 10.1.1 Correnti di calcolo

Ai sensi dell'art. 6 comma 1 del DPCM 8 luglio 2003, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (periodo freddo).

Per le linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60.

Nei casi in esame (zona A) la portata in corrente del conduttore di riferimento nel periodo freddo è pari a quanto riportato in 4.2 per il livello di tensione a 380 kV.

#### 10.1.2 Calcolo della Distanza di prima approssimazione (DPA)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come "la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto".

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN			
	Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva			
	OGGETTO / SUBJECT			
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

Ai fini del calcolo della Dpa per le linee in oggetto si è applicata l'ipotesi più cautelativa considerando per il calcolo sostegni di tipo C; per il calcolo è stato utilizzato un programma sviluppato in aderenza alla norma CEI 211-4, inoltre i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

I valori di Dpa ottenuti nel caso del sostegno in singola terna a delta rovesciato sono pari a **53 m** rispetto all'asse linea.



In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà ad una definizione più esatta della distanza di prima approssimazione che rispecchi la situazione post-realizzazione, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008, con conseguente riduzione delle aree interessate.

In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni sono state riportate le aree di prima approssimazione calcolate applicando i procedimenti semplificati riportati nella metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008; in particolare:

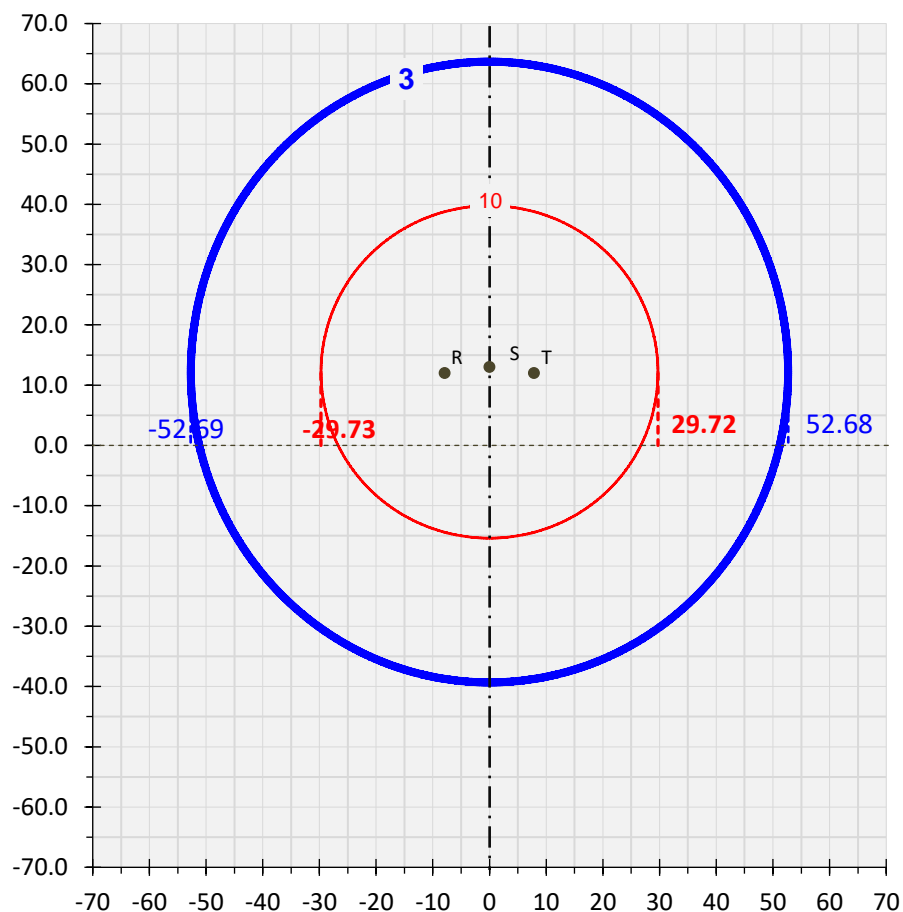
- nei tratti dei parallelismi delle linee sono stati calcolati gli incrementi ai valori delle semifasce calcolate come imperturbate secondo quanto previsto dal par. 5.1.4.1 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.
- nei cambi di direzione si sono applicate le estensioni della fascia di rispetto lungo la bisettrice all'interno ed all'esterno dell'angolo tra due campate (si veda par. 5.1.4.2 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008);
- negli incroci si è applicato il metodo riportato al par. 5.1.4.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008, valido per incroci tra linee ad alta tensione applicando il caso adeguato;

La rappresentazione di tali distanze ed aree di prima approssimazione, sulle quali dovranno essere apposte le necessarie misure di salvaguardia, è riportata nella tavola grafica "Planimetria su mappa catastale con DPA".

Come si può osservare, all'interno delle distanze ed aree di prima approssimazione non ricadono edifici.

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN			
	Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva			
	OGGETTO / SUBJECT			
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

Nel grafico seguente è illustrato il risultato del calcolo, effettuato utilizzando i valori delle correnti nei conduttori pari alla portata massima definita secondo la norma CEI 11-60.





 <b>E N E R G Y</b> <b>E N V I R O N M E N T</b> <b>E N G I N E E R I N G</b>	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>33/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

## 11 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.. Pertanto, in fase di progettazione la Società proponente 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 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.

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN			
	Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva			
	OGGETTO / SUBJECT			
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>	
TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

## 12 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

### 12.1 Leggi

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" 15/2005 come modificato dalla [Legge 11 febbraio 2005, n. 15](#), dal [Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35](#) e dalla [Legge 2 aprile 2007, n. 40](#).
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42".
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato"
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne"

	NUOVA SE a 380/150 kV "GRAVINA 380" e Raccordi alla RTN  Raccordi alla RTN Relazione tecnica descrittiva				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>011.20.01.R02</b>	<b>01</b>	<b>Ago. 22</b>		<b>35/35</b>
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne"
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 "Norme tecniche per le costruzioni"
- Ordinanza PCM 20/03/2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Ordinanza PCM 10/10/2003 n. 3316 "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del PCM n. 3274 del 20/03/2003";
- Ordinanza PCM 23/01/2004 n. 3333 "Disposizioni urgenti di protezione civile"
- Ordinanza PCM 3/05/2005 n. 3431 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";

## 12.2 Norme CEI

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02