

**3E Ingegneria srl**

Via G. Volpe, 92 – PISA

CLIENTE - CUSTOMER



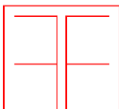

TITOLO – TITLE

**POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO RTN  
132 kV “FERRARA - CANARO - ROVIGO”  
PTO - PIANO TECNICO DELLE OPERE**

**RELAZIONE TECNICA GENERALE**

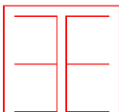



02	Alzato sostegno n.2 della “Monselice-Rovigo”	3E	Enfinity	Ott.25	SIGLA – TAG	
01	Spostata in “parte generale” e recepito commenti	3E	Enfinity	Giu.25	<b>024.23.01.R01</b>	
00	Prima emissione	3E	Enfinity	Feb.25	LINGUA-LANG.	PAG. / TOT.
REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	EMESSO-ISSUED	APPROV.	DATE	<b>I</b>	<b>1 / 54</b>



<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	2/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## S O M M A R I O

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>COMUNI INTERESSATI.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>ANALISI DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>10</b>
4.1	Linea SE Rovigo – SE Canaro .....	10
4.2	Linea CP Canaro – Ferrara (Fino al sostegno n.106):.....	12
4.3	Sostituzione tratti di linea aerea con tratti in cavo AT interrato.....	14
4.3.1	Linea Rovigo – SE Canaro:.....	14
4.3.2	Linea CP Canaro – Ferrara.....	15
<b>5</b>	<b>UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE .....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>ELENCO OPERE ATTRAVERSATE .....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>CRONOPROGRAMMA .....</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>19</b>
8.1	VINCOLI.....	20
<b>9</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA.....</b>	<b>21</b>
<b>10</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'ELETTRODOTTO AEREO.....</b>	<b>22</b>
10.1	DISTANZA TRA I SOSTEGNI .....	22
10.2	CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA .....	22
10.2.1	Stato di tensione meccanica .....	24
10.3	CAPACITÀ DI TRASPORTO .....	25
10.4	SOSTEGNI.....	25
10.5	ISOLAMENTO.....	27
10.5.1	Caratteristiche geometriche.....	27
10.5.2	Caratteristiche elettriche.....	28
10.6	MORSETTERIA ED ARMAMENTI.....	30
10.7	FONDAZIONI .....	30
10.8	MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI.....	31
10.9	RUMORE .....	31
<b>11</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO .....</b>	<b>32</b>
11.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	32
11.2	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL COLLEGAMENTO IN CAVO .....	32
11.3	COMPOSIZIONE DEL COLLEGAMENTO .....	32
11.4	MODALITÀ DI POSA E DI ATTRAVERSAMENTO .....	32
11.5	CARATTERISTICHE ELETTRICHE/MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA .....	33
11.6	GIUNTI DI TRANSIZIONE XLPE/XLPE .....	35
11.7	SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI.....	36
11.8	RUMORE .....	37
11.9	REALIZZAZIONE DELL'OPERA.....	37
11.9.1	FASI DI COSTRUZIONE .....	37
11.9.2	REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE TEMPORANEE DI CANTIERE PER LA POSA DEL CAVO .....	37
11.9.3	APERTURA DELLA FASCIA DI LAVORO E SCAVO DELLA TRINCEA.....	38

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>3/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

11.9.4	POSA DEL CAVO .....	38
11.9.5	RICOPERTURA E RIPRISTINI .....	44
<b>12</b>	<b>CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....</b>	<b>46</b>
12.1	Richiami normativi.....	46
12.2	CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	47
12.2.1	Linea aerea .....	47
<b>13</b>	<b>AREE IMPEGNATE.....</b>	<b>49</b>
<b>14</b>	<b>FASCE DI RISPETTO .....</b>	<b>50</b>
<b>15</b>	<b>SICUREZZA NEI CANTIERI .....</b>	<b>51</b>
<b>16</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>52</b>
16.1	LEGGI.....	52
16.2	NORME TECNICHE.....	53

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>4/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 1 PREMESSA

La società proponente **Enfinity S.r.l** nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili prevede di realizzare alcuni impianti fotovoltaici nell'area di interesse della esistente cabina primaria (CP) "Canaro".

Per la connessione dei suddetti impianti alla Rete di Trasmissione Nazionale ("RTN") la stessa società ha inoltrato istanza all'Ente Gestore (TERNA) ottenendo dallo stesso una indicazione della soluzione tecnica minima generale di connessione (STMG). Ai sensi di quest'ultima lo schema di allacciamento alla RTN prevede che il nuovo impianto sia collegato alla RTN, previo potenziamento dell'esistente elettrodotto "Ferrara - Canaro - Rovigo", affinché esso abbia una portata in corrente almeno pari a 550 A nel periodo caldo.

Pertanto essa ha accettato detta soluzione e nell'ambito della procedura prevista dal Regolamento del Gestore per la connessione degli impianti alla RTN ha predisposto il progetto delle opere da realizzare al fine di ottenere il previsto benessere dal Gestore stesso.

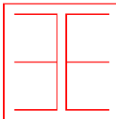

In particolare l'intervento proposto consiste nella sostituzione dei conduttori attualmente installati, che sono per un tratto di linea il conduttore in Alluminio-Acciaio del diametro di 19,38 mm, e per un tratto in Alluminio-Acciaio del diametro di 22,8 mm, con un unico conduttore ad alta capacità, in lega speciale, del tipo KTACIR da 19,6 mm di diametro, che pur mantenendo caratteristiche meccaniche simili o inferiori ai conduttori esistenti, garantisce una portata in corrente pari o superiore a quella richiesta dal Gestore. Ciò consente di poter sfruttare, ove tecnicamente possibile ed ambientalmente compatibile, la palificazione attuale senza modificare i sostegni esistenti. Laddove ciò non sia stato possibile sono stati indicati puntualmente gli aggiustamenti necessari perché la linea sia a norma di legge.

La corrente target della linea potenziata deve essere almeno pari a 550 A.

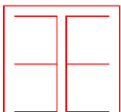

Per il tratto verso Ferrara, la sostituzione si interrompe al sostegno n.106.

Si veda in proposito anche la "Corografia" allegata "024.23.01.W03 - Planimetria Cartografia - Ortofoto con interventi".

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del potenziamento dell'elettrodotto in semplice terna a 132 kV tra la stazione elettrica della RTN (SE) "Ferrara", la

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	5/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

cabina primaria (CP) "Canaro" e la SE "Rovigo" del quale vengono fornite le principali caratteristiche.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	6/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 2 COMUNI INTERESSATI

Gli elettrodotti a 132 kV esistenti, della lunghezza complessiva di circa 30,2 km (circa 20,3 km la linea "Rovigo – Canaro" e circa 9,9 km la linea "Canaro – Ferrara (sost.106)").

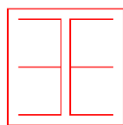
Interessano i seguenti comuni dei quali si indica la lunghezza interessata:

- Regione Veneto:
  - o Rovigo (RO) – 6687 m
  - o Arquà Polesine (RO) – 4804.6 m
  - o Frassinelle Polesine (RO) – 4675 m
  - o Canaro (RO) – 7405 m
  - o Occhiobello (RO) – 4745.7 m
- Regione Emilia – Romagna:
  - o Ferrara (FE) – 1861 m

Nello studio è stata considerata anche la possibilità di interrare parzialmente la linea, nel comune di Rovigo, nel comune di Arquà Polesine (RO) e nel comune di Occhiobello (RO), quest'ultimo prima dell'attraversamento del fiume Po. Per tutti e tre la causa è la concentrazione di abitazioni che non consentono né di rispettare i limiti dei campi elettromagnetici (CEM) imposti dalla legge, né di ipotizzare varianti aeree della linea stessa, anche nell'intento di preservare l'attuale attraversamento del Po, che rappresenta una sicura criticità autorizzativa.

La variante in cavo interesserà i tre comuni di Rovigo, Arquà Polesine (RO) e Occhiobello (RO). In particolare:

- per il comune di Rovigo avrà una lunghezza di circa 2,4 km
- per il comune di Arquà Polesine (RO) avrà una lunghezza di circa 1,2 km
- per il comune di Occhiobello (RO) avrà una lunghezza di circa 2,1 km.



3E Ingegneria srl

Potenziamento elettrodotto a 132 kV  
"Ferrara – Canaro – Rovigo"  
Piano Tecnico delle Opere  
Relazione tecnica generale



OGGETTO / SUBJECT

024.23.01.R01

02

Ott.25

7/54

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

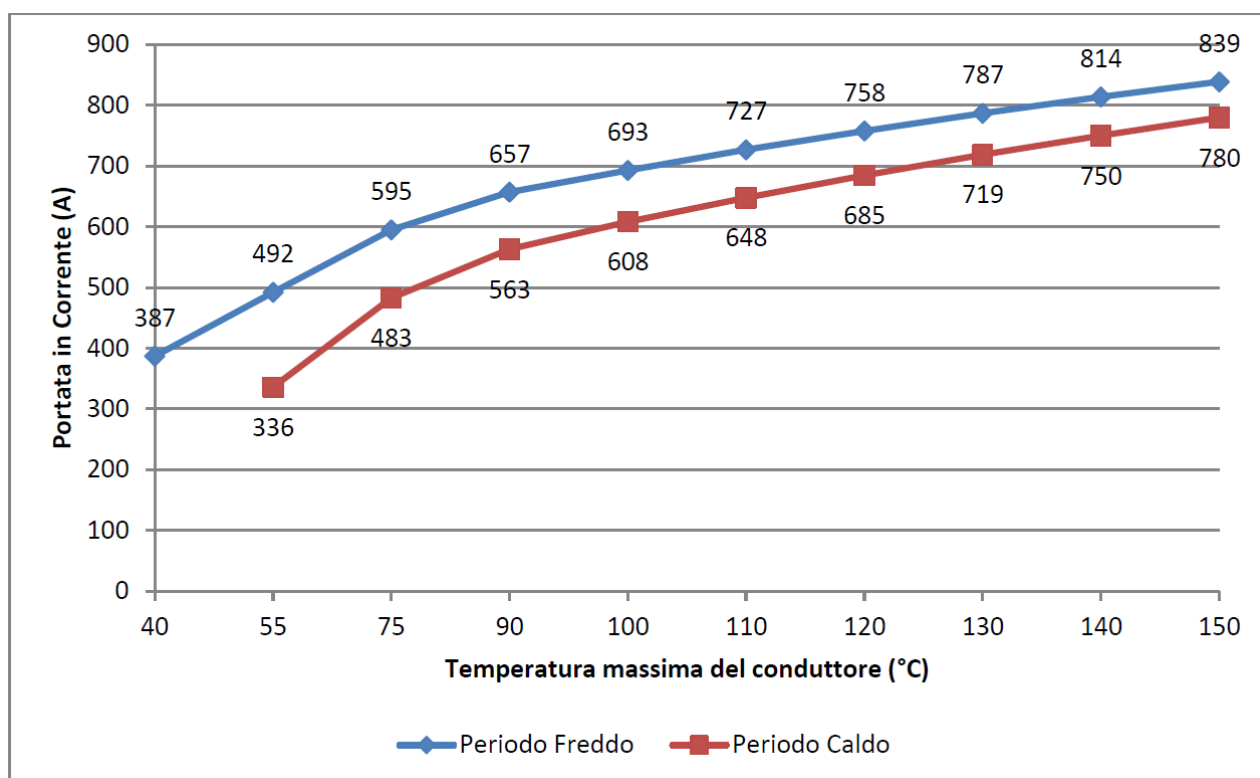
CLIENTE / CUSTOMER

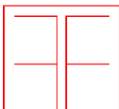

### 3 APPROCCIO METODOLOGICO

L'approccio al problema del potenziamento, come detto, è stato quello di effettuare il cambio del conduttore, piuttosto che un rifacimento della linea integrale, che permette di ottenere sicuri vantaggi autorizzativi.

