

**Impianto agrivoltaico avanzato denominato
 "Portomaggiore Fossa" di potenza pari a 24,97 MWp
 e relative opere di connessione ricadenti nei Comuni
 di Portomaggiore e Argenta (FE)**

Progetto Definitivo

**Opere di connessione
 Relazione tecnico descrittiva**


Nov. 25	00	Prima emissione	3E	G. D'Amico L. Marabeti	F. Boni Castagnetti
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Iren Green Generation Tech s.r.l.			ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale  3E Ingegneria srl			ID Documento Appaltatore		

Sommario

1	Generalità.....	5
2	PROGETTO STAZIONE DI UTENZA	6
2.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	7
2.1.1	Generalità.....	7
2.1.2	Condizioni ambientali di riferimento	7
2.1.3	Consistenza della sezione in alta tensione a 132 kV.....	8
2.1.4	Consistenza della sezione in media tensione a 36 kV.....	8
2.1.5	Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo.....	8
2.1.6	Servizi ausiliari in c.a. e c.c.	9
2.1.7	Trasformatore.....	9
2.1.8	Collegamento alla stazione di condivisione.....	10
2.1.9	Dimensionamento di massima della rete di terra	10
2.1.10	Dimensionamento termico del dispersore.....	10
2.1.11	Tensioni di contatto e di passo	11
2.2	RUMORE.....	12
2.3	Opere civili.....	12
2.3.1	Fabbricati	12
2.3.2	Strade e piazzole	12
2.3.3	Fondazioni e cunicoli cavi	12
2.3.4	Ingressi e recinzioni	13
2.3.5	Smaltimento acque meteoriche e fognarie	13
2.3.6	Illuminazione	13
2.4	MOVIMENTI DI TERRA	14
2.5	CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELL'IMPIANTO.....	14
3	COLLEGAMENTO ALLA RETE AT	24
3.1	AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO	24
3.2	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	25
3.2.1	Provincia e comune interessato.....	25
3.3	Progetto dell'elettrodotto	26
3.3.1	Premessa.....	26
3.3.2	Normativa di riferimento	26


3.3.3	Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo	26
3.3.4	Composizione del collegamento	27
3.3.5	Modalità di posa e di attraversamento	27
3.3.6	Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia.....	27
3.3.7	Giunti di transizione XLPE/XLPE.....	30
3.3.8	Sistema di telecomunicazioni.....	30
3.4	RUMORE.....	32
3.5	REALIZZAZIONE DELL'OPERA	33
3.5.1	Fasi di costruzione	33
3.5.2	Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere per la posa del cavo	33
3.5.3	Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea	33
3.5.4	Posa del cavo.....	33
3.5.5	Ricopertura e ripristini	34
3.6	SICUREZZA NEI CANTIERI	35
3.7	TAVOLE ALLEGATE.....	36
3.7.1	Sezione di posa.....	36
3.7.2	Schema di connessione delle guaine metalliche	37
4	OPERE CONDIVISE	38
4.1	Stazione di condivisione (opere comuni).....	38
4.1.1	Generalità.....	38
4.1.2	Condizioni ambientali di riferimento	38
4.1.3	Consistenza della sezione in alta tensione a 132 kV.....	39
4.1.4	Dimensionamento termico del dispersore.....	39
4.1.5	Tensioni di contatto e di passo	40
4.1.6	Stallo in stazione di rete esistente	40
4.2	Progetto dell'elettrodotto (opere comuni).....	42
4.2.1	Premessa.....	42
4.2.2	Normativa di riferimento	42
4.2.3	Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo	42
4.2.4	Composizione del collegamento	42
4.2.5	Modalità di posa e di attraversamento	43
4.2.6	Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia.....	43
4.2.7	Sistema di telecomunicazioni.....	46

4.2.8	Giunti di transizione XLPE/XLPE.....	47
4.2.9	Descrizione del tracciato	47
4.2.10	Provincia e comune interessato	47
4.2.11	Aree impegnate e fasce di rispetto	47
4.2.12	RUMORE.....	48
4.3	REALIZZAZIONE DELL'OPERA	49
4.3.1	Fasi di costruzione	49
4.3.2	Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere per la posa del cavo	49
4.3.3	Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea	49
4.3.4	Posa del cavo.....	49
4.3.5	Ricopertura e ripristini	50
4.3.6	Sicurezza nei cantieri	51
4.4	SCHEMI TIPICI	52
4.4.1	Sezione di posa.....	52
4.4.2	Schema di connessione delle guaine metalliche	53
5	CAMPI ELETTRICITÀ DELLE OPERE CONNESSE.....	54
5.1	Stazione elettrica d'utenza	54
5.2	Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione	57

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 5 / 60
		Numero Revisione
		00

1 Generalità

Oggetto del presente documento è la descrizione delle opere di connessione necessarie alla realizzazione di un impianto agrivoltaico avente codice pratica terna "202502251" e una potenza AC in immissione di 24,6 MW, da installare nel comune di Portomaggiore (FE), che sarà collegato in antenna a 132 kV su una nuova stazione di condivisione e successivamente alla nuova stazione di trasformazione Terna 380/132/36kV denominata "BANDO".

