

PROVVEDIMENTO DI VIA NELL'AMBITO DEL PROVVEDIMENTO UNICO IN  
MATERIA AMBIENTALE AI SENSI DELL'ART.27 DEL D.LGS.152/2006

**PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA  
e LINEA DI CONNESSIONE  
Potenza Nominale 61,9824 MWp**

**Provincia di Cagliari - Comuni di Assemini e Uta, z.i. Macchiareddu loc. "Santadi"**



IDENTIFICATORE

RELAPROG008

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENZA

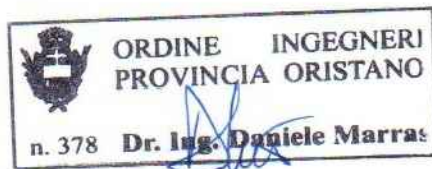


MV PROGETTI s.r.l.  
P.I. 03783170925  
Via Galassi 2, 09131 Cagliari  
Cell. 393.9902969 - 342.0776977

PROGETTISTI

Dott. Ing. Daniele Marras,

Dott. Ing. Lorena Vacca



COMMITTENTE



LETA S.R.L.

VIA ATERNO 108  
SAN GIOVANNI TEATINO (CH)  
66020, FRAZIONE SAMBUCETO  
P.I. 01612000693

DATA

MARZO 2022

FASE DI PROGETTO

- STUDIO DI FATTIBILITA'  
 PRELIMINARE  
 DEFINITIVO  
 ESECUTIVO

REVISIONI


## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>OGGETTO E SCOPO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>5</b>
3.1	Generalità .....	5
3.2	Condizioni ambientali di riferimento .....	5
3.3	Consistenza della sezione in alta tensione a 220 kV.....	6
3.4	Consistenza della sezione in media tensione a 20 kV.....	6
3.5	Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo .....	6
3.6	Servizi ausiliari in c.a. e c.c.....	7
3.7	Trasformatore.....	7
3.8	Collegamento alla stazione RTN .....	8
3.9	Dimensionamento di massima della rete di terra .....	9
3.9.1	Dimensionamento termico del dispersore .....	9
	ln.....	9
3.9.2	Tensioni di contatto e di passo.....	10
<b>4</b>	<b>CAMPI ELETTROMAGNETICI INTERNI .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>RUMORE.....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>OPERE CIVILI.....</b>	<b>14</b>
6.1	Fabbricati.....	14
6.2	Strade e piazzole.....	14
6.3	Fondazioni e cunicoli cavi .....	14
6.4	Ingressi e recinzioni .....	14
6.5	Smaltimento acque meteoriche e fognarie.....	15
6.6	Illuminazione .....	15
<b>7</b>	<b>MOVIMENTI DI TERRA .....</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELL’IMPIANTO.</b>	<b>16</b>
	<b>APPENDICE A: Collegamento AT alla RTN.....</b>	<b>24</b>
	<b>A.I. PREMESSA .....</b>	<b>24</b>
	<b>A.II. AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO.....</b>	<b>24</b>
	<b>A.III. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO .....</b>	<b>25</b>
	A.III.I PROVINCIA E COMUNE INTERESSATO.....	25
	A.III.II VINCOLI.....	25
	A.III.III OPERE ATTRAVERSALE.....	25
	<b>A.IV. PROGETTO DELL’ELETTRDOTTO.....</b>	<b>26</b>
	A.IV.I PREMESSA.....	26
	A.IV.II NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	26
	A.IV.III CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL COLLEGAMENTO IN CAVO .....	26
	A.IV.IV COMPOSIZIONE DEL COLLEGAMENTO .....	27
	A.IV.V MODALITÀ DI POSA E DI ATTRAVERSAMENTO .....	27
	A.IV.VI CARATTERISTICHE ELETTRICHE/MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA.....	28
	A.IV.VII GIUNTI DI TRANSIZIONE XLPE/XLPE.....	30

<b>A.IV.VIII</b>	<b>SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI .....</b>	<b>30</b>
<b>A.IV.IX</b>	<b>DISEGNI ALLEGATI.....</b>	<b>30</b>
<b>A.V.</b>	<b>RUMORE.....</b>	<b>31</b>
<b>A.VI.</b>	<b>CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....</b>	<b>31</b>
<b>A.VI.I</b>	<b>RICHIAMI NORMATIVI .....</b>	<b>31</b>
<b>A.VI.II</b>	<b>CONFIGURAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>33</b>
<b>A.VI.III</b>	<b>FASCE DI RISPETTO .....</b>	<b>34</b>
<b>A.VII.</b>	<b>REALIZZAZIONE DELL'OPERA.....</b>	<b>35</b>
<b>A.VII.I</b>	<b>FASI DI COSTRUZIONE.....</b>	<b>35</b>
<b>A.VII.II</b>	<b>REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE TEMPORANEE DI CANTIERE PER LA POSA DEL CAVO .....</b>	<b>35</b>
<b>A.VII.III</b>	<b>APERTURA DELLA FASCIA DI LAVORO E SCAVO DELLA TRINCEA .....</b>	<b>35</b>
<b>A.VII.IV</b>	<b>POSA DEL CAVO .....</b>	<b>35</b>
<b>A.VII.V</b>	<b>RICOPERTURA E RIPRISTINI.....</b>	<b>36</b>
<b>A.VII.VI</b>	<b>SCAVO DELLA TRINCEA IN CORRISPONDENZA DEI TRATTI LUNGO PERCORSO STRADALE.....</b>	<b>37</b>
<b>A.VIII.</b>	<b>SICUREZZA NEI CANTIERI.....</b>	<b>37</b>
<b>A.IX.</b>	<b>TAVOLE ALLEGATE.....</b>	<b>38</b>
<b>A.X.I</b>	<b>SEZIONE DI POSA .....</b>	<b>38</b>
<b>A.X.II</b>	<b>SCHEMA DI CONNESSIONE DELLE GUAINA METALLICHE.....</b>	<b>39</b>

## 1 PREMESSA

La società proponente, nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e del proprio piano di sviluppo su territorio nazionale, prevede di realizzare un impianto fotovoltaico denominato "LETA" situato nei Comuni di Assemini e Uta (CA) (di seguito il "Parco Fotovoltaico").