Con tale approccio, l'aspetto tecnico maggiore è l'analisi delle criticità dei franchi verso terra e verso le opere attraversate, delle linee AT RTN a 132 kV "Rovigo – SE Canaro" e "CP Canaro – Ferrara (fino al sost.n.106)" a seguito del loro ripotenziamento che prevede, come detto, l'installazione di un conduttore ad alta temperatura del tipo KTACIR da 19,6 mm di diametro. Tale conduttore è caratterizzato da una temperatura massima di funzionamento pari a 150 °C e da portate nel periodo caldo e freddo rispettivamente di 780 A e 839 A, superiori quindi a quelle del conduttore di riferimento della norma CEI 11-60 da 31,5 mm ACSR in alluminio-acciaio.

Poiché il Gestore (Terna S.p.A) ha richiesto una portata di 550 A, l'analisi è stata effettuata considerando una temperatura massima del conduttore di 85 °C, secondo quanto previsto dal modello di SCHURIG-FRICK che mette in relazione la temperatura del conduttore con la sua portata. La seguente figura mostra tale relazione per il conduttore da 19,6 mm ad alta capacità (la portata di 550 A nel periodo caldo si ha per una temperatura di 85 °C).



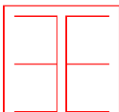

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	8/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

Trattandosi di una linea in alta tensione in parte piuttosto datata (in alcuni tratti i sostegni più ammalorati sono stati sostituiti con nuovi sostegni ove è stato installato un conduttore da 22,8 mm), non avendo a disposizione informazioni relative alla componente strutturale dei sostegni esistenti, per l'analisi oggetto della presente relazione si è ipotizzato di stabilire un tiro massimo nella condizione più gravosa (MSB: Massimo sforzo in Zona B), che prevede, come indicato nella norma CEI 11-4:

- vento a 65 km/h;
- temperatura -20° C;
- manicotto di ghiaccio di 12 mm.

Il franco verso terra è stato considerato pari a 6,3 m, al limite della suddetta Norma CEI 11-4 e del D.M. 449/88. Si è quindi analizzata ciascuna linea per il valore del tiro limite in MSB pari a 2100 kg (circa 2060 daN). Tale tiro è stato ottenuto con i dati ricavati dal sopralluogo in sito, determinando i parametri delle catenarie alla temperatura di rilevamento. Ciò ha consentito di ottenere uno stato iniziale e da esso, tramite il metodo del Cambiamento di Stato, si è potuto determinare il tiro nella condizione MSB sopra indicata. Per ciascuno di essi si è proceduto nel seguente modo:

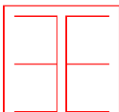

- Fissato il tiro massimo in MSB di 2100 kg si utilizza l'Equazione di Stato per calcolare quale tiro in EDS (Every Day Stress), sia in valore assoluto che come percentuale del carico di rottura del conduttore, produce il suddetto tiro in MSB;
- Per semplificare il calcolo nel software PLS-CADD di PowerLine, si è utilizzato un unico modello di conduttore per tutta la linea, si è cioè ipotizzata un'unica campata equivalente, pari alla media aritmetica delle campate, giustificata dal fatto che la zona battuta dalla linea è pressoché pianeggiante. A rigore, per ciascuna campata equivalente si ha un valore di tiro MSB (o, di conseguenza, di tiro in EDS se si tiene fisso l'MSB, come nel nostro studio) e di temperatura di transizione (Tc) del conduttore ad alta capacità. Entrambe le grandezze, EDS (fissato MSB) e Tc, variano al variare della campata equivalente. Di conseguenza, varia anche il tiro alla temperatura massima di 85 °C ipotizzata per la portata di 550 A richiesta al conduttore ad alta capacità. Per cui, nel software bisognerebbe definire un modello di conduttore per ciascuna campata equivalente, ciascuno con la propria temperatura di transizione, funzione sia dell'EDS che della campata equivalente stessa. Per un futuro affinamento si può procedere nel seguente

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>9/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

modo: considerare ciascuna campata equivalente, si inseriscono i valori di queste e il tiro EDS sopra ricavato (funzione del tiro MSB fissato) all'interno dell'equazione di stato per il conduttore ad alta capacità da 19,6 mm e si ricava la temperatura di transizione ( $T_c$ ) e il tiro nella condizione derivata, quest'ultimo è rappresentato dal tiro alla temperatura massima del conduttore, pari a 85 °C. Con la temperatura di transizione si procede a realizzare il modello del conduttore sul software per la simulazione delle linee elettriche (il sopracitato PLS-CADD di PowerLine). Tale modello varia a seconda della temperatura di transizione e quindi, essendo collegata, della campata equivalente. Per cui si creerà un numero di modelli del conduttore pari a al numero di campate equivalenti. Come detto però, date le caratteristiche della linea, si è proceduto utilizzando un unico modello, con un'unica temperatura di transizione, per tutto il tracciato.

- Si è inoltre verificato graficamente quante campate hanno presentato una distanza verso terra inferiore al franco minimo di 6,3 m richiesto dalla normativa.
- Infine, si è effettuata l'analisi puntuale dei recettori ricadenti nella fascia delle DPA (si veda il cap. 7 per i dettagli dei risultati).

La conclusione delle analisi e gli interventi che ne conseguono sono descritti qui di seguito e sintetizzati nelle **Tabelle di Riepilogo Interventi sui Sostegni** delle pagine seguenti, dove sono indicati i sostegni oggetto di modifica e l'altezza utile ( $h_u$ ) Ante Operam (linea attuale) e Post Operam (linea con cambio di conduttore e sostituzione sostegni), tanto per la violazione di franco, quanto per riportare i valori di induzione magnetica dei recettori sensibili entro i limiti di legge. Inoltre in tre tratti dell'elettrodotto, si è ritenuto opportuno sostituire la linea aerea con il cavo interrato.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	10/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 4 ANALISI DEGLI INTERVENTI

Gli interventi consisteranno fondamentalmente in:

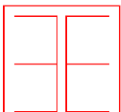

1. Sostituzione di alcuni sostegni delle due linee oggetto di intervento e che saranno di seguito illustrati;
2. Sostituzione dei conduttori attualmente installati, che sono per un tratto di linea il conduttore in Alluminio-Acciaio del diametro di 19,38 mm, e per un tratto in Alluminio-Acciaio del diametro di 22,8 mm, con un unico conduttore ad alta capacità, in lega speciale, del tipo KTACIR da 19,6 mm di diametro, che pur mantenendo caratteristiche meccaniche simili o inferiori ai conduttori esistenti, garantisce una portata in corrente pari o superiore a quella richiesta dal Gestore. Ciò consente di poter sfruttare, ove tecnicamente possibile ed ambientalmente compatibile, la palificazione attuale senza modificare i sostegni esistenti;
3. Interramento di tre tratti di linea per mantenere l'obiettivo di qualità previsto dalla normativa sui campi elettromagnetici nei confronti dei recettori ritenuti sensibili.

Inoltre, al fine di mantenere l'obiettivo di qualità previsto dalla normativa sui campi elettromagnetici nei confronti dei recettori ritenuti sensibili, si avrà la necessità di sostituire il sostegno, il n.2, della linea "Monselice – Rovigo" in uscita dalla SE Rovigo e parallela alla linea "Rovigo – Canaro" in oggetto.

### 4.1 Linea SE Rovigo – SE Canaro

Per tale linea è prevista la sostituzione dei seguenti sostegni, tutti in asse linea:

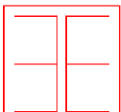

- n.1: spostato indietro di 29m, sostituito  $h_u=15$  m con  $h_u=30$  m per violazione del campo elettromagnetico del recettore n.1 (CEM rec. 1)
- n.2: spostato indietro di 15m, sostituito  $h_u=18$  m con  $h_u=36$  m per violazione del campo elettromagnetico del recettore n.3 (CEM rec. 3)
- n.2 linea MONSELICE-ROVIGO, parallela alla linea in oggetto: spostato avanti di 20m, sostituito  $h_u=18$  m con  $h_u=39$  m per violazione CEM rec.3
- n.4: spostato avanti di 15m, sostituito  $h_u=15$  m con  $h_u=33$  m per violazione CEM rec.4 e rec.5 e violazione franco
- n.5: spostato indietro di 20m, sostituito  $h_u=18$  m con sostegno di transizione cavo-aereo  $h_u=15$  m per interrimento linea

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	11/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

- n.10A: spostato avanti di 103m, sostituito hu=24 m con sostegno di transizione cavo-aereo hu=15 m per interramento linea
- n.11A: spostato avanti di 15m, sostituito hu=24 m con hu=30 m per violazione CEM rec.6
- n.12A: spostato avanti di 15m, sostituito hu=24 m con hu=36 m per violazione CEM rec.6
- n.17A: spostato avanti di 15m, sostituito hu=18 m con hu=21 m per violazione franco
- n.25: spostato indietro di 15m e sostituito hu=18 m con hu=21 m per violazione franco
- n.34: spostato indietro di 20m, sostituito hu=27 m con sostegno di transizione cavo-aereo hu=21 m per violazione CEM rec.8
- n.37: spostato avanti di 20m, sostituito hu=18 m con sostegno di transizione cavo-aereo hu=15 m per interramento linea
- n.40A: spostato indietro di 15m, sostituito hu=21 m con hu=27 per violazione CEM Rec.10
- n.44A: spostato avanti di 15m, sostituito hu=18 m con hu=30 m per violazione CEM rec.11
- n.59A: spostato avanti di 29m, sostituito hu=24 m con hu=30 m per violazione franco
- n.64A: spostato indietro di 89m, sostituito hu=21 m con hu=27 m per violazione CEM rec.12
- n.71: spostato indietro di 15m, sostituito hu=15 m con hu=18 m per violazione franco

Gli interventi sopra elencati sono riepilogati nella seguente tabella:

Sostegno n.	Sostituzione e Spostamento in asse linea (m)	Altezza Utile (Hu) Ante Operam (m)	Altezza Utile (Hu) Post Operam (m)	Causa intervento
1	-29	15	30	violazione CEM rec.1
2 (Linea Rovigo - SE Canaro)	- 15	18	36	violazione CEM rec.3

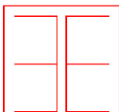

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	12/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