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 6 / 60
		Numero Revisione
		00

2 PROGETTO STAZIONE DI UTENZA

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 future espansioni.


Per l'impianto agrivoltaico in oggetto, il Gestore, Terna S.p.A., prescrive che esso debba essere collegato in antenna con la sezione a 132 kV su una nuova stazione di trasformazione 380/132/36kV denominata "BANDO".

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 agrivoltaico anche il progetto di tutte le opere da realizzare il collegamento alla RTN, tra cui anche la stazione d'utenza, al fine di ottenere il previsto benessere dal Gestore.

Infatti, il collegamento alla RTN necessita della realizzazione di una stazione AT/AT di utenza che serve ad elevare la tensione di impianto al livello di 132 kV, per il successivo collegamento alla stazione di condivisione e successivamente alla nuova stazione Terna, mediante linea interrata a 132 kV.

L'accesso alla stazione d'utenza è previsto per mezzo di un ingresso situato sul lato nord della stazione, collegato mediante un breve tratto di nuova viabilità a quella esistente.

La stazione sarà costituita da una sezione in AT a 30 kV e da una sezione a 132 kV con isolamento in aria. Schema unifilare, planimetria e sezioni dell'impianto sono riportati nella relativa tavola progettuale (CoD_098_FV_00092_BED).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 7 / 60
		Numero Revisione
		00

2.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

2.1.1 Generalità

La stazione elettrica di utenza sarà realizzata allo scopo di collegare alla nuova stazione di condivisione l'impianto agrivoltaico in oggetto.

L'area individuata per la realizzazione dell'opera è situata in area esterna all'area di impianto ed occuperà un'area di circa 1700 m².

L'accesso alla stazione sarà garantito da una nuova strada di collegamento che si diramerà direttamente da via Portoni Bandissolo, a nord della stazione.

2.1.2 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/m²


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 3

Accelerazione orizzontale massima: $0,05 < a_g \leq 0,15$ g

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 8 / 60
		Numero Revisione
		00

2.1.3 **Consistenza della sezione in alta tensione a 132 kV**

La sezione in alta tensione a 132 kV è composta da uno stallo di trasformazione e uno stallo partenza linea in cavo, verso la nuova stazione di condivisione.

Gli stalli sono comprensivi 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.

2.1.4 **Consistenza della sezione in media tensione a 36 kV**

La sezione in media tensione è composta dal quadro AT a 36 kV, sotteso al trasformatore AT/AT, che prevede:


- un sistema di sbarre
- montanti arrivo linea da impianto fotovoltaico
- n°1 montante partenza trasformatore
- montante alimentazione trasformatore ausiliari
- montante banco rifasamento (eventuali).

2.1.5 **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, di restituire le informazioni dell'oscillografia e della 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.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 9 / 60
		Numero Revisione
		00

2.1.6 **Servizi ausiliari in c.a. e c.c.**

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

- quadro AT
- trasformatore AT/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 8 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.).

2.1.7 **Trasformatore**

Il trasformatore trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 132 kV e secondaria 36 kV, è costruito 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 il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore 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).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 10 / 60
		Numero Revisione
		00

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 130 t.

2.1.8 Collegamento alla stazione di condivisione

Il collegamento alla nuova stazione di condivisione permetterà di convogliare l'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico alla rete ad alta tensione.

A tal fine, l'energia prodotta alla tensione di 36 kV, dall'impianto agrivoltaico sarà inviata allo stallo di trasformazione della costruenda stazione di utenza. Qui verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 132 kV tramite trasformatore 33/132 kV, alla nuova stazione di condivisione e da quest'ultima, alle sbarre della sezione 132 kV della stazione di Rete della RTN mediante un collegamento in linea interrata AT tra i terminali della stazione d'utenza di condivisione ed il relativo stallo in stazione di rete.

2.1.9 Dimensionamento di massima della rete di terra

La rete di terra è stata dimensionata in accordo alla Norma CEI 99-3.

In particolare, nel seguito si descrivono:

- il dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato C della Norma CEI 99-3;
- le caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui all'allegato B della Norma CEI 99-3.