L'allacciamento di un impianto di produzione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è subordinato alla richiesta di connessione alla rete, da presentare al Gestore o in alternativa all'ente distributore qualora la rete non faccia parte della rete di trasmissione nazionale.

Sostanzialmente possono presentarsi due casi:

- La connessione alla RTN o alla rete di distribuzione avviene attraverso una stazione esistente.
- La connessione avviene attraverso la realizzazione di una nuova stazione elettrica. Gli Enti suddetti definiscono i requisiti e le caratteristiche di riferimento delle nuove stazioni elettriche, poiché ovviamente esse devono essere compatibili con la rete esistente, oltre alle dimensioni delle stesse nel caso in cui debbano avere LETA, il Gestore, Terna S.p.A., prescrive che esso debba essere collegato in antenna con la sezione a 220 kV della nuova stazione di rete 220 kV nel Comune di Uta (CA), con un cavo interrato a 220 Kv.

La società proponente ha accettato la soluzione di connessione alla RTN proposta da Terna e nell'ambito della procedura prevista dal Regolamento del Gestore per la connessione degli impianti alla RTN ha predisposto oltre che il progetto dell'impianto fotovoltaico anche il progetto di tutte le opere da realizzare per realizzarne il collegamento alla RTN, tra cui anche la stazione d'utenza, al fine di ottenere il previsto benessere dal Gestore.

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo della stazione d'utenza dell'impianto fotovoltaico.

Infatti il collegamento alla RTN necessita della realizzazione di una stazione MT/AT di utenza che serve ad elevare la tensione di impianto al livello di 150 kV, per il successivo collegamento alla Stazione Elettrica 220 Kv (SE). La stazione di utenza (SSE), individuata catastalmente al F. 44 mapp. 889 del Comune di Uta, occupa un'area di circa 1.800 m<sup>2</sup> e dista circa 100 m dalla stazione AT (SE) di nuova realizzazione, da ubicarsi anch'essa nel Comune di Uta.

La Stazione di utenza è collegata all'impianto mediante linea MT interrata dalla cabina IS-0 adiacente alla sottostazione, a cui arriva la linea MT dalle cabine 1-6 che segue il percorso della viabilità esistente. L'accesso è previsto per mezzo di un ingresso sulla viabilità esistente, situato sul lato sud-ovest della stazione stessa.

La stazione sar  costituita da una sezione in MT a 20 kV e da una sezione a 220 kV con isolamento in aria. Schema unifilare, planimetria e sezioni dell'impianto sono riportati nella tavola allegata.

## **2 OGGETTO E SCOPO**

Oggetto del presente documento   la stazione elettrica di utenza per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale dell'Impianto Fotovoltaico, che verr  realizzata in un'area appositamente dedicata.

Scopo del documento   quello di descrivere le caratteristiche tecniche dell'opera, nonch  le relative modalit  realizzative ai fini del rilascio delle autorizzazioni previste dalla vigente normativa.

### **3 DESCRIZIONE DELLE OPERE**

#### **3.1 Generalità**

La stazione elettrica di utenza (SSE) sarà realizzata allo scopo di collegare l'impianto fotovoltaico LETA in progetto alla stazione SE di nuova realizzazione, ubicata a nord-ovest dello stesso impianto.

La sottostazione SSE, è posizionata in un'area adiacente alla stazione AT (SE) ed è distinta catastalmente al F. 44 mapp. 889, del Comune di Uta (CA).

La SSE sarà collegata all'impianto LETA da una linea MT.

#### **3.2 Condizioni ambientali di riferimento**

Valore minimo temperatura ambiente all'interno: -5°C

Valore minimo temperatura ambiente all'esterno: -25°C

Temperatura ambiente di riferimento per la portata delle condutture: 30°C

Grado di inquinamento: III

Irraggiamento: 1000 W/m<sup>2</sup>

Altitudine e pressione dell'aria: poiché l'altitudine è inferiore ai 1000 m s.l.m. non si considerano variazioni della pressione dell'aria

Umidità all'interno: 95%

Umidità all'esterno: fino al 100% per periodi limitati

Classificazione sismica (OPCM 3274 del 2003): zona 2

Accelerazione orizzontale massima: 0.25g.

### **3.3 Consistenza della sezione in alta tensione a 220 kV**

La sezione in alta tensione a 220 kV è composta da uno stallo di trasformazione e uno stallo di partenza linea in cavo, con apparati di misura e protezione (TV e TA).

Ciascuno stallo trasformatore è comprensivo di interruttore, scaricatore di sovratensione, sezionatori e trasformatori di misura (TA e TV) per le protezioni, secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni Terna.