2 (Linea Monselice - Rovigo)	+ 20	18	39	violazione CEM rec.3
4	+ 15	15	33	violazione CEM rec.4 - rec.5 + violazione franco
5	- 20	18	15 Sost, transiz. cavo-aereo	interramento linea (violazione franco e CEM)
6 ÷ 9	da demolire	-	-	interramento linea (violazione franco e CEM)
10A	+ 103	24	15 Sost, transiz. cavo-aereo	interramento linea (violazione franco e CEM)
11A	+ 15	24	30	violazione CEM rec.6
12A	+ 15	24	36	violazione CEM rec.6
17A	+ 15	18	21	violazione franco
25A	- 15	18	21	violazione franco
34	- 20	27	21 Sost, transiz. cavo-aereo	interramento linea (violazione franco e CEM)
35 ÷ 36	da demolire	-	-	interramento linea (violazione franco e CEM)
37	+ 20	18	15 Sost, transiz. cavo-aereo	interramento linea (violazione franco e CEM)
40A	- 15	21	27	violazione CEM rec.10
44A	+ 15	18	30	violazione CEM rec.11
59A	+ 29	24	30	violazione franco
64A	- 89	21	27	violazione CEM rec.12
71	- 15	15	18	violazione franco

#### 4.2 Linea CP Canaro – Ferrara (Fino al sostegno n.106):

Per tale linea è prevista la sostituzione dei seguenti sostegni, tutti in asse linea:

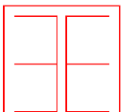

- n.76: spostato avanti di 29m, sostituito hu=15 con hu=30 m per violazione CEM rec.13
- n.78: spostato avanti di 15m, sostituito hu=15 m con hu=18 per violazione franco
- n.80: spostato indietro di 25m, sostituito hu=15 m con hu=21 m per violazione franco
- n.82: spostato indietro di 15m, sostituito hu=15 m con hu=21 m per violazione franco

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>13/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

- n.84: spostato avanti di 15m, sostituito hu=21 m con hu=30 m per violazione franco
- n.86: spostato indietro di 15m, sostituito hu=15 m con hu=18 m per violazione franco
- n.88: spostato avanti di 15m, sostituito hu=15 m con hu=21 m per violazione franco
- n.90: spostato avanti di 15m, sostituito hu=15 m con hu=21 m per violazione franco
- n.93: spostato avanti di 15m, sostituito hu=15 m con hu=18 m per violazione franco
- n.94: spostato indietro di 58m, sostituito hu=18 m con sostegno di transizione cavo-aereo hu=15 m per interramento linea
- n.98: spostato avanti di 161m, sostituito hu=21 m con sostegno di transizione cavo-aereo hu=15 m per interramento linea
- n.102, spostato avanti di 51m, hu=21 m con hu=36 m per violazione CEM rec.14, 15 e 16
- n.103, spostato avanti di 21m, hu=21 m con hu=36 m per violazione CEM rec.14, 15 e 16
- n.105, spostato avanti di 15m, sostituito hu=21 m con hu=27 m di tipo EY per attraversamento in sottopasso linee AT

Gli interventi sopra elencati sono riepilogati nella seguente tabella:

Sostegno n.	Sostituzione e Spostamento in asse linea (m)	Altezza Utile (Hu) Ante Operam (m)	Altezza Utile (Hu) Post Operam (m)	Causa intervento
76	+ 29	15	30	per violazione CEM rec.13
78	+ 15	15	18	per violazione franco
80	- 25	15	21	per violazione franco
82	- 15	15	21	per violazione franco
84	+ 15	21	30	per violazione franco
86	- 15	15	18	per violazione franco
88	+ 15	15	21	per violazione franco
90	+ 15	15	21	per violazione franco

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	14/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

93	+ 15	15	18	per violazione franco
94	- 58	18	15	interramento linea (violazione franco e CEM)
95÷ 97	da demolire	-	-	interramento linea (violazione franco e CEM)
98	+ 161	21	15	interramento linea (violazione franco e CEM)
102	+ 51	21	36	per violazione CEM rec.14, 15 e 16
103	+ 21	21	36	per violazione CEM rec.14, 15 e 16
105	+ 15	21 (Hu) 28.80 (Htot)	27 (tipo EY)	per attraversamento in sottopasso linee AT

### 4.3 Sostituzione tratti di linea aerea con tratti in cavo AT interrato

Si è ritenuto opportuno proporre una variante in cavo AT interrato in tre tratti di linea poiché essa interessa un territorio particolarmente antropizzato e piuttosto critico per eventuali spostamenti dei sostegni, necessari per risolvere sia le violazioni di franco che le violazioni relative ai campi elettromagnetici (CEM) sui recettori. I sostegni esistenti in tali tratti verranno demoliti, come di seguito descritto. I sostegni agli estremi dei vari tratti sono sostituiti da sostegni cavo-aereo adeguatamente posizionati. Tra i due nuovi sostegni la linea attraversa il centro abitato in cavo interrato percorrendo prevalentemente strade comunali o provinciali, cercando di evitare aree private. Sono illustrati i tre tratti sopra indicati.

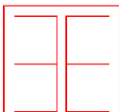

#### 4.3.1 Linea Rovigo – SE Canaro:

##### Tratto nel comune di Rovigo

Rimozione dei sostegni dal n.5 al n.10A, installazione di due nuovi sostegni cavo-aereo denominati rispettivamente 5N e 10N.

##### Tratto nel comune di Arquà Polesine (RO):

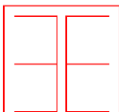

Rimozione dei sostegni dal n.34 al n.37, installazione di due nuovi sostegni cavo-aereo denominati rispettivamente 34N e 37N.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	15/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

#### 4.3.2 Linea CP Canaro – Ferrara

Tratto nel comune di Occhiobello (RO):

Rimozione dei sostegni dal n.94 al n.98, installazione di due nuovi sostegni cavo-aereo denominati rispettivamente 94N e 98N.

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>16/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

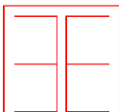

## 5 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

Il progetto del potenziamento dell'elettrodotto in oggetto prevede la sostituzione dei conduttori della linea esistente mantenendo inalterato il tracciato, quale risulta dalla Corografia allegata. Tale tracciato, studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, è stato ottenuto 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;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

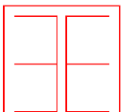

Per la parte in linea aerea non si ravvisano ulteriori porzioni di territorio interessate rispetto a quelle già individuate dal progetto originario.

Per quanto riguarda i tratti in cavo si sono ipotizzati percorsi che interessassero principalmente la viabilità pubblica, evitando ove possibile di interessare terreni privati se non nella fase di approccio ai sostegni di transizione cavo-aereo.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	17/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 6 ELENCO OPERE ATTRAVERSATE



L'elenco delle opere pubbliche attraversate dalla linea con l'indicazione degli enti competenti è riportato nel documento allegato "024.23.01.R04 - Elenco opere attraversate", mentre la posizione di ciascuno di essi lungo il tracciato è riportata nel documento "024.23.01.W05 - Planimetria su CTR con indicazioni delle opere attraversate" su base cartografica tecnica regionale.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	18/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 7 CRONOPROGRAMMA

Il programma dei lavori per il rifacimento dell'elettrodotto prevede la rimozione dei conduttori attuali, l'installazione dei sostegni lungo il nuovo tracciato e quindi l'armamento di nuovi conduttori di diametro praticamente equivalente. I tempi per la realizzazione di tutte le azioni previste è stimato in circa 8 mesi + 1 mese/km. Lo stesso vale per i tratti in cavo AT interrato.

In ogni caso, saranno intraprese tutte le azioni volte ad anticipare il più possibile il completamento delle opere e la conseguente messa in servizio.

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>19/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 8 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Come detto il presente documento fornisce la descrizione del potenziamento delle esistenti linee elettriche in semplice terna a 132 kV tra la stazione elettrica (SE) "Ferrara" e la "CP Canaro" e tra la SE RTN "Canaro" e la SE "Rovigo", delle quali vengono fornite le principali caratteristiche. Si fa notare come l'originaria linea RTN "Ferrara – Rovigo" sia stata spezzata in due tronchi con la costruzione della CP "Canaro" e della SE RTN "Canaro". Queste ultime sono due stazioni distinte, ubicate a poca distanza l'una dall'altra, di proprietà rispettivamente di e-distribuzione e Terna S.p.A.

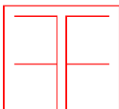

Con riferimento alla corografia allegata, il tracciato dell'elettrodotto ha origine dalla SE RTN 132 kV di Rovigo (RO), nel comune omonimo, uscendo in direzione ovest e virando drasticamente verso sud in corrispondenza del sostegno n.3. Arrivati in prossimità del sostegno n.5 (che sarà demolito) si ha il primo interramento in cavo AT volto ad attraversare una porzione altamente antropizzata del comune di Rovigo. Superata la ferrovia poco dopo il sostegno n.10A (che sarà demolito), l'elettrodotto ritorna aereo proseguendo il suo percorso verso sud in aree scarsamente antropizzate.

In corrispondenza del sostegno n.27A il tracciato entra nel comune di Arquà Polesine (RO) e giunto in prossimità del sostegno n.34 (che sarà demolito), vi è un nuovo passaggio in cavo AT per oltrepassarne il centro abitato. Il tracciato riprende il tratto aereo in prossimità del sostegno n.37 (che sarà demolito), proseguendo in direzione sud-ovest lungo terreni agricoli.

Dopo aver superato il comune di Frassinelle Polesine (RO), il tracciato entra nel comune di Canaro (RO), ove va ad attestarsi alla SE Canaro, raggiungendola su una palificazione in doppia terna.

Dalla CP Canaro, posta a sud e a poca distanza dalla SE Canaro, parte la linea "CP Canaro – Ferrara" che inizialmente cammina ad est lungo la suddetta palificata in doppia terna, per poi virare verso sud-ovest lungo terreni agricoli ed entrando nel comune di Occhiobello (RO).



Qui avviene il terzo interramento, in prossimità del sostegno n.94 (che sarà demolito), finalizzato ad evitare il centro abitato, fino ad arrivare a sud del sostegno n.98 (che sarà demolito) per poi tornare in linea aerea, attraversando il fiume Po ed andando ad attestarsi al sostegno n.106 dove termina la sua corsa.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	20/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

Come si può rilevare dalla planimetria su ortofoto allegata, il tracciato aereo si sviluppa principalmente su aree agricole e scarsamente antropizzate, mentre per le aree urbane sono stati previsti dei tratti in cavo interrato nei comuni di Rovigo, Arquà Polesine (RO) e Occhiobello (RO).

## 8.1 VINCOLI

Si veda la documentazione ambientale allegata.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	21/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 9 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

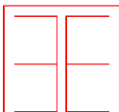

Per quanto riguarda l'elettrodotto aereo esistente, i calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, non sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero 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 dovranno essere conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell'opera attuale non è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, ma lo saranno i sostegni di nuova infissione in sostituzione di quelli meccanicamente o dal punto di vista dei campi elettromagnetici, non idonei.

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. Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportate negli allegati alla presente relazione.

L'opera in oggetto è costituita in particolare da una palificazione a semplice terna armata con tre conduttori di energia KTACIR Ø 19,6 mm in luogo degli attuali All.-Acc Ø 19,38 mm e 22,8 mm, ed una fune di guardia, per tutto il tracciato, le cui caratteristiche rimangono invece invariate.