2.1.10 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 mm²

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in s

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

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

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

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


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

I_g [kA]	S teorica [mm ²]	S scelta [mm ²]
40	120	120

In alternativa, tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 120 mm².

2.1.11 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

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 12 / 60
		Numero Revisione
		00

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 E della Norma CEI 99-3.

2.2 RUMORE

Nella stazione d'utenza la sola apparecchiatura che rappresenta una sorgente di rumore permanente è il trasformatore AT/AT, per il quali si può considerare un livello di pressione sonora $L_p(A)$ a vuoto alla tensione nominale non superiore a 94 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.

2.3 Opere civili

2.3.1 *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 AT/BT, un locale quadri AT ed un locale misure e rifasamento. Il pavimento potrà essere realizzato di tipo flottante con area sottostante adibita al passaggio cavi.

2.3.2 *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.

2.3.3 *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.

2.3.4 Ingressi e recinzioni

Il collegamento dell'impianto alla viabilità sarà garantito dalla strada vicinale limitrofa.

E' previsto un cancello carrabile largo m 7,00 ed un cancello pedonale per ciascuno degli ingressi previsti, inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale sarà conforme alla norma CEI 99-2.


2.3.5 Smaltimento acque meteoriche e fognarie

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.).

Lo smaltimento delle acque, meteoriche, è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere in semplice tubo, da collegare alla rete fognaria mediante sifone o pozzetti ispezionabili, da un pozzo perdente, da un sistema di sub-irrigazione o altro.

2.3.6 Illuminazione

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

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 14 / 60
		Numero Revisione
		00

2.4 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.

2.5 CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELL'IMPIANTO.

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (99-2 e 99-3) e specifiche. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- tensione massima: 170 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.

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: 132000/100 V/V,

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

- Tensione massima 170 kV

- Frequenza 50 Hz
- Rapporto di trasformazione 132/33 kV
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV
- Tensione di corto circuito 14 %
- Collegamento avvolgimento Primario (AT) Stella
- Collegamento avvolgimento Secondario (AT) Triangolo
- Potenza in servizio continuo (ONAN/ONAF) 25/33 MVA
- Peso del trasformatore completo 130 t

Caratteristiche di massima dei componenti AT

- tensione di esercizio nominale Vn 36 kV
- tensione di isolamento nominale 40,5 kV
- tensione di prova a 50 Hz 1 min 85 kV
- tensione di tenuta ad impulso 200 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale in servizio continuo In 2500 A
- corrente ammissibile di breve durata IK 31,5 kA
- corrente di cresta IP 2,5 · IK
- temperatura di esercizio -5 ÷ +40 °C

Interruttore a tensione nominale 132 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m ³) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	1250	2000
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	20	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	50	80
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)	5	8
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
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	

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

Sezionatori orizzontali a tensione nominale 132 kV con lame di messa a terra

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	270
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- 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 132 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	1250
- orizzontale trasversale (N)	400
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale di 132 kV

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

Trasformatore di corrente a tensione nominale di 132 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
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)	31,5
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
Prestazioni(**) e classi di precisione:		
- 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)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m ³)	da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti		
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 132 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000 / \sqrt{3}}{100 / \sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 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 _{pa} (pF)	≤(300+0,05 C _n)
- G _{pa} (μS)	≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- 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 132 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	$150.000/\sqrt{3}$
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)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- 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 132 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	110
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (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

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 24 / 60
		Numero Revisione
		00

3 COLLEGAMENTO ALLA RETE AT

Il presente paragrafo fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del nuovo cavidotto AT a 132 kV che collega la sezione a 132 kV della stazione di utenza dell’impianto agrivoltaico “Portomaggiore Fossa” alla sezione a 132 kV di una nuova stazione di condivisione


3.1 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, per il cavo interrato, esse hanno un’ampiezza di 3 m per parte dall’asse linea.

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.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 25 / 60
		Numero Revisione
		00

Le simulazioni di campo magnetico riportate nell'elaborato specifico contengono le informazioni circa l'estensione di tali fasce.

3.2 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO


Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato, quale risulta dalla corografia allegata, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n° 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Da qui, partirà un cavo AT a 132 kV della lunghezza di circa 110 m che si attesterà allo stallo a 132 kV della stazione nuova stazione di condivisione.

Il tracciato si sviluppa pertanto su sede sterrata, e in aree totalmente agricole.

3.2.1 *Provincia e comune interessato*

Il tracciato del suddetto cavidotto interrato a 132 kV si estende nel comune di Portomaggiore, provincia di Ferrara, su terreno agricolo e strade sterrate.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 26 / 60
		Numero Revisione
		00

3.3 Progetto dell'elettrodotto

3.3.1 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 di circa 400 mm².