### **3.4 Consistenza della sezione in media tensione a 20 kV**

La sezione in media tensione è composta dal quadro MT a 20 kV, che prevede:

- Un sistema con due semi-sbarre, con relativo congiuntore.
- Montanti arrivo linea da impianto fotovoltaico
- Montanti arrivo linea da ulteriore impianto alimentato da fonte rinnovabile
- n°2 Montanti partenza trasformatore
- Montanti alimentazione trasformatore ausiliari
- montanti banco rifasamento (eventuali)

### **3.5 Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo**

La stazione può essere controllata da: un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono installati nell'edificio di stazione ed interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo, di provvedere al controllo e all'automazione a livello di impianto di tutta la stazione, alla restituzione dell'oscillografia e alla registrazione cronologica degli eventi.

Dalla sala quadri centralizzata è possibile il controllo della stazione qualora venga a mancare il sistema di teletrasmissione o quando questo è messo fuori servizio per manutenzione. In sala quadri la situazione dell'impianto (posizione degli organi di manovra), le misure e le segnalazioni sono rese disponibili su un display video dal quale è possibile effettuare le manovre di esercizio.

### **3.6 Servizi ausiliari in c.a. e c.c.**

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadro MT (costituito da due semiquadri)
- trasformatori MT/BT
- quadro BT centralizzato di distribuzione (costituito da due semiquadri)

I servizi ausiliari in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone con una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore. Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi vengono commutati automaticamente sull'altro.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è costituito da: batteria, raddrizzatori, quadro di distribuzione centralizzato e quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

### **3.7 Trasformatore**

I trasformatori trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 220 KV e secondaria 20 kV, sono costruiti secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti vengono tutti realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria i trasformatori sono corredati di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione. Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nei trasformatori per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/ circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria).

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore è dotato di valvola di



svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili.

Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 40 t.

### **3.8 Collegamento alla stazione RTN**

Il collegamento alla stazione RTN da realizzarsi sulla SE Rumianca permetterà di convogliare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico LETA alla rete ad alta tensione. A tal fine, l'energia prodotta alla tensione di 20 kV, dall'impianto fotovoltaico sarà inviata agli stalli di trasformazione della costruenda stazione di Utenza. Qui verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 220 kV tramite trasformatore 20/150 kV, alle sbarre della sezione 220 kV della stazione di Rete della RTN mediante un collegamento in cavo AT tra i terminali cavo della stazione d'Utenza e i terminali cavo del relativo stallo in stazione di rete.

### 3.9 Dimensionamento di massima della rete di terra

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1.

In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B della Norma CEI 11-1;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della Norma CEI 11-1.

#### 3.9.1 Dimensionamento termico del dispersore

Il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

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

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

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in s

$$K = 226 \frac{A \cdot \sqrt{s}}{mm^2} \text{ (rame)}$$

$\beta = 234,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\Theta_i = \text{temperatura iniziale in } ^\circ\text{C (20 } ^\circ\text{C)}$

$\Theta_f = \text{temperatura finale in } ^\circ\text{C (300 } ^\circ\text{C)}$

Assumendo un tempo  $t = 0,5 \text{ s}$  si ottengono i seguenti valori di sezione minima, in funzione del valore di corrente di guasto a terra:

<b><math>I_g</math></b> [kA]	<b>Steorica</b> [mm <sup>2</sup> ]	<b>Sscelta</b> [mm <sup>2</sup> ]
40	145	150

In alternativa, tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 120 mm<sup>2</sup>.

### 3.9.2 Tensioni di contatto e di passo

La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto esecutivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure. In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m. In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore. In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" di cui all'Allegato D della Norma CEI 11-1.

## 4 CAMPI ELETTROMAGNETICI INTERNI

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

### **Limiti permessi**

Secondo il decreto DPCM del 8/07/2003 si adottano i seguenti limiti in materia di elettrodotti (da intendersi espressi in valore efficace):

#### **Campo elettrico:**

- 5 kV/m in aree frequentate da persone per una parte significativa del giorno,
- 10 kV/m in aree in cui l’esposizione è limitata a poche ore al giorno.

I valori di campo elettrico sono riferiti al campo elettrico non perturbato, in assenza di persone, animali o cose.

#### **Campo magnetico:**

- 100  $\mu$ T per zone di transito di persone.
- 1000  $\mu$ T per zone di transito limitato.

E’ da notare che generalmente per tali impianti le fasce di rispetto, determinate dal luogo in cui i valori dell’induzione magnetica sono entro i limiti ammessi, sono interne alla recinzione dell’impianto, come si legge, tra l’altro, al paragrafo 5.2.2 del Decreto MATT 29 maggio 2008.

Le apparecchiature previste e le geometrie dell’impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne).

I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in prossimità delle apparecchiature AT e delle sbarre con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 10 m di distanza da esse.