Poiché dei sostegni attualmente installati non si conoscono le caratteristiche meccaniche, né si conosce il tiro del conduttore esistente, per la determinazione dei tiri in gioco si è proceduto nel modo indicato al par. 10.2.1.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	22/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 10 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'ELETTRODOTTO AEREO

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto in seguito al potenziamento sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Potenza nominale	126 MVA
Corrente massima in servizio normale (Conduttore a 85°C)	550 A

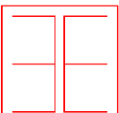

### 10.1 DISTANZA TRA I SOSTEGNI

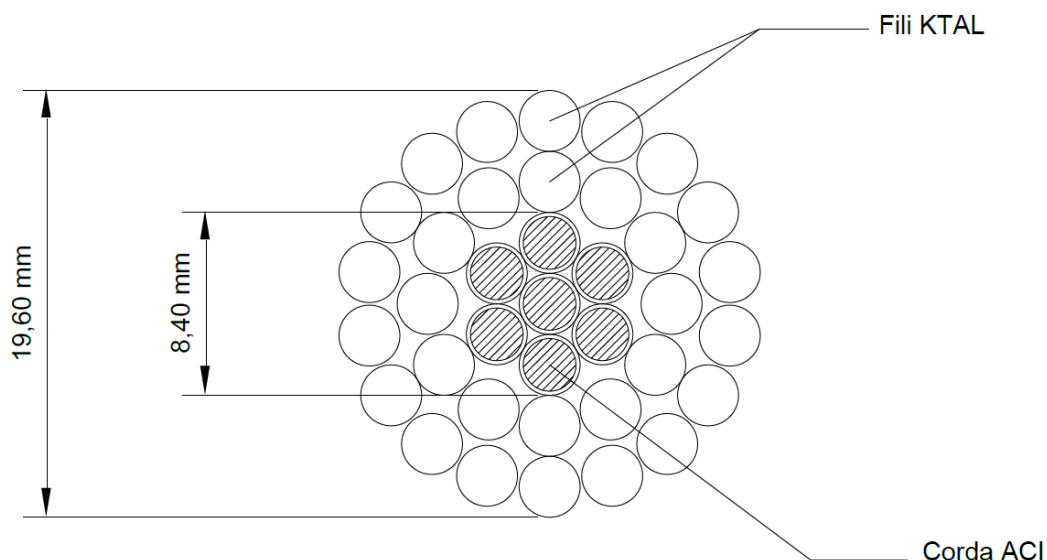
La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; nel caso in oggetto essa è dell'ordine dei 350 m.

### 10.2 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

La linea aerea, in semplice terna, sarà equipaggiata, in luogo degli attuali conduttori in corda di alluminio-acciaio dal diametro pari a 19,38 mm e 22,8 mm, con conduttori ad alta temperatura KTACIR dal diametro complessivo pari a 19,6 mm.

Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nella figura sottostante.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	23/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

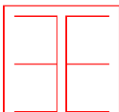



FORMAZIONE		AT2	30 x 2,80	
		ACI20SA	7 x 2,80	
SEZIONI TEORICHE (mm <sup>2</sup> )		AT2	184,73	
		ACI20SA	Lega Fe-Ni	32,33
			Alluminio	10,78
			43,10	
		Totale	227,83	
MASSA TEORICA (kg/m)		0,806		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C (Ω/km)		0,1617		
CARICO DI ROTTURA (daN)		8793		
TEMPERATURA DI TRANSIZIONE NOMINALE (°C)		126 (*)		
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm <sup>2</sup> )		Corda ACI	14100	
		Intero Conduttore	7400	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA (**) (K <sup>-1</sup> )		Corda ACI	4,5E-6	
		Intero Conduttore	16,3E-6	

(\*) La temperatura di transizione nominale è riferita a un conduttore cordato a 15°C e tesato su una campata di 400 m con un tiro base (EDS a 15°C) pari al 21% del carico di rottura.

(\*\*) Valore massimo nell'intervallo di temperatura 100÷180 °C.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 6,4 m secondo quanto prescritto dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991, per cui si è considerato, cautelativamente, un franco minimo verso terra di 7 m, con riferimento alla temperatura del conduttore di 85° corrispondente ad una portata nel periodo caldo di 550 A.

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>24/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

L'elettrodotto sarà equipaggiato con una corda di guardia della stessa tipologia di quella attualmente installata. Poiché non si conosce la corda di guardia attualmente installata, si è ipotizzata la presenza della corda da 10,5 mm di diametro.

#### 10.2.1 Stato di tensione meccanica

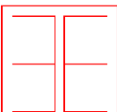

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia è fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS - "Every Day Stress"). Ciò assicura uniformità di comportamento 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 della variante 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;
- **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.

L'elettrodotto in oggetto si trova in zona B.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	25/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

### 10.3 CAPACITÀ DI TRASPORTO

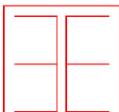

La capacità di trasporto di un elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore di riferimento nelle terne a 132 kV preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60 è il conduttore alluminio-acciaio del diametro complessivo pari a 31,5 mm, per il quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo della Zona B, che risultano pari a 575 A e 675 A rispettivamente. Tali valori di corrente sono presi a riferimento per definire la portata del conduttore ad alta temperatura utilizzato, in modo che essa sia almeno equivalente al conduttore di riferimento, come richiesto dalla soluzione di connessione rilasciata da TERNA.

Per quanto riguarda il conduttore KTACIR ad alta temperatura, pur essendo la temperatura massima cui può giungere il conduttore, pari a 150°C, alla quale corrisponde un valore di corrente al limite termico di 839 A (la norma CEI 11-60 non definisce la portata al limite termico di questo tipo di conduttore), si è utilizzata la corrente minima richiesta dal Gestore, pari a 550 A nel periodo caldo. I franchi di linea saranno verificati con la temperatura ad essa corrispondente, pari a 85 °C. Per i calcoli dei campi magnetici indotti si farà riferimento:

- Situazione Ante Operam: portata massima del conduttore da 19,38 mm pari a 359 A;
- Situazione Post Operam: alla corrente minima richiesta dal gestore, pari a 550 A.

### 10.4 SOSTEGNI

I sostegni utilizzati, di tipo non unificato, per le linee "SE Rovigo – SE Canaro" e "CP Canaro – Ferrara sost.n.106" rimarranno gli stessi della soluzione attuale ad eccezione di n. 31 sostegni, inclusi i n.6 sostegni di transizione cavo-aereo e il sostegno n.2 della linea "Monselice – Rovigo", che saranno sostituiti con sostegni di tipo unificato di altezza maggiore, a causa della violazione dei franchi verso terra o dei campi elettromagnetici che interessano i recettori critici (si veda la relazione apposita). Essi, in configurazione semplice terna, hanno le fasi disposte a triangolo (tavola allegata) o con conduttori in piano nel caso di sostegni ad "Y". I sostegni, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, sono 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 in zona "A" e in zona "B".

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>26/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

Essi hanno 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 per quanto possibile inferiore a 50 m.

I sostegni sono tutti provvisti di difese parasalita.

Ciascun sostegno si può, in generale, considerare composto dai piedi, dalla base, dal 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.

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.

Ciascun elettrodotto aereo in alta tensione 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).

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate media  $C_m$ ), trasversali (angolo di deviazione  $\delta$ ) e verticali (costante altimetrica K).

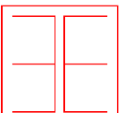

Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio.

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.

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.

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.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	27/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 10.5 ISOLAMENTO

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 132 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 70, 120 e 160 kN, connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi negli amari e nelle sospensioni.

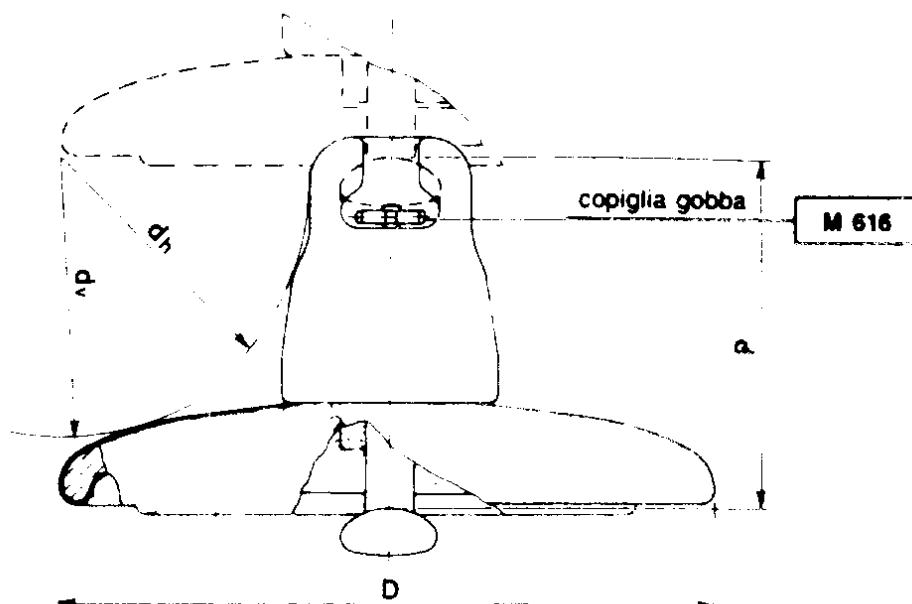
Le catene di sospensione saranno del tipo a I (semplici o doppie per ciascuno dei rami).

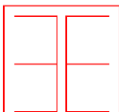

Laddove necessario i sostegni (sia esistenti sia nuovi) potranno essere dotati di isolatori con catene a V isolanti in luogo delle catene tradizionali ad "I", per consentire il rispetto delle norme relative ai cem indotti dalla linea, grazie all'avvicinamento dei conduttori di fase.

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

### 10.5.1 Caratteristiche geometriche

Nel disegno allegato 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.



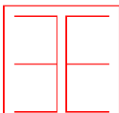

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	28/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

### 10.5.2 Caratteristiche elettriche

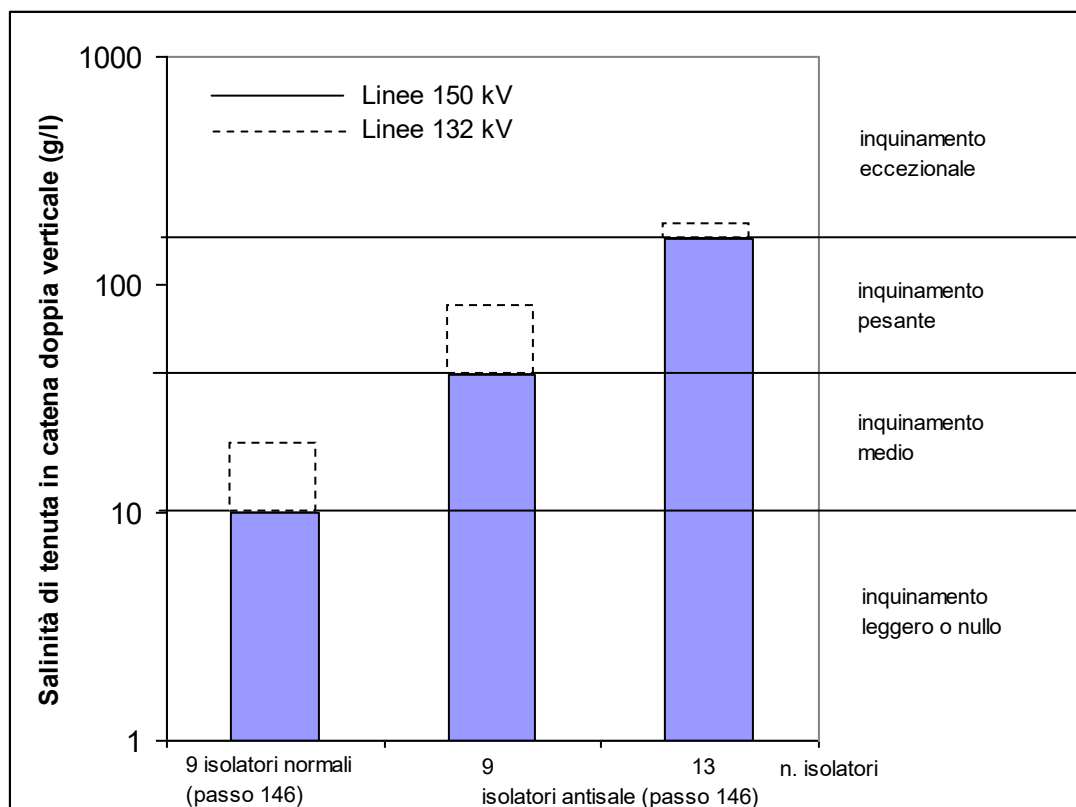
Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra. Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle 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.