3.3.2 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.

3.3.3 Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo

Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la massima potenza attiva e reattiva dell'impianto agrivoltaico. La potenza massima in immissione e prelievo è pari a 24,6 MW.


Considerando un funzionamento a $\cos \varphi$ pari a 0.95, si ha:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V\cos\varphi} = 115 \text{ A}$$

Per il cavo di sezione pari a 400 mm² e per le condizioni standard di posa, considerando una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W si ha un valore di portata pari a circa 450 A, pertanto ampiamente idonea anche in previsione di futuri ampliamenti della stazione di utenza.

Le caratteristiche elettriche principali del collegamento.

Frequenza nominale	50
Hz	
Tensione nominale	132
kV	
Potenza in immissione dell'impianto da collegare	24,6
MW	
Intensità di corrente nominale (per fase)	132
A	
Intensità di corrente massima ammessa nelle condizioni di posa	115
A	

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 27 / 60
		Numero Revisione
		00

3.3.4 **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.

3.3.5 **Modalità di posa e di attraversamento**

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,6 m, con disposizione delle fasi in piano.

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.

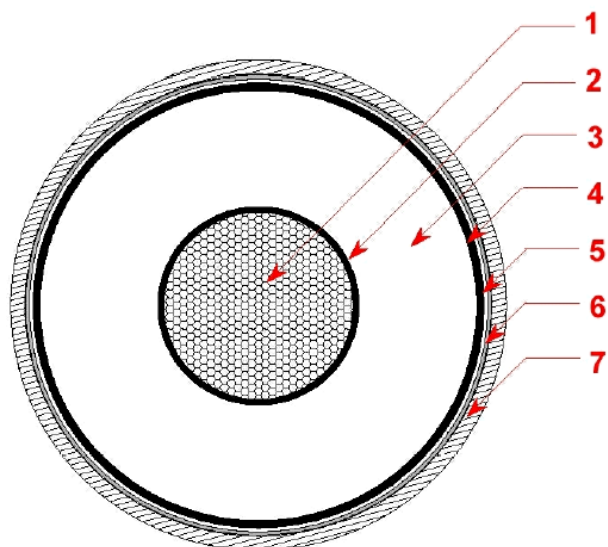
La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

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

La sezione di posa per i cavi 132 kV, secondo gli standard TERNA, è riportata nella figura seguente.

3.3.6 **Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia**

Ciascun cavo d'energia a 132 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione pari a 400 mm² 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 alluminio longitudinalmente saldata (6), rivestimento in polietilene 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 ²
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

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.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 30 / 60
		Numero Revisione
		00

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

3.3.7 **Giunti di transizione XLPE/XLPE**

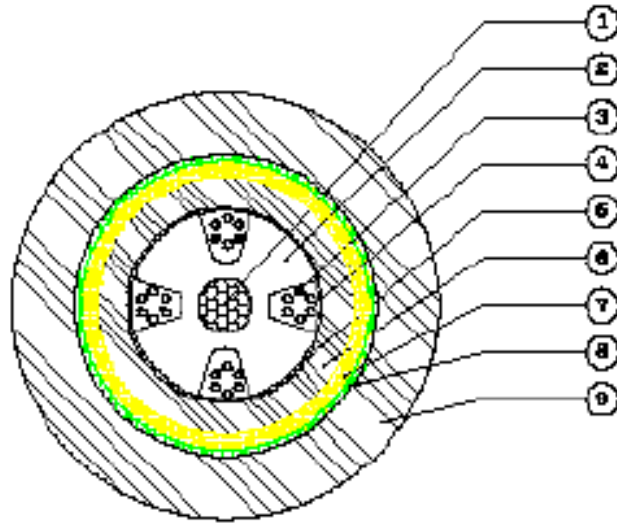
Data la lunghezza del tracciato non sono previste buche giunti

3.3.8 **Sistema di telecomunicazioni**

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati dalla stazione di Cremona 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 - Intreccio meccanico in materiale plastico
- 3 - Fibra ottica
- 4 - Tapposonde
- 5 - Passivazione con nastri sintetici
- 6 - Costruzione di polietilene nero
- 7 - Filati aramidici
- 8 - Passivazione con nastri sintetici
- 9 - Costruzione di polietilene nero

Cavo ottico a 24 fibre TOS4 24 4(6SMR)

Diametro esterno 13.5 mm


Peso 130 kg/km

Schema cavo fibra ottica (F.O.)