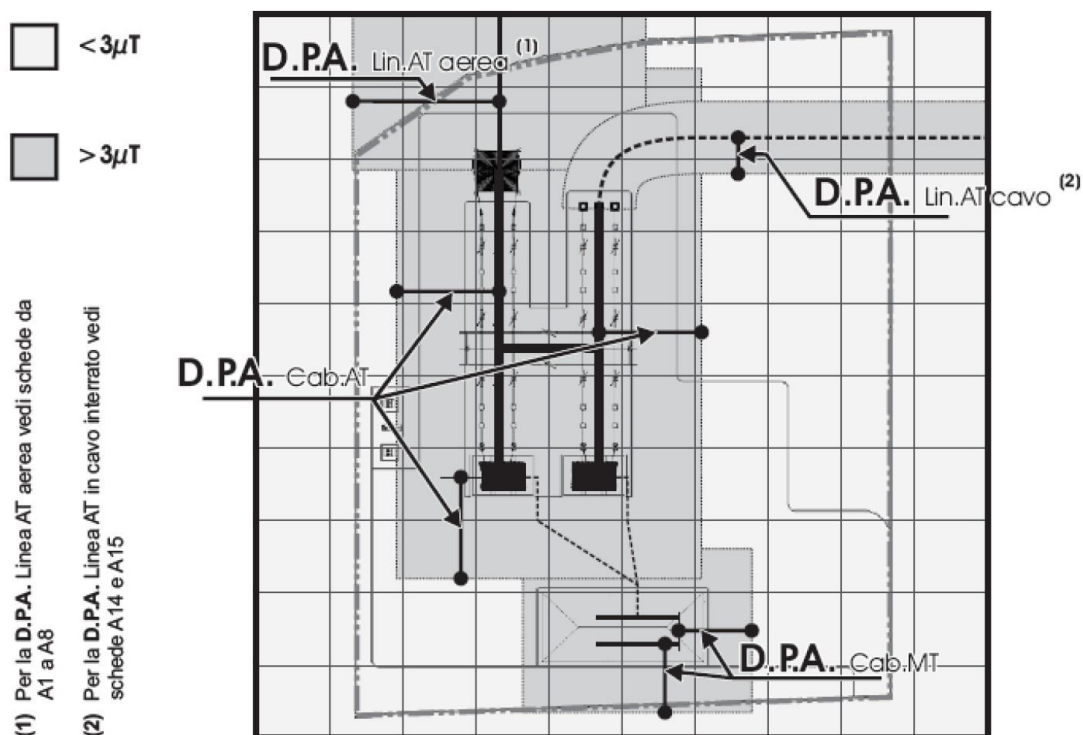
I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle vie cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori

pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di  $3 \mu\text{T}$  a circa 4 m di distanza dall’asse della linea interrata (si veda in appendice).

I valori in corrispondenza alla recinzione della stazione sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge.

A titolo di esempio si riporta il risultato di un calcolo effettuato per una cabina primaria ENEL a AT/MT, le cui correnti sono paragonabili a quelle da considerare nel presente caso. Si osserva che in tal caso la DPA calcolata è pari a 14 m dall’asse del sistema di sbarre AT e quindi rimane all’interno della superficie di stazione.

RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						
	D.P.A. Cab. da centro sbarre AT	Distanza tra le fasi AT	Corrente	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT	Distanza tra le fasi MT	Corrente	Riferimento
	m	m	A	m	m	A	
63	14	2.20	870	7	0.38	2332	A16

*Determinazione della DPA per una Cabina Primaria isolata in aria a 220 kV*

## **5 RUMORE**

Nella Stazione d’Utenza la sola apparecchiatura che rappresenta una sorgente di rumore permanente è il trasformatore AT/MT, per il quali si può considerare un livello di pressione sonora  $L_p(A)$  a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB(A) a 0.3 metri in funzionamento ONAN e 78 dB(A) a 2 metri in funzionamento ONAF: esso però non viene percepito all’esterno del perimetro di recinzione.

Inoltre, gli interruttori, durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti), possono provocare un rumore trasmissibile all’esterno. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01-03-1991 e la legge quadro sull’inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447.

## **6 OPERE CIVILI**

### **6.1 Fabbricati**

I fabbricati sono costituiti da un edificio quadri comando e controllo, composto da un locale comando e controllo e telecomunicazioni; un locale per i trasformatori MT/BT, un locale quadri MT ed un locale misure e rifasamento. Il pavimento potrà essere realizzato di tipo flottante con area sottostante adibita al passaggio cavi.

### **6.2 Strade e piazzole**

Le piazzole per l’installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT.

### **6.3 Fondazioni e cunicoli cavi**

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione, sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; per le sbarre e per le apparecchiature, con l’esclusione degli interruttori, potranno essere realizzate anche fondazioni di tipo prefabbricato con caratteristiche, comunque, uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera. Le caratteristiche delle fondazioni sono riportate nei disegni allegati. Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza di 2000 daN. I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 daN.

### **6.4 Ingressi e recinzioni**

Il collegamento dell’impianto alla viabilità sarà garantito dalla viabilità esistente che costeggia l’impianto a sud-ovest e sud-est, su questi lati si trovano infatti gli ingressi all’impianto e alla sottostazione.

La recinzione perimetrale sarà essere conforme alla norma CEI 11-1.

## **6.5 Smaltimento acque meteoriche e fognarie**

L’impianto di smaltimento delle acque meteoriche e fognarie è assente, in quanto il fondo è drenante.

## **6.6 Illuminazione**

L’illuminazione della stazione sarà realizzata pali tradizionali di tipo stradale, con proiettori orientabili.

# **7 MOVIMENTI DI TERRA**

I rilievi effettuati sull’area in oggetto, evidenziano che il terreno, dove dovrà sorgere la nuova stazione, è praticamente pianeggiante; per cui non sono da prevedere movimenti di terra, se non di trascurabile entità.



## **8 CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELL’IMPIANTO.**

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- tensione massima: 250 kV,
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV,
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV.