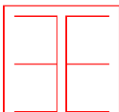

Nel grafico che segue viene indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITÀ DI TENUTA (Kg/m³)
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 ed abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>— Zone agricole (2).</li> <li>— Zone montagnose.</li> </ul> <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3).</p>	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>— Zona ad alta densità di industrie e/od 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>	(*)

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>29/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

- (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
- (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.



<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	30/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

Le caratteristiche della zona interessata dagli elettrodotti in esame sono di inquinamento atmosferico leggero e quindi si è scelta la soluzione dei 9 isolatori (passo 146) tipo J1/2 (normali) per tutti gli armamenti in sospensione e in amarro che saranno oggetto di nuova installazione.

## 10.6 MORSETTERIA ED ARMAMENTI

Gli elementi di morsetteria sono 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.
- 160 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione e dispositivo di amarro di un singolo conduttore.

Le morse di amarro sono invece 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.

Nelle tavole allegate sono riportati gli schemi delle catene di sospensione ad "I" e quelle di amarro. La scelta degli equipaggiamenti è stata 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).

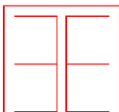

## 10.7 FONDAZIONI

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:

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	31/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

- a) 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;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) 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.

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 possono, di volta in volta, essere progettate ad hoc.

Le tavole allegate sono relative alle fondazioni unificate in calcestruzzo armato a plinto con riseghe di base; fondazioni speciali profonde del tipo palo trivellato; fondazioni speciali profonde del tipo micropalo; fondazioni speciali su tirante.

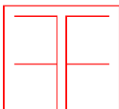

## 10.8 MESSE A TERRA DEI SOSTEGNI

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto il tipo di impianto di messa a terra da installare, in accordo a quanto previsto dalla norma CEI EN 50341.

## 10.9 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 132 kV, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate hanno evidenziato effetti insignificanti.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	32/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 11 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO

I cavidotti saranno costituiti ciascuno da una terna di cavi unipolari interrati aventi le stesse caratteristiche. Saranno cavi aventi isolamento in XLPE e conduttore in alluminio avente sezione da 1600 mm<sup>2</sup>.

### 11.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto dei cavi e le modalità per la loro messa in opera rispondono alle norme contenute nel D.M. 21.03.1988, regolamento di attuazione della Legge n. 339 del 28.06.1986, per quanto applicabile, ed alle Norme CEI 11-17.

### 11.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL COLLEGAMENTO IN CAVO

Per ciascuna delle terne interrate, composte da cavi di sezione pari a 1600 mm<sup>2</sup> e per le condizioni standard di posa tenuto conto di opportuni coefficienti di riduzione, si ha un valore di corrente massima di circa 920 A.

Le caratteristiche elettriche principali del collegamento.

Frequenza nominale	50	Hz
Tensione nominale	132	kV
Intensità di corrente massima nelle condizioni di posa	920	A
Corrente massima transitabile richiesta dal gestore	550	A

### 11.3 COMPOSIZIONE DEL COLLEGAMENTO

Per ciascuno dei tre elettrodotti interrati sono previsti i seguenti componenti:

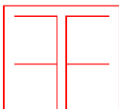

- n. 3 conduttori di energia;
- n. 6 terminali cavo per esterno;
- n. 1 sistemi di telecomunicazioni.

### 11.4 MODALITÀ DI POSA E DI ATTRAVERSAMENTO

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.6/1.7 m, con disposizione delle fasi come nelle figure sottostanti al par. 11.9.4.

Le profondità reali di posa saranno meglio definite in fase di progetto esecutivo dell'opera.

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0.3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche (f.o.) da 48 fibre per trasmissione dati.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	33/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

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

Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in calcestruzzo armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di riporto.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata.

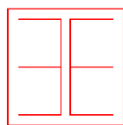
In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Saranno da prevedersi tratti su terreno agricolo, su sede stradale, in tubiera e in T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata) per l'attraversamento di un torrente e di una ferrovia nell'area del centro abitato di Rovigo.

### **11.5 CARATTERISTICHE ELETTRICHE/MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA**

Ciascun cavo d'energia a 132 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa di circa 1600 mm<sup>2</sup> tamponato (1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in polietilene reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in rame longitudinalmente saldata (6), rivestimento in polietilene con grafitatura esterna (7).



3E Ingegneria srl

Potenziamento elettrodotto a 132 kV  
"Ferrara – Canaro – Rovigo"  
Piano Tecnico delle Opere  
Relazione tecnica generale



OGGETTO / SUBJECT

**024.23.01.R01**

**02**

**Ott.25**

**34/54**

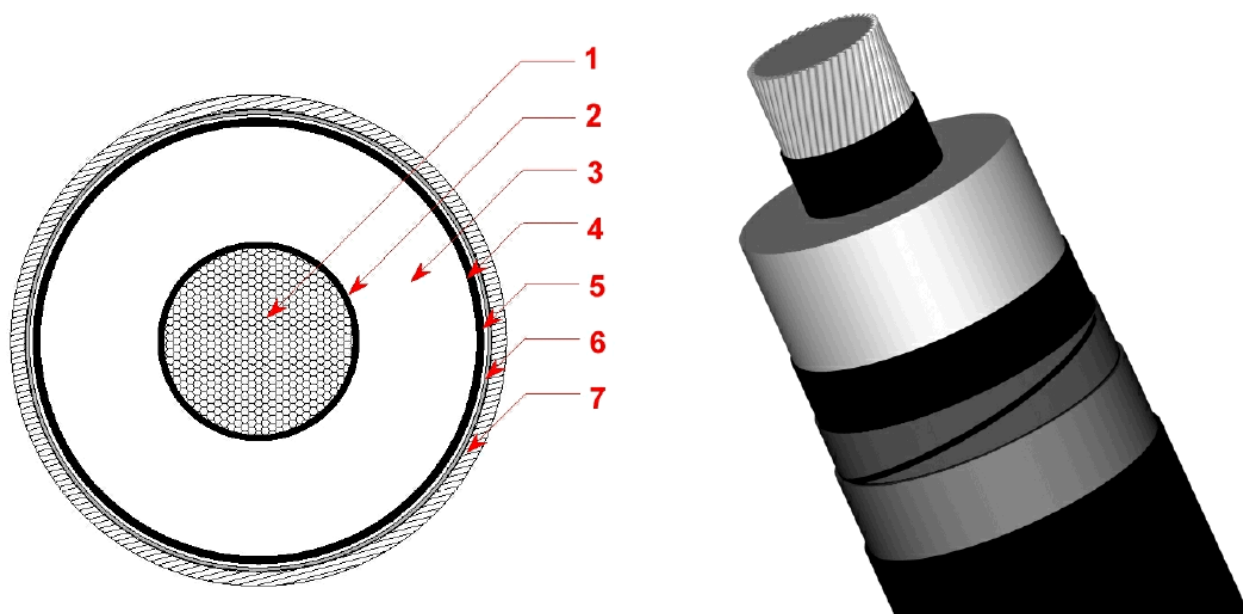
TAG

REV

DATE

PAG / TOT

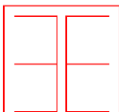

CLIENTE / CUSTOMER



1	Conduttore compatto di Alluminio
2	Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno)
3	Isolante
4	Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno)
5	Barriera igroscopica
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna termoplastica

*Schema tipico del cavo*  
**DATI TECNICI DEL CAVO**

Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	1600 mm <sup>2</sup>
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	170 kV

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>35/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
CLIENTE / CUSTOMER					

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

#### DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	"cross bonding" o "single point-bonding"
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna a Trifoglio
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di Nastro Monitore in PVC – profondità	1,00 m circa

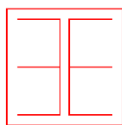
### 11.6 GIUNTI DI TRANSIZIONE XLPE/XLPE

Ipotizzando bobine di cavo AT con pezzatura da 600 m, si prevede l'installazione di:

- N. 9 giunti unipolari per ciascuna delle due terne per il tratto nel comune di Rovigo;
- N. 3 giunti unipolari per ciascuna delle due terne per il tratto nel comune di Arquà Polesine (RO);
- N. 9 giunti unipolari per ciascuna delle due terne per il tratto nel comune di Occhiobello (RO).

La seguente figura mostra il tipico di una buca giunti per cavi in alta tensione a 132 kV, avente le seguenti dimensioni:

- Lunghezza: 8 m;
- Larghezza: 2,5 m;
- Profondità: 2 m.



3E Ingegneria srl

Potenziamento elettrodotto a 132 kV  
"Ferrara – Canaro – Rovigo"  
Piano Tecnico delle Opere  
Relazione tecnica generale