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 32 / 60
		Numero Revisione
		00

3.4 RUMORE

L'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 33 / 60
		Numero Revisione
		00

3.5 REALIZZAZIONE DELL'OPERA

3.5.1 *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.

3.5.2 *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.


3.5.3 *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.

3.5.4 *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

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 34 / 60
		Numero Revisione
		00

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.

3.5.5 **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.


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.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 35 / 60
		Numero Revisione
		00

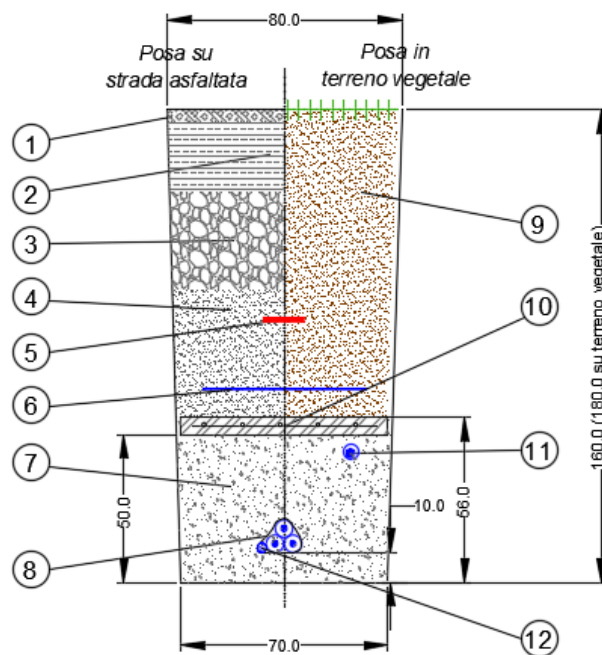
Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

3.6 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D. Lgs. 81/08, 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.

3.7 TAVOLE ALLEGATE

3.7.1 Sezione di posa

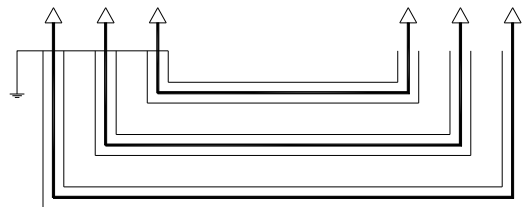


- scala 1: 20 -

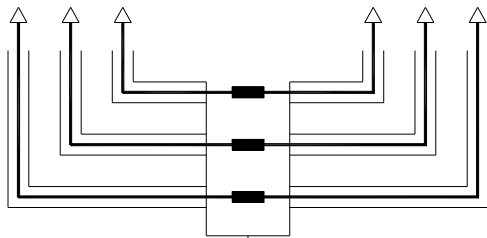
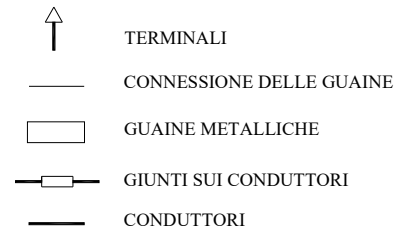
- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 - Tappetino di usura * | 7 - Cemento Mortar |
| 2 - Binder di sottofondo * | 8 - Cavi XLPE a 150 kV disposti a trifoglio |
| 3 - Conglomerato cementizio * | 9 - Terreno vegetale |
| 4 - Materiale di riempimento * | 10 - Lastra di protezione in c.a.v |
| 5 - Nastro di segnalazione in PVC | 11 - Monotubo pehd - Ø 50 per Cavi di Servizio (Cavo fibra ottica) |
| 6 - Rete in PVC | 12 - Cavo di terra |

* = come prescritto da Amministrazione proprietaria della strada

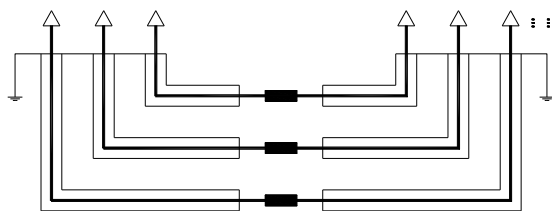
3.7.2 Schema di connessione delle guaine metalliche