### **Interruttori tripolari in SF6:**

- corrente nominale: 2000 A,
- potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

### **Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:**

- corrente nominale: 2000 A (con lame di terra),
- corrente nominale di breve durata: 31,5 kA.

### **Sezionatore tripolare di messa a terra sbarre:**

- corrente nominale di breve durata: 31.5 kA.

### **Trasformatori di corrente:**

- rapporto di trasformazione nominale: 400-1600/5 A/A
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale,
- corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.

Trasformatori di tensione:

- rapporto di trasformazione nominale: ,

Le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.

I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.

### **Sbarre:**

- corrente nominale: 2000 A.

### **Trasformatore trifase in olio minerale (1 e 2)**

- |   |           |
|---|-----------|
| • Tensione massima                                      | 220 kV    |
| • Frequenza   | 50 Hz     |
| • Rapporto di trasformazione                            | 220/20 kV |
| • Livello d’isolamento nominale all'impulso atmosferico | 750 kV    |
| • Livello d'isolamento a frequenza industriale          | 325 kV    |

- Tensione di corto circuito 13,5 %
- Collegamento avvolgimento Primario Stella
- Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo
- Potenza in servizio continuo (ONAN) 50 MVA
- Peso del trasformatore completo 40 t

Caratteristiche di massima dei componenti MT

- tensione di esercizio nominale  $V_n$  20 kV
- tensione di isolamento nominale 26 kV
- tensione di prova a 50 Hz 1 min 70 kV
- tensione di tenuta ad impulso 220 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale in servizio continuo  $I_n$  1250 A
- corrente ammissibile di breve durata  $I_K$  20 kA
- corrente di cresta IP  $2,5 \cdot I_K$
- temperatura di esercizio  $-5 \div +40 \text{ }^\circ\text{C}$

**Interruttore a tensione nominale 220 kV**

GRANDEZZE NOMINALI			
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Salinità di tenuta a 142 kV (Kg/m <sup>3</sup> ) valori minimi consigliati	da 14 a 40 (*)		
Poli (n°)	3		
Tensione massima (kV)	245		
Corrente nominale (A)	2000		
Frequenza nominale (Hz)	50		
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	1050		
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	460		
Corrente nominale di corto circuito (kA)	31.5	40	50
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	80	100	125
Durata nominale di corto circuito (s)	1		
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1'-CO		
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	10	12.5
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	125		
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	250		
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	550		
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15		
Durata massima di interruzione (ms)	60		
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80		
Durata massima di chiusura (ms)	150		
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0		
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3		
Massima non contemporaneità tra gli elementi di un polo (ms)	2,5		

**Sezionatori orizzontali a tensione nominale 220 kV con lame di messa a terra**

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	245
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	50-40-31,5
- valore di cresta (kA)	125-100-80
<b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	1050
- sul sezionamento (kV)	1200
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	460
- sul sezionamento (kV)	530
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale longitudinale (N)	1000
- orizzontale trasversale (N)	330
- verticale (N)	1250
<b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>	≤15
<b>Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra</b>	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV, A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

**Sezionatori verticali a tensione nominale 220 kV**

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	245
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	50-40-31,5
- valore di cresta (kA)	125-100-80
<b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	1050
- sul sezionamento (kV)	1200
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	460
- sul sezionamento (kV)	530
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale longitudinale (N)	1000
- orizzontale trasversale (N)	330
- verticale (N)	1250
<b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>	≤15
<b>Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra</b>	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV, A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

**Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale di 220 kV**

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
<b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	650
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	275
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale trasversale (N)	600
<b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>	≤15

**Trasformatore di corrente a tensione nominale di 220 kV**

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	245
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei (**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	50-40- 31,5
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
<b>Prestazioni (***) e classi di precisione:</b>		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	460
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	1050
Salinità di tenuta alla tensione di 142 kV	(kg/m <sup>3</sup> )	da 14 a 40(*)
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti</b>		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(\*\*) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

**Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 150 kV**

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	245
Rapporto di trasformazione	$\frac{220.000/\sqrt{3}}{100/\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	50/0,2-100/0,5-200/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	460
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	1050
Salinità di tenuta alla tensione di 142 kV (kg/m <sup>3</sup> )	da 14 a 40(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF ( $\Omega$ )	$\leq 40$
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C <sub>pa</sub> (pF)	$\leq (300+0,05 C_n)$
- G <sub>pa</sub> ( $\mu$ S)	$\leq 50$
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2500
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

**Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 220 kV**

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	245
Tensione nominale primaria (V)	220.000/ $\sqrt{3}$
Tensione nominale secondaria (V)	100/ $\sqrt{3}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	460
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	1050
Salinità di tenuta alla tensione di 142 kV (kg/m <sup>3</sup> )	DA 14 a 40(*)
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044-2
- verticale (N)	

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

**Scaricatori per tensione nominale a 220 kV**

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	110
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 $\mu$ s) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 $\mu$ s) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 $\mu$ s) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	2
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	31,5

(\*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati



## **APPENDICE A: Collegamento AT alla RTN**

### **A.I. PREMESSA**

La presente appendice fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del nuovo cavidotto a 220 kV che collega la sezione a 220 kV della nuova stazione Terna, con la stazione di utenza del Parco fotovoltaico "LETA", situata all'interno del comparto in progetto.