OGGETTO / SUBJECT

024.23.01.R01

02

Ott.25

36/54

TAG

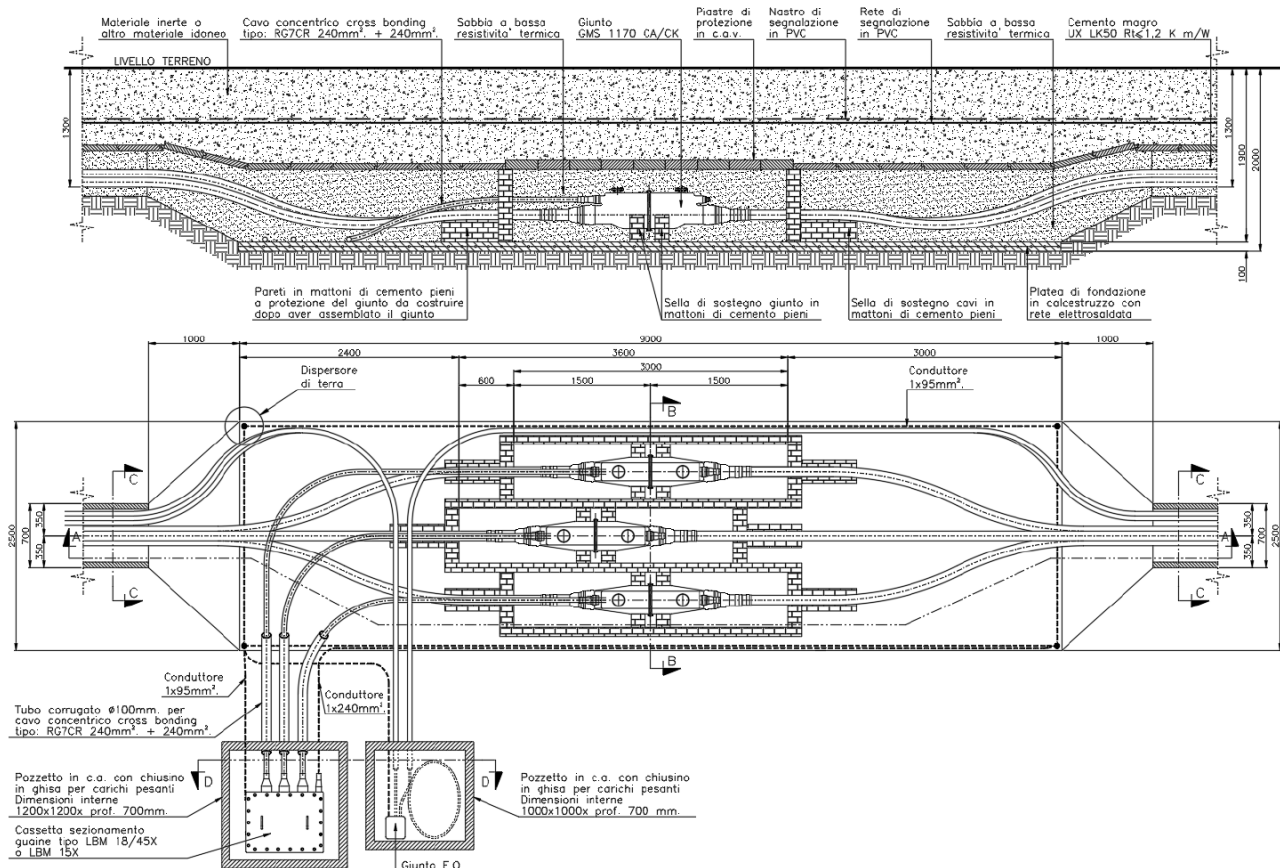
REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

### SEZIONE A-A

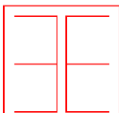



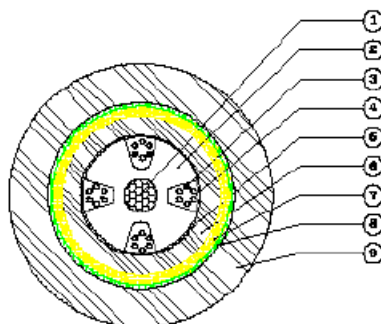
## 11.7 SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati dalla nuova SE RTN.

Sarà costituito da un cavo con 12 o 24 fibre ottiche.

Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	37/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				



- 1 - Giacca esterna in plastica
- 2 - Giacca esterna in plastica
- 3 - Fibra ottica
- 4 - Armatura
- 5 - Armatura con nastri metallici
- 6 - Armatura con nastri metallici
- 7 - Armatura con nastri metallici
- 8 - Armatura con nastri metallici
- 9 - Armatura con nastri metallici

Cavo ottico a 24 fibre TOS4 24 4(6SMR)  
Diametro esterno 13.5 mm  
Peso 130 kg/km

## 11.8 RUMORE

L'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore.

## 11.9 REALIZZAZIONE DELL'OPERA

### 11.9.1 FASI DI COSTRUZIONE

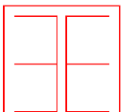

La realizzazione dell'opera si articolerà secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi;
- ricopertura della linea e ripristini.

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

### 11.9.2 REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE TEMPORANEE DI CANTIERE PER LA POSA DEL CAVO

Nel presente caso si prevede la predisposizione di piazzole, in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle bobine e contigue alla fascia di lavoro, al fine di minimizzare le interferenze con il territorio e ridurre la conseguente necessità di opere di ripristino.

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>38/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

### 11.9.3 APERTURA DELLA FASCIA DI LAVORO E SCAVO DELLA TRINCEA

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata "fascia di lavoro". Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori e l'eventuale transito e manovra dei mezzi di servizio.

### 11.9.4 POSA DEL CAVO

In accordo alla normativa vigente, l'elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori).

Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

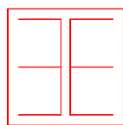
- si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sia inferiore a 0°C;
- i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

Nelle figure seguenti si riportano le sezioni tipiche di posa di una terna di cavi unipolari a 132 kV e lo schema di connessione delle loro guaine metalliche.

#### Sezione tipo 1

È la sezione utilizzata per l'intero tracciato, fatto salve per alcune esigenze particolari; il cavidotto è annegato all'interno di un bauletto in calcestruzzo armato.

La sezione si differenzia a seconda del tipo di terreno, come riportato nelle figure seguenti.



3E Ingegneria srl

Potenziamento elettrodotto a 132 kV  
"Ferrara – Canaro – Rovigo"  
Piano Tecnico delle Opere  
Relazione tecnica generale



OGGETTO / SUBJECT

024.23.01.R01

02

Ott.25

39/54

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

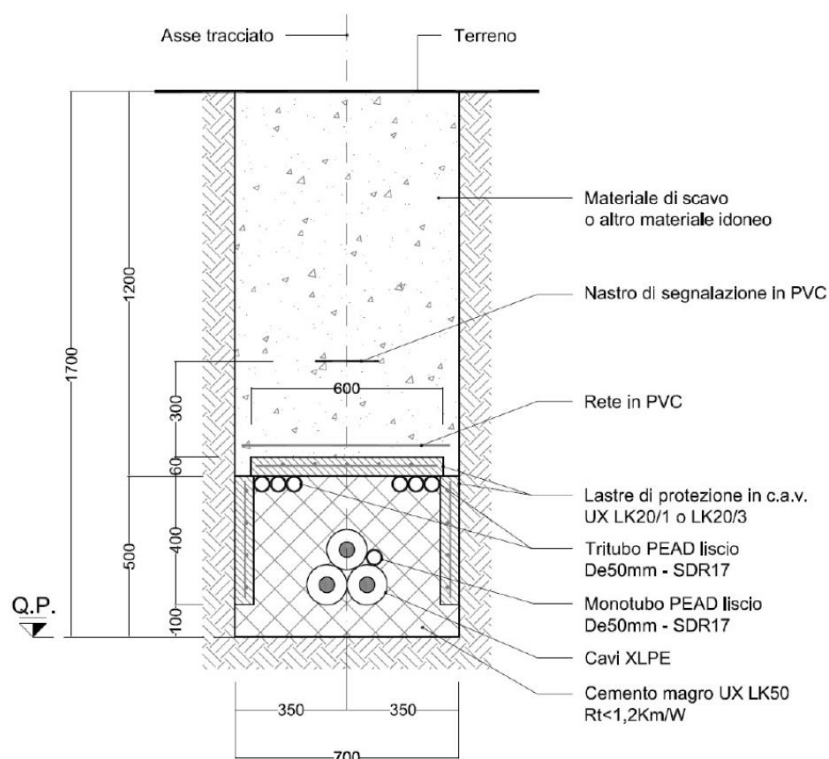


Figura 11-1: A1 - Posa in terreno agricolo – Cavo 170 kV a trifoglio

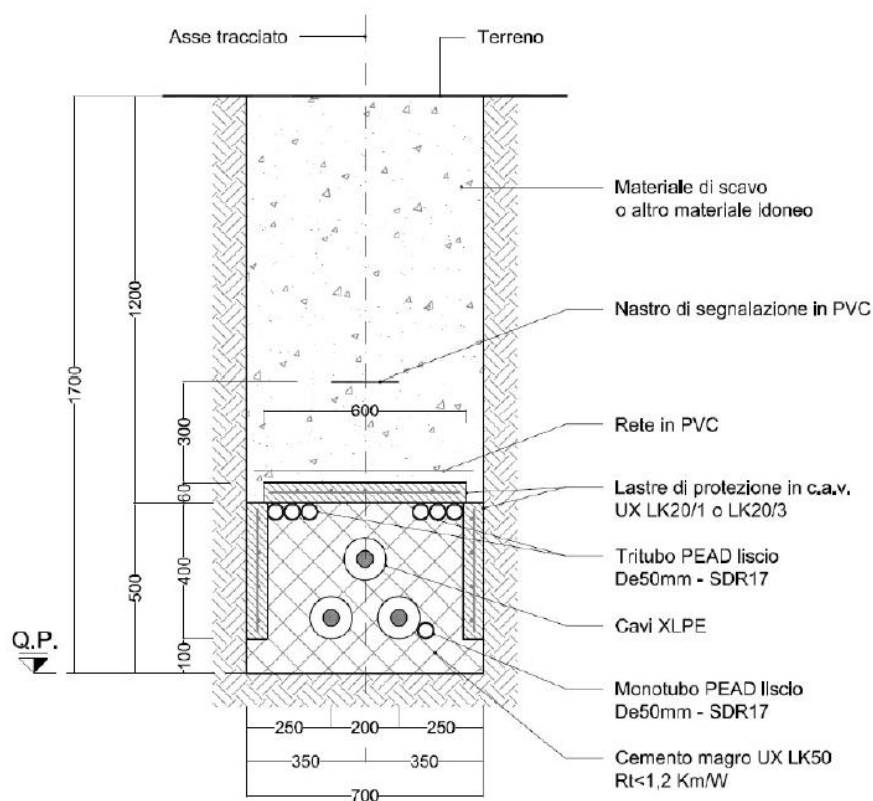
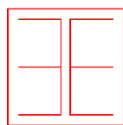


Figura 11-2: A2 - Posa in terreno agricolo – Cavo 170 kV a trifoglio allargato



3E Ingegneria srl

Potenziamento elettrodotto a 132 kV  
"Ferrara – Canaro – Rovigo"  
Piano Tecnico delle Opere  
Relazione tecnica generale