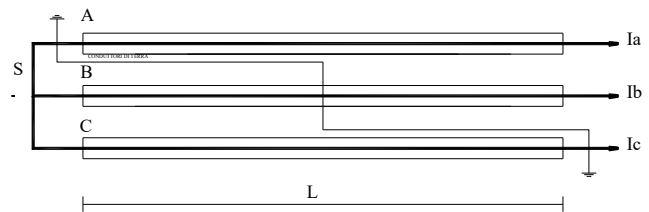
SINGLE POINT BONDING



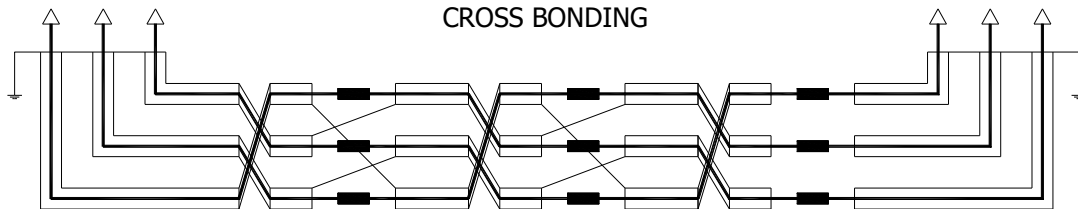
SINGLE POINT BONDING




BOTH ENDS BONDING



CROSS BONDING



	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 38 / 60
		Numero Revisione
		00

4 OPERE CONDIVISE

La presente relazione fornisce la descrizione generale del progetto definitivo delle opere comuni per la connessione di alcune iniziative che si collegano con nuova stazione di trasformazione 380/132/36 kV della RTN denominata "BANDO"

La connessione degli impianti con codice pratica:

- 202404000 ALFI ENERGY
- 202502251 IREN GREEN GENERATION TECH S.R.L..

richiede in effetti la condivisione tra le diverse iniziative dello stallo a 132 kV disponibile in stazione. Pertanto si rende necessaria la realizzazione di una stazione condivisa, che presenterà gli stalli di arrivo di ciascun'iniziativa ed una parte comune che sarà la interfaccia diretta verso TERNA. Da questa sezione condivisa a 132 kV partirà un cavo AT, anch'esso isolato, a 132 kV , che si collegherà allo stallo assegnato in stazione.

Nel seguito sono descritte le opere suddette.

4.1 Stazione di condivisione (opere comuni)

4.1.1 Generalità

L'area individuata per la realizzazione dell'opera è situata a circa 500 metri a nord ovest della nuova stazione di rete nel comune di Portomaggiore di proprietà di Terna Spa.

L'accesso alla stazione sarà garantito da una nuova strada di collegamento che si diramerà direttamente da via Portoni Bandissolo, a nord della stazione.

4.1.2 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/m²

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: $0.15 < a_g \leq 0.25$.

4.1.3 **Consistenza della sezione in alta tensione a 132 kV**

La sezione in alta tensione a 132 kV è composta da uno stallo stallo partenza linea in cavo, verso la nuova stazione RTN.

Lo stallo 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.

All'interno della stazione saranno inoltre presenti due stalli di trasformazione dedicati all'impianto BESS della società ALFI ENERGY e uno stallo di arrivo cavo a servizio dell'impianto agrivoltaico di IREN GREEN GENERATION TECH S.R.L.

4.1.4 **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 mm²

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in s

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

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

Θ_i = temperatura iniziale in °C (20 °C)

Θ_f = temperatura finale in °C (300 °C)

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

I_g [kA]	S <i>teorica</i> [mm ²]	S <i>scelta</i> [mm ²]
40	120	120

In alternativa, tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 120 mm².


4.1.5 **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 E della Norma CEI 99-3.

4.1.6 **Stallo in stazione di rete esistente**


Nella nuova stazione denominata "BANDO" sarà realizzato uno stallo nella sezione a 132 kV della suddetta stazione elettrica, la cui consistenza è del tutto simile a quella dello stallo di partenza, considerando però che la sezione a 132 kV presenta un sistema in doppia sbarra, per cui si avrà:

- 2 sezionatori verticali di sbarra
- 1 interruttore tripolare
- 3 Trasformatori di corrente
- 3 trasformatori di tensione

	<p>ID Documento Committente</p> <p>CoD_098_FV_00088_BGR_R00A</p>	Pagina 41 / 60
		Numero Revisione
		00

- 1 sezionatore orizzontale
- 3 scaricatori di tensione
- 3 terminali cavo AT

Il tutto secondo gli standard costruttivi di TERNA.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 42 / 60
		Numero Revisione
		00

4.2 Progetto dell'elettrodotto (opere comuni)

4.2.1 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 di circa 1600 mm².

4.2.2 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.

4.2.3 Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo

Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la potenza totale delle iniziative che condividono la stazione, di circa 205MW, con un certo margine per eventuali ulteriori iniziative ricevibile dallo stallo in stazione di rete.

Considerando un funzionamento a $\cos \varphi$ pari a 0.95, si ha:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi} = 945 \text{ A}$$


Per il cavo di sezione pari a 1600 mm² e per le condizioni standard di posa, considerando una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W si ha un valore di portata pari a circa 1000 A, pertanto ampiamente idonea anche in previsione di futuri ampliamenti della stazione di utenza.

Le caratteristiche elettriche principali del collegamento.

Frequenza nominale	50	Hz
Tensione nominale	132	kV
Potenza nominale da collegare	205	MW
Intensità di corrente nominale (per fase)	945	A
Intensità di corrente massima ammessa nelle condizioni di posa	1000	A

4.2.4 Composizione del collegamento

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

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 43 / 60
		Numero Revisione
		00

- n. 3 conduttori di energia;
- n. 6 terminali cavo per esterno;
- n. 2 buche giunti;
- n. 1 sistema di telecomunicazioni.

4.2.5 **Modalità di posa e di attraversamento**

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.6 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'.

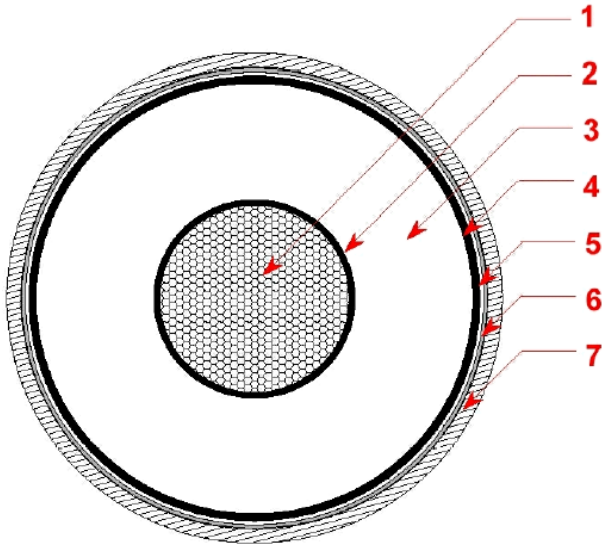
Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

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.

4.2.6 **Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia**

Ciascun cavo d'energia a 132 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione pari a 1600 mm² 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 alluminio longitudinalmente saldata (6), rivestimento in polietilene 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	1600 mm ²
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

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

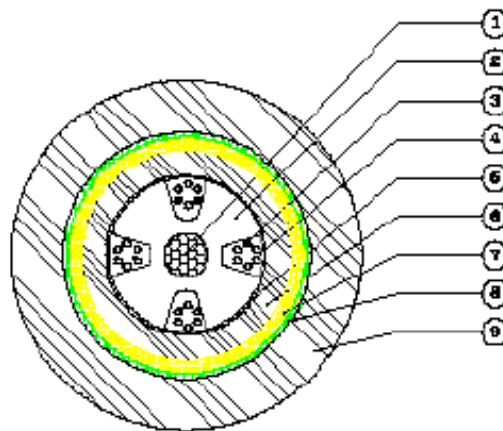
Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	"Cross bonding" o "single point bonding"
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna a trifoglio
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 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

4.2.7 **Sistema di telecomunicazioni**

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati 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 - Intesa metallica in materiale plastico
- 3 - Fibra ottica
- 4 - Integrazione
- 5 - Fasciatura con nastri sintetici
- 6 - Conina di polietilene nero
- 7 - Filati aramidici
- 8 - Fasciatura con nastri sintetici
- 9 - Conina di polietilene nero

Cavo ottico a 24 fibre TOS4 24 4(6SMR)

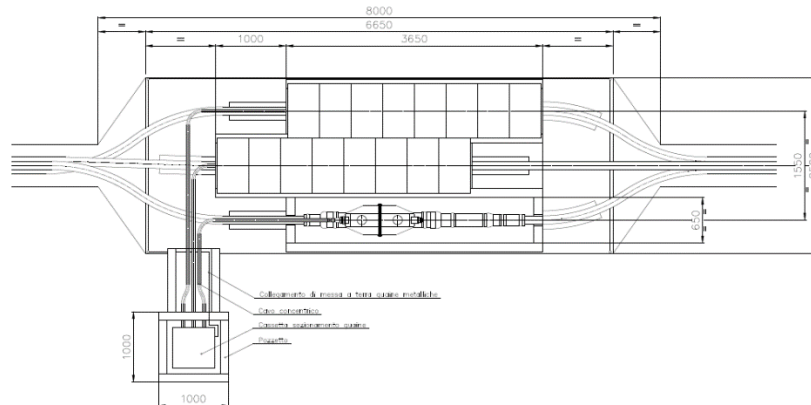
Diametro esterno 13.5 mm

Peso 130 kg/km

Schema cavo fibra ottica (F.O.)

4.2.8 Giunti di transizione XLPE/XLPE

La fornitura del cavo avverrà in bobine con pezzatura variabile; poiché l'elettrodotto interrato avrà una lunghezza di circa 1050 m si prevede l'esecuzione in 2 pezzature. Vedi figura seguente:



Posa in camera giunti (vista in pianta) del cavo a 132 kV (misure in mm)

4.2.9 Descrizione del tracciato


Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato, quale risulta dalla corografia allegata, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n° 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Il progetto prevede una linea elettrica interrata di circa 1050 metri. A partire dalla stazione di condivisione, si immette in via Portoni Bandissolo che percorre in direzione Sud Est fino a connettersi infine alla sbarra a 132 kV della stazione elettrica denominata "BANDO". Il tracciato si sviluppa pertanto su sede sterrata in aree totalmente agricole.

4.2.10 Provincia e comune interessato

Il tracciato del suddetto cavo interrato a 132 kV si estende nel comune di Portomaggiore, provincia di Ferrara, su terreno agricolo e strade comunali.

4.2.11 Aree impegnate e fasce di rispetto

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 48 / 60
		Numero Revisione
		00

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, per il cavo interrato, esse hanno un'ampiezza di 3 m per parte dall'asse linea.

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 5 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 nell'elaborato specifico contengono le informazioni circa l'estensione di tali fasce.

4.2.12 **RUMORE**

L'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 49 / 60
		Numero Revisione
		00

4.3 REALIZZAZIONE DELL'OPERA

4.3.1 *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.

4.3.2 *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.

4.3.3 *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.

4.3.4 *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).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 50 / 60
		Numero Revisione
		00

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.

4.3.5 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.

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.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 51 / 60
		Numero Revisione
		00

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.

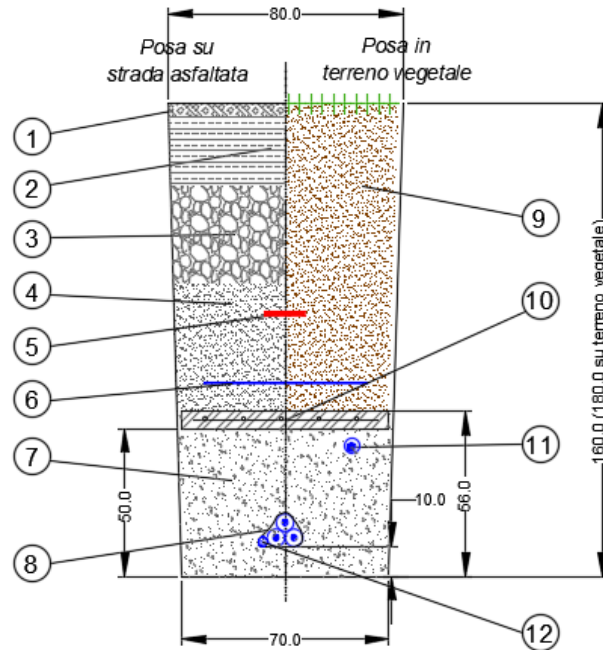
Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

4.3.6 **Sicurezza nei cantieri**

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D. Lgs. 81/08, 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.

4.4 SCHEMI TIPICI

4.4.1 Sezione di posa

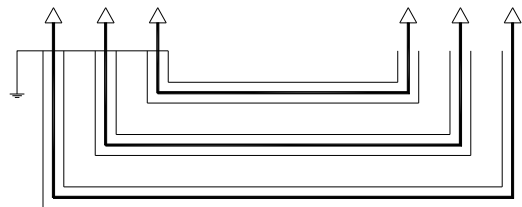


- scala 1: 20 -

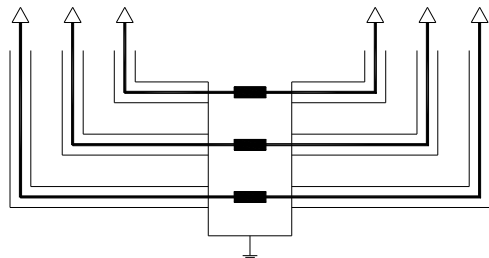
- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 - Tappetino di usura * | 7 - Cemento Mortar |
| 2 - Binder di sottofondo * | 8 - Cavi XLPE a 150 kV disposti a trifoglio |
| 3 - Conglomerato cementizio * | 9 - Terreno vegetale |
| 4 - Materiale di riempimento * | 10 - Lastra di protezione in c.a.v |
| 5 - Nastro di segnalazione in PVC | 11 - Monotubo pehd - Ø 50 per Cavi