### **A.II. AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO**

Le aree interessate da un elettrodotto interrato sono individuate, dal Testo Unico sugli espropri, come Aree Impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto; nel caso specifico esse hanno un'ampiezza di 1.5 m dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate", che equivalgano alle zone di rispetto di cui all'art. 52 quater, comma 6, del Testo Unico sugli espropri n. 327 del 08/06/2001 e successive modificazioni, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) sarà di circa 3 m dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato (ma corrispondente a quella impegnata nei tratti su sede stradale), come meglio indicato nella planimetria catastale allegata.

Pertanto, ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, le "aree potenzialmente impegnate" coincidono con le "zone di rispetto"; di conseguenza i terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al suddetto vincolo. In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

Le "fasce di rispetto" sono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003, emanata con Decreto MATT

del 29 Maggio 2008.

Le simulazioni di campo magnetico riportate nei paragrafi seguenti sono state elaborate tramite l'ausilio di software, le cui routine di calcolo fanno riferimento alla norma CEI 211 - 4; norma di riferimento anche per la metodologia di calcolo utilizzata nella CEI 106 - 11.

### **A.III. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO**

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato MT dall'impianto FV alla sottostazione di utenza, ha una lunghezza di poche decine di metri, trovandosi la cabina IS-0 adiacente all'area della sottostazione. Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato AT consiste nel tratto di collegamento di circa 5.195 m tra SSE e SE.

#### **A.III.I PROVINCIA E COMUNE INTERESSATO**

Il cavo interrato AT attraversa i Comuni di Uta e Assemini in provincia di Cagliari.

#### **A.III.II VINCOLI**

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato AT in oggetto non attraversa aree soggette a vincolo.

#### **A.III.III OPERE ATTRAVERSATE**

Non si ravvisano attraversamenti del tracciato MT di opere pubbliche.

## **A.IV. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO**

### **A.IV.I PREMESSA**

L'elettrodotto sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 400 mm<sup>2</sup>.

### **A.IV.II 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.

### **A.IV.III CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL COLLEGAMENTO IN CAVO**

Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima dell'impianto "LETA" che sarà connesso alla stazione di utenza da cui il presente collegamento trova la sua origine.

L'impianto avrà una potenza di circa 61,98 MW quindi per un funzionamento a cos φ pari a 0.95, si ha:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi} = 376 \text{ A}$$

Per il cavo di sezione pari a 400 mm<sup>2</sup> e per le condizioni standard di posa a trifoglio, si ha un valore di corrente massima pari a circa 530 A.

Correggendo i valori della portata con le condizioni di posa considerate, si ottiene:

- Fattore di riduzione per la profondità: 0.95
- Fattore di riduzione per la resistività del terreno: 0.84
- Portata massima corretta: 423 A

Le caratteristiche elettriche principali del collegamento.

Frequenza nominale	50	Hz
Tensione nominale	220	kV
Potenza nominale dell'impianto fotovoltaico da collegare	37,4	MW
Intensità di corrente nominale (per fase)	35	A
Intensità di corrente massima nelle condizioni di posa	423	A

#### **A.IV.IV COMPOSIZIONE DEL COLLEGAMENTO**

Per l'elettrodotto in oggetto sono previsti i seguenti componenti:

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

#### **A.IV.V MODALITÀ DI POSA E DI ATTRAVERSAMENTO**

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.5 m, con disposizione delle fasi a trifoglio.

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

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".

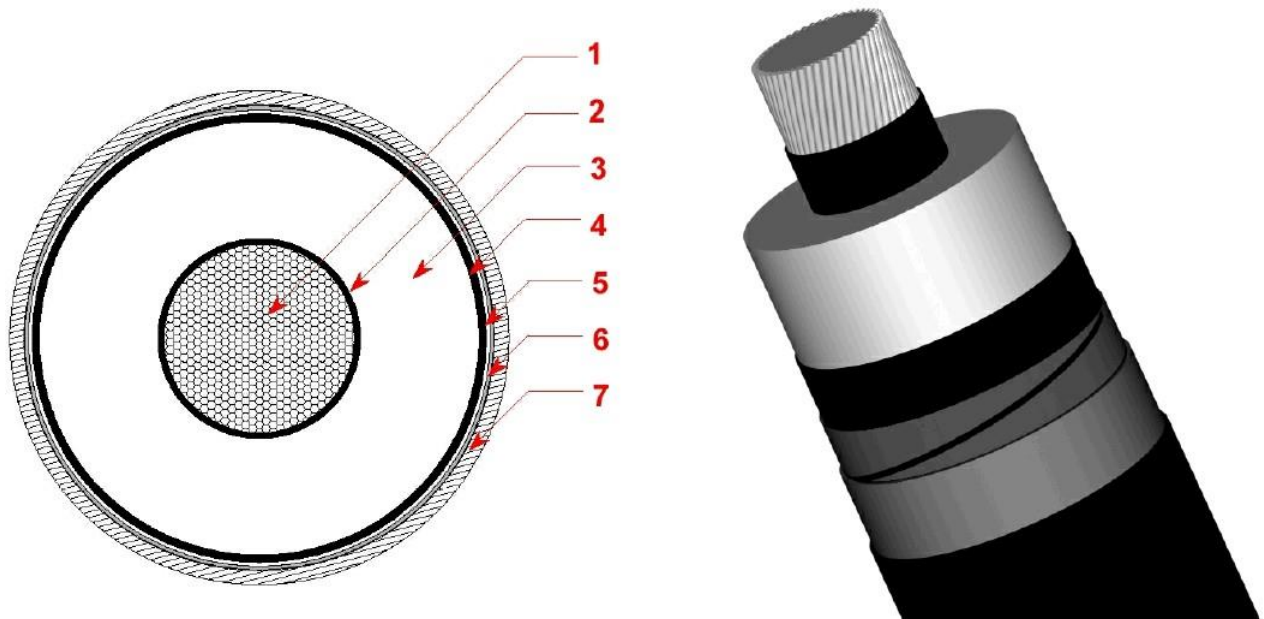
Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

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

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

#### A.IV.VI CARATTERISTICHE ELETTRICHE/MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA

Ciascun cavo d'energia a 220 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 400 mm<sup>2</sup> tamponato (1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in politenereticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata (6), rivestimento in politene con grafitatura esterna (7).