OGGETTO / SUBJECT

024.23.01.R01

02

Ott.25

40/54

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

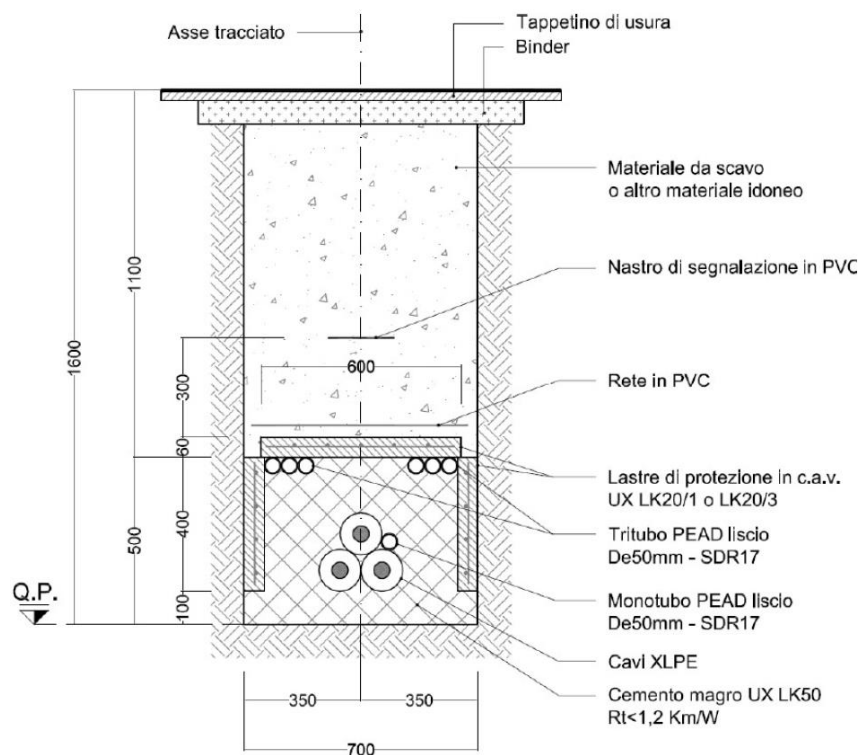


Figura 11-3: B1 - Posa su strade urbane ed extraurbane – Cavo 170 kV a trifoglio

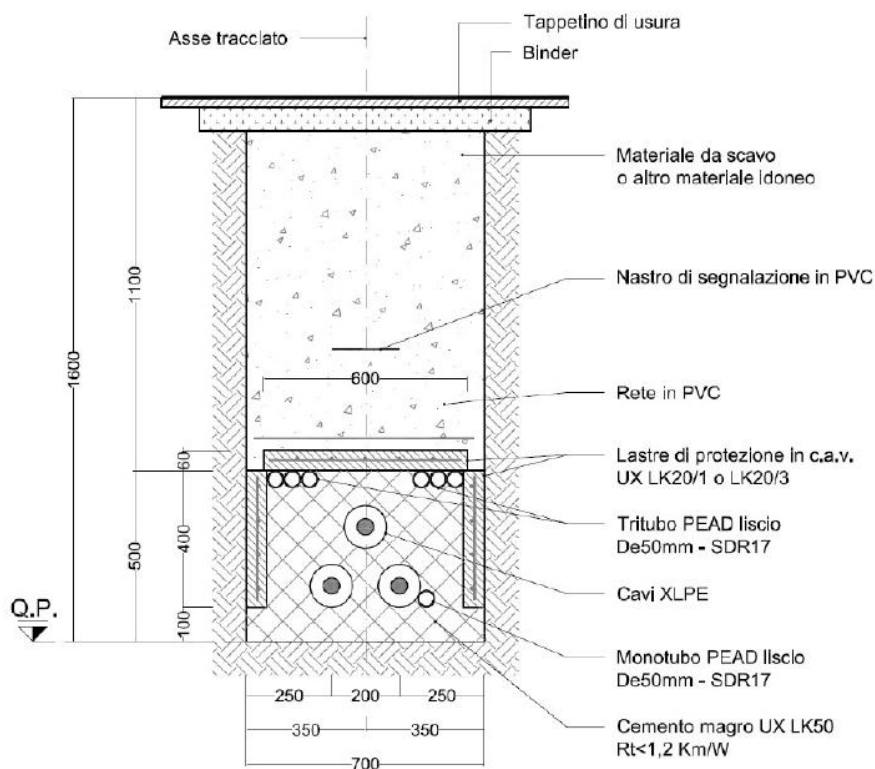
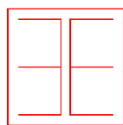


Figura 11-4: B2 - Posa su strade urbane ed extraurbane – Cavo 170 kV a trifoglio allargato



3E Ingegneria srl

Potenziamento elettrodotto a 132 kV  
"Ferrara – Canaro – Rovigo"  
Piano Tecnico delle Opere  
Relazione tecnica generale



OGGETTO / SUBJECT

024.23.01.R01

02

Ott.25

41/54

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

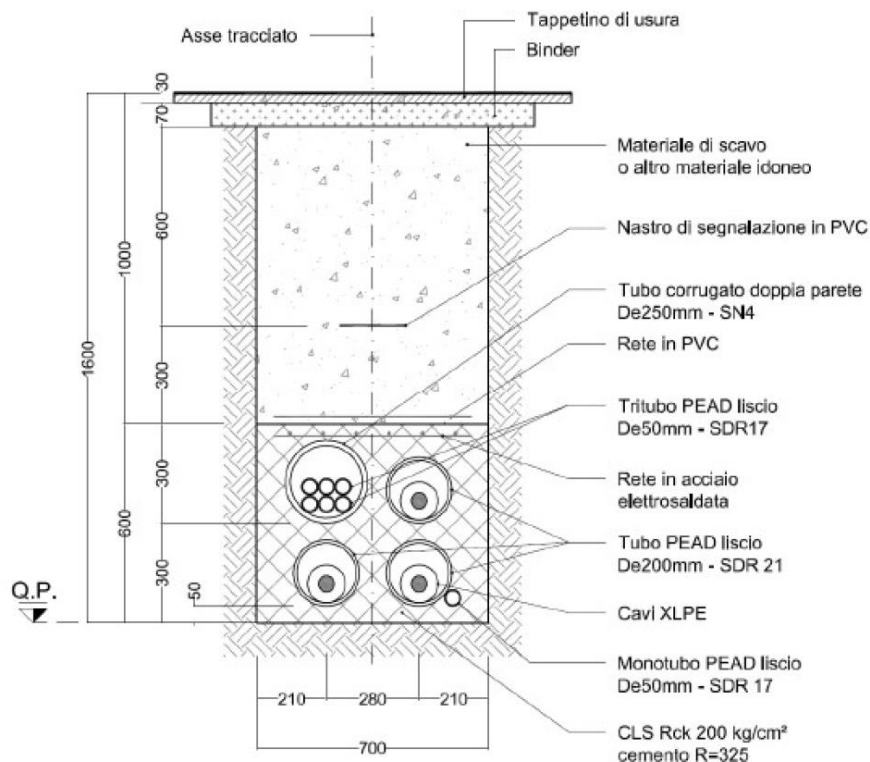


Figura 11-5: C1 - Posa in tubazione – Cavo 170 kV

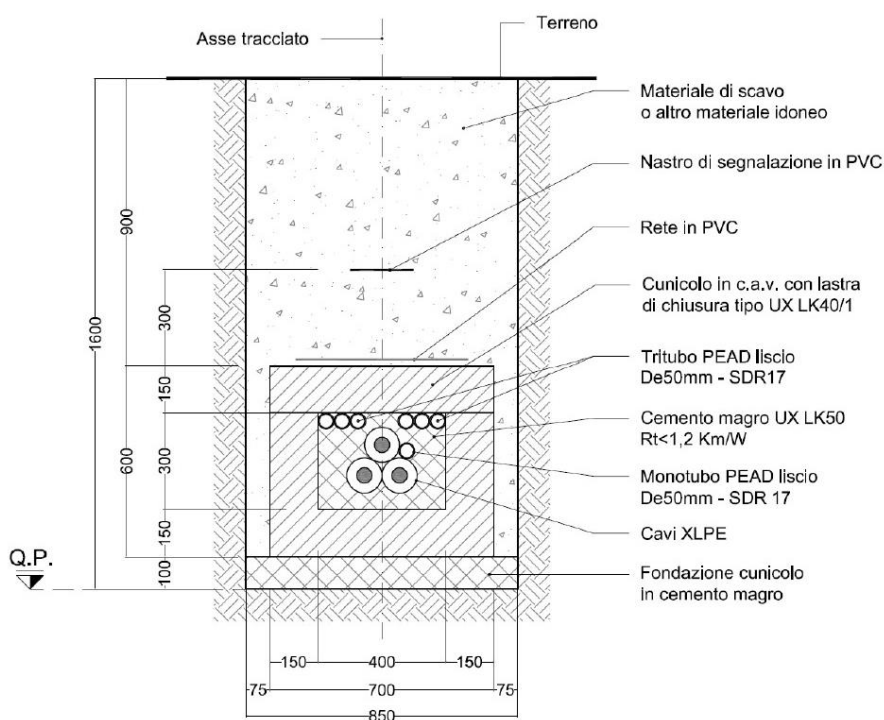
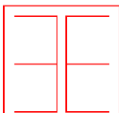

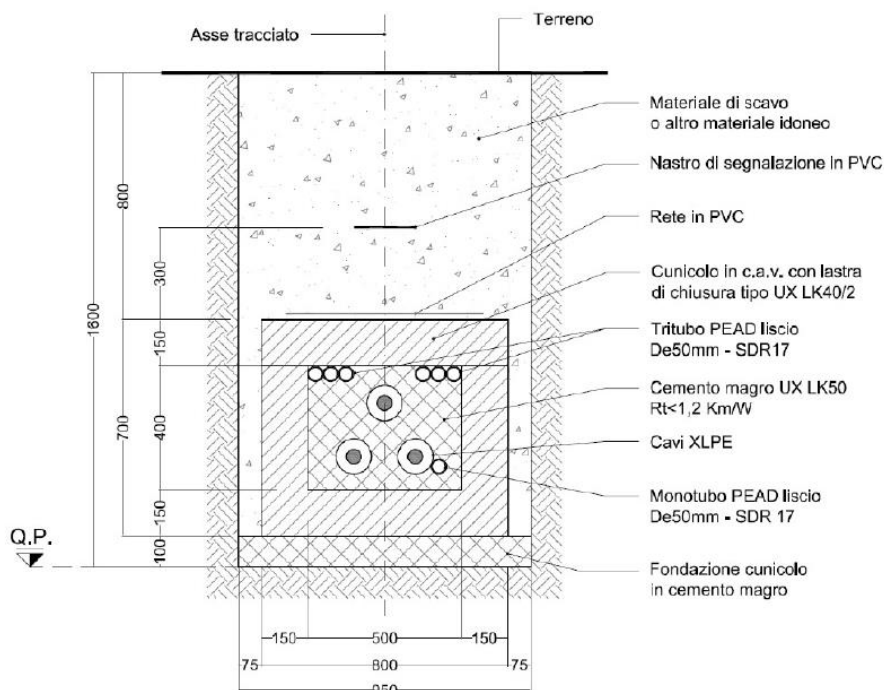


Figura 11-6: D1a - Posa in cunicolo in cemento armato – Cavo 170 kV a trifoglio

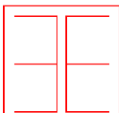

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	42/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