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	400 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	250 kV

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

#### A.IV.VII GIUNTI DI TRANSIZIONE XLPE/XLPE

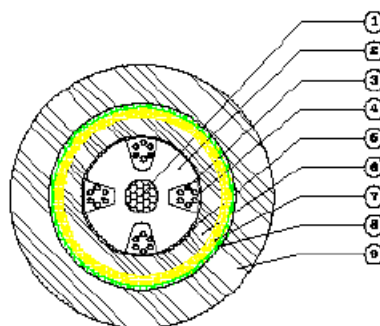
Data la brevità del collegamento, non si prevede l'esecuzione di giunti unipolari.

#### A.IV.VIII SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati dalla stazione di Torremaggiore alla stazione di utenza.

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.



- 1 - Elemento centrale dielettrico
- 2 - Intelo metallico in materiale plastico
- 3 - Fibra ottica
- 4 - Integumento
- 5 - Armatura con nastri metallici
- 6 - Intelo di polietilene nero
- 7 - Filati aramidici
- 8 - Armatura con nastri d'alluminio
- 9 - Intelo di polietilene nero
- 10 - Elemento centrale dielettrico

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

Schema cavo fibra ottica (F.O.)

#### A.IV.IX DISEGNI ALLEGATI

I disegni allegati riportano la sezione tipica di scavo e di posa e lo schema di connessione delle guaine metalliche.

## **A.V. RUMORE**

L'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore.

## **A.VI. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza come mostrato dai grafici riportati nel seguito.

Tuttavia nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Per quanto riguarda invece il campo magnetico si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto. Di seguito è esposto l'andamento del campo magnetico lungo il tracciato della linea interrata a 220 kV.

Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Norma CEI 211-4.

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

### **A.VI.I 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 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; ha definito il 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; ha definito, infine, 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. 8.7.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla. È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come 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.

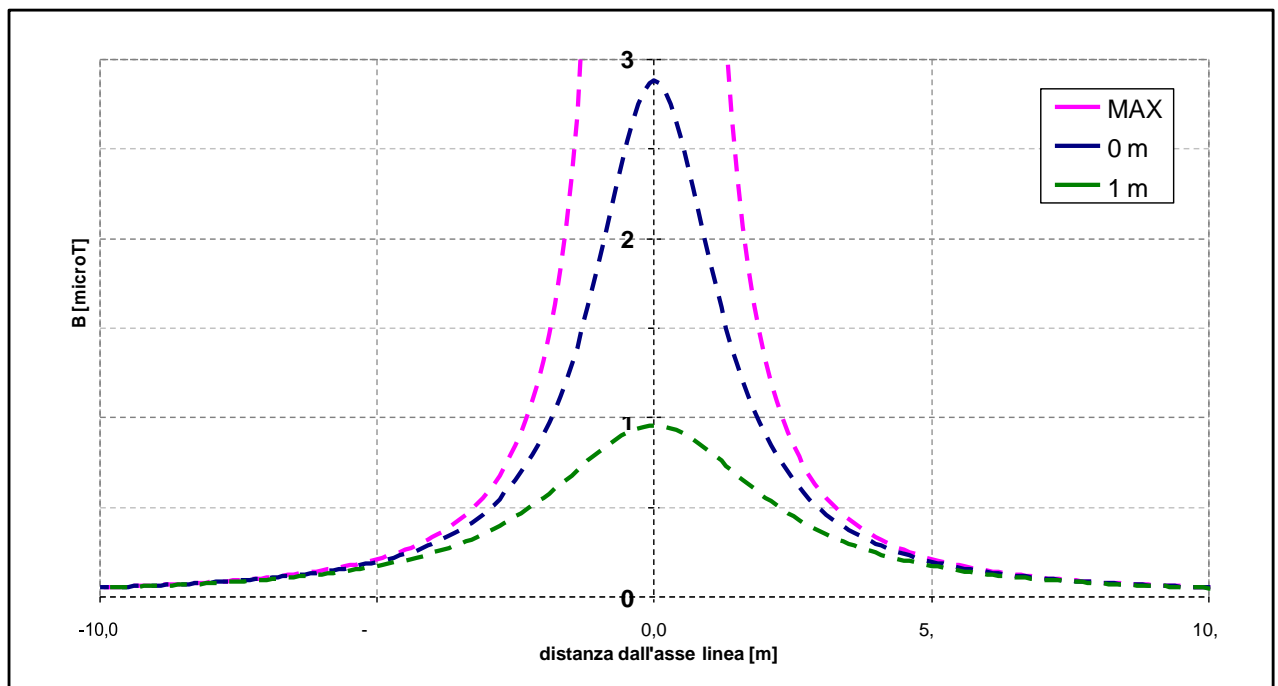
Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

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. 8.7.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

## A.VI.II CONFIGURAZIONI DI CARICO

Di seguito viene esposto il grafico dell'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dell'elettrodotto.

Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,5 m, con un valore di corrente pari a 530 A, dove la configurazione dell'elettrodotto è quella in assenza di schermature, distanza dal piano viario e posa a trifoglio dei conduttori.



Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo

Il limite di 3  $\mu\text{T}$  si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 1,5 m.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

### A.VI.II.I FASCE DI RISPETTO

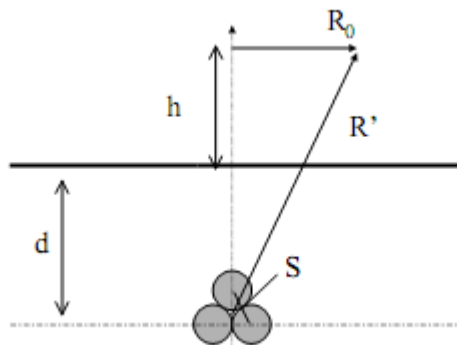
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a  $3 \mu\text{T}$ .

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]}$$

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:

$$S = 0.11 \text{ m}$$

$$I = 530 \text{ A}$$

Si ottiene:

$$R'' = 2.18 \text{ m}$$

Che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto paria a **3 m** per parte, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

## **A.VII. REALIZZAZIONE DELL'OPERA**

### **A.VII.I FASI DI COSTRUZIONE**

La realizzazione dell'opera, vista la brevità del tracciato, avverrà in una singola fase di lavoro. Le operazioni si articoleranno 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.

### **A.VII.II REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE TEMPORANEE DI CANTIERE PER LA POSA DEL CAVO**

Nel presente caso si prevede la predisposizione di una unica piazzola, 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.

### **A.VII.III 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.

### **A.VII.IV 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.

#### **A.VII.V 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.

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.

#### **A.VII.VI SCAVO DELLA TRINCEA IN CORRISPONDENZA DEI TRATTI LUNGO PERCORSO STRADALE**

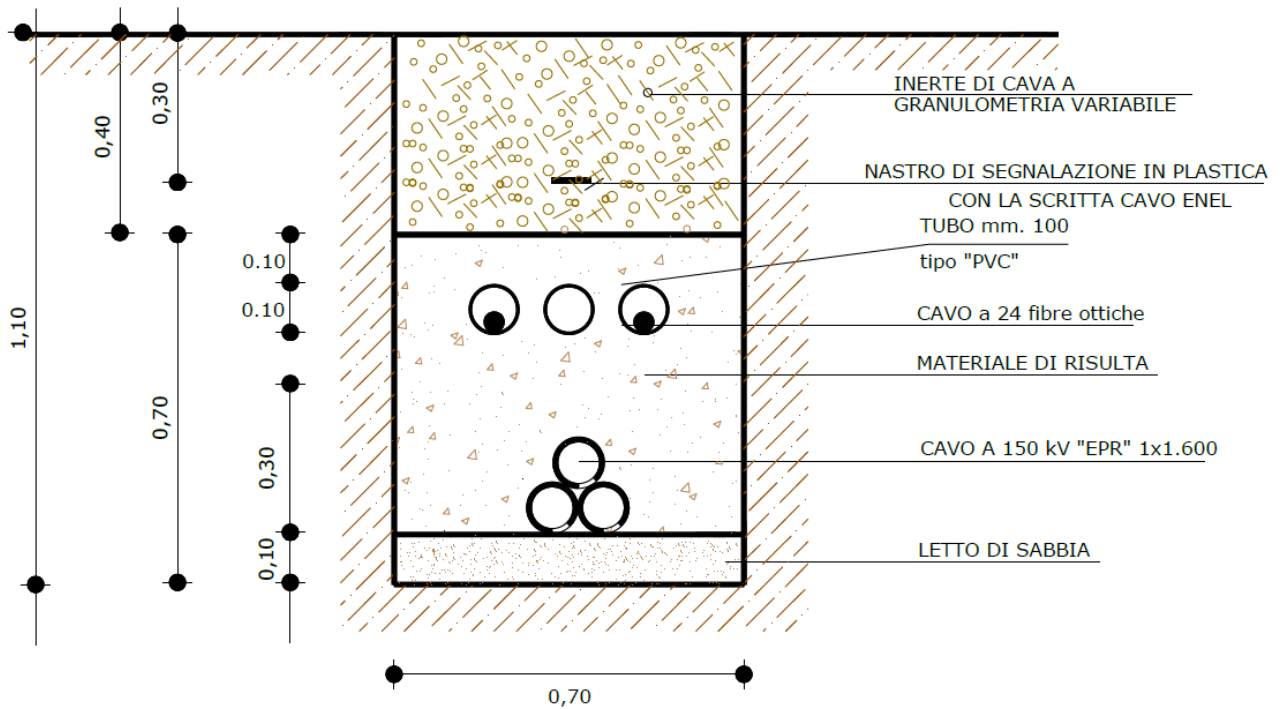
Non sono previsti tratti che si sviluppano su percorso stradale ma sol sulle banchine e cunette.

#### **A.VIII. SICUREZZA NEI CANTIERI**

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D. Lgs. 494/96, e successive modifiche ed integrazioni. Pertanto, in fase di progettazione la società proponente provvederà a nominare un Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'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.

## A.IX. TAVOLE ALLEGATE

### A.X.I SEZIONE DI POSA



## A.X.II SCHEMA DI CONNESSIONE DELLE GUAINE METALLICHE