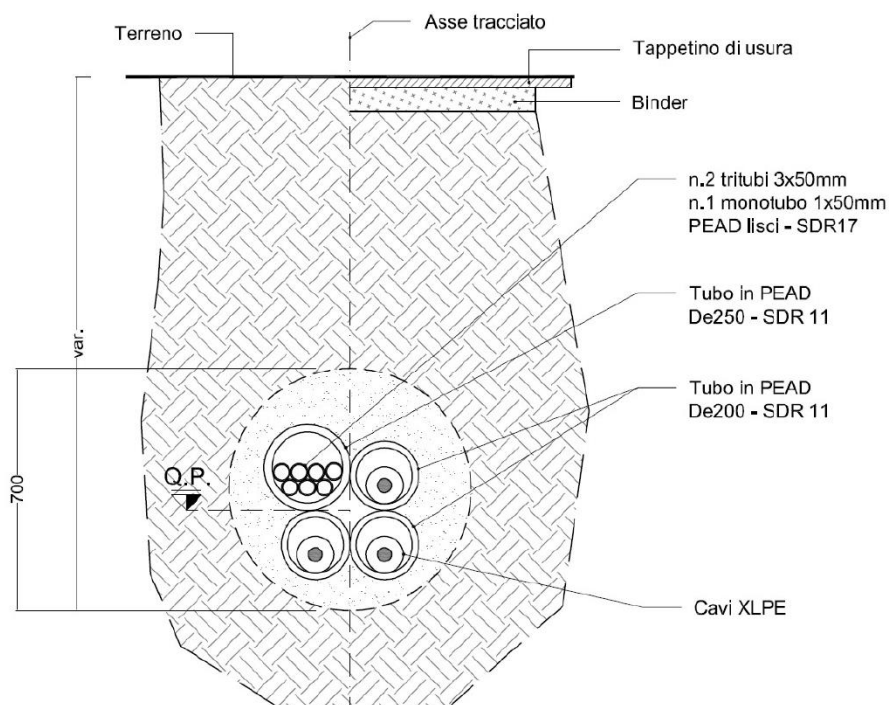


**Figura 11-7: D1b - Posa in cunicolo in cemento armato – Cavo 170 kV a trifoglio allargato**

### Sezione tipo 2



È la sezione utilizzata per gli attraversamenti tramite Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC); è prevista solamente in alcuni tratti del tracciato, principalmente laddove sono presenti numerosi sottoservizi, attraversamenti autostradali o di canali di irrigazione. La scelta di utilizzare la TOC, inoltre, riducendo significativamente l'attività in superficie, limita i disservizi che invece si avrebbero nel caso di uno scavo a sezione aperta. La sezione del foro di alesatura, per permettere il passaggio dei tubi, è pari a Ø500 mm, la perforazione è riempita preventivamente con fanghi bentonitici. La lunghezza dei tratti in TOC indicati negli elaborati progettuali è indicativa, in fase esecutiva a seguito di opportune indagini geologiche e verifiche geotecniche verranno determinate le profondità delle perforazioni con le effettive lunghezze. La disposizione dei tubi all'interno della perforazione avviene secondo quanto riportato nella figura che segue.

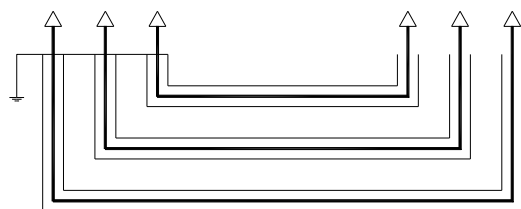
<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	43/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				



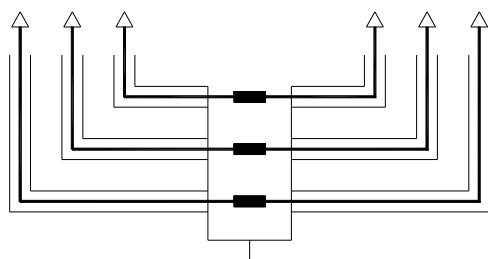
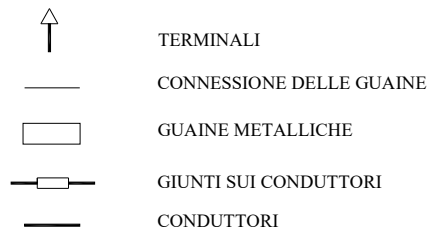
**Figura 11-8: T1 - Posa in TOC – Tubazioni a fascio – Cavo 170 kV a trifoglio**

Sarà infine considerata la posa in piano per configurazione in buca giunti, come indicato al par. 11.6.

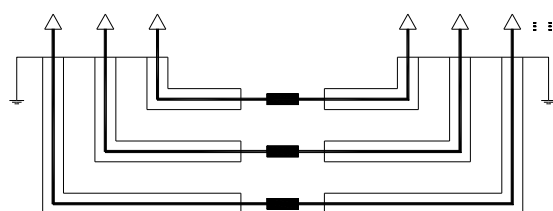
<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	44/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				



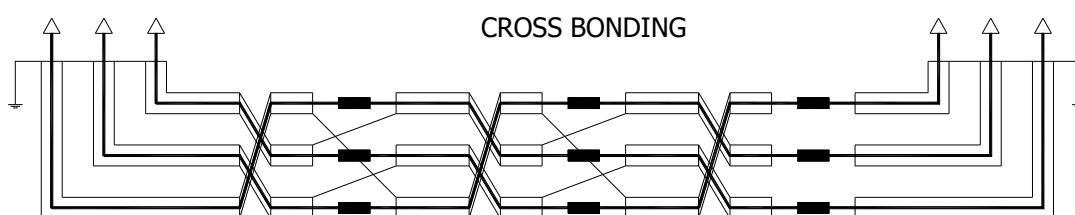
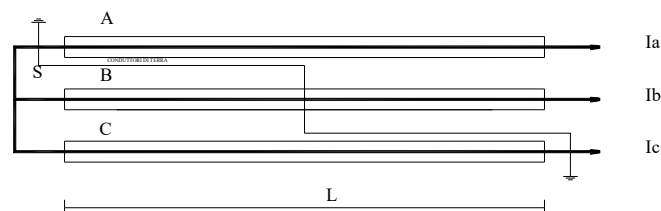
**SINGLE POINT BONDING**



**SINGLE POINT BONDING**



**BOTH ENDS BONDING**



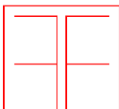

**CROSS BONDING**

### 11.9.5 RICOPERTURA E RIPRISTINI

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

- ripristini geomorfologici ed idraulici;
- ripristini della vegetazione.

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>45/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella ri-profilatura dell'area interessata dai lavori e nella ri-configurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.

La funzione principale del ripristino idraulico è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso.

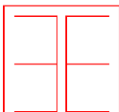

Successivamente si passerà al ripristino vegetale, avente lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente nelle zone con vegetazione naturale.

Il ripristino avverrà mediante:

- ricollocazione dello strato superficiale del terreno se precedentemente accantonato;
- inerbimento;
- messa a dimora, ove opportuno, di arbusti e alberi di basso fusto.

Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

Per ciò che concerne gli scavi si ipotizza di allontanare a discarica circa il 30% del materiale di scavo.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	46/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 12 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

### 12.1 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; a tale proposito, il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.



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

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>47/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

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 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.

## 12.2 CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

### 12.2.1 Linea aerea

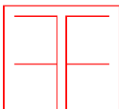

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola.

Tramite software dedicato sono state elaborate delle simulazioni per determinare il valore di induzione magnetica, e le relative curve isocampo, generate dalla linea in progetto.

Le caratteristiche geometriche dei sostegni relativi ai diversi tronchi di palificazione sono state integrate con i dati elettrici dell'elettrodotto in progetto che vengono di seguito riassunti.

- Conduttore: (KTACIR) Ø 19,6 mm;
- Potenza trasmissibile: 192 MVA;
- Tensione nominale: 132 kV;
- Corrente alla temperatura di 85°C: 550 A (\*);
- Frequenza: 50 Hz. (\*)

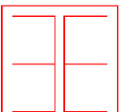

(\*) Come richiesto dal Gestore.

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	48/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

Il complesso dei parametri è stato quindi elaborato tramite il software di calcolo proprietario sviluppato da 3E Ingegneria srl e rispondente alla normativa richiamata al par. 16.2, il cui output, per semplicità d'interpretazione, consiste in curve di andamento dell'induzione magnetica, determinate in un piano verticale ortogonale all'asse della linea.

Lo stesso procedimento è stato usato per il calcolo del campo elettrico.

L'analisi e i relativi risultati sono stati riportati nell'elaborato specifico "024.23.01.R32 - Campi elettrici e magnetici".

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	49/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

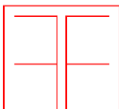

## 13 AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al DPR 327/01, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto e perciò interessate dalla servitù di elettrodotto. Tali aree, per le linee aeree a 132kV, saranno quelle ricadenti all'interno della fascia di 30 metri (15+15), coassiale con il tracciato del raccordo in linea aerea in progetto.

Le aree interessate da un elettrodotto interrato, nei tre tratti di Rovigo, Arquà Polesine (RO) e Occhiobello (RO), hanno un'ampiezza di 1,5 m dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato. Il vincolo preordinato all'esproprio o all'asservimento coattivo sarà apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (API) (previste dal D.L. 239/03 e s.m.i.). L'estensione delle aree potenzialmente impegnate varia a seconda delle caratteristiche dell'elettrodotto in progetto. Per il tratto di linea aerea a 132 kV in progetto, l'area potenziale si estende su una fascia larga circa 60 metri (30+30), coassiale all'asse dell'elettrodotto.

Per i tre tratti in cavo, le API saranno di circa 3 m dall'asse linea per parte o tutta la sede stradale nei tratti su strada, ad eccezione dei potenziali tratti ove posizionare le buche giunti che prevederanno un'ampiezza di 10 m per parte ove possibile.

Per l'intervento in oggetto, pur se già dotato di servitù costituite, le sopracitate "aree potenzialmente soggette al vincolo preordinato alla servitù di elettrodotto" per le quali si chiede l'attivazione delle misure di salvaguardia, sono indicate nei seguenti elaborati: "024.23.01.W08 - Planimetria catastale con Area Potenzialmente Impegnata - Opera 1".

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	50/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

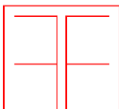

## 14 FASCE DI RISPETTO

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.

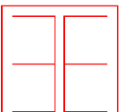

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Il calcolo delle fasce di rispetto è riportato nell'elaborato specifico "024.23.01.R32 - Campi elettrici e magnetici".

 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>51/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 15 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D.Lgs. 494/96, come modificato dal D.Lgs. 528/99 e al D.Lgs n° 81 del 09/04/2008 e successive integrazioni. Pertanto, durante la progettazione esecutiva 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.



 <b>3E Ingegneria srl</b>	Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale				
	OGGETTO / SUBJECT				
	<b>024.23.01.R01</b>	<b>02</b>	<b>Ott.25</b>	<b>52/54</b>	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

## 16 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.

### 16.1 LEGGI

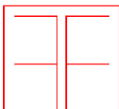

- [1] Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- [2] Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- [3] Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- [4] 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"
- [5] DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi
- [6] 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.
- [7] 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".
- [8] 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".
- [9] Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"
- [10] 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"
- [11] Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne"

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	53/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

- [12] Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"
- [13] Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne"
- [14] 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";
- [15] Ordinanza PCM 10/10/2003 n. 3316 "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del PCM n. 3274 del 20/03/2003";
- [16] Ordinanza PCM 23/01/2004 n. 3333 "Disposizioni urgenti di protezione civile"
- [17] 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";
- [18] Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni";
- [19] D.M. 17 Gennaio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni 2018 (NTC 2018);
- [20] D.Lgs. 81/08 - Testo Unico sulla sicurezza.

## 16.2 NORME TECNICHE

- [1] CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", edizione 2011
- [2] CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo", 2006-07
- [3] CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06
- [4] CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07

<div></div> <div>3E Ingegneria srl</div>	<div>Potenziamento elettrodotto a 132 kV "Ferrara – Canaro – Rovigo" Piano Tecnico delle Opere Relazione tecnica generale</div>				<div></div>
	OGGETTO / SUBJECT				
	024.23.01.R01	02	Ott.25	54/54	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
	CLIENTE / CUSTOMER				

- [5] 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
- [6] 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
- [7] 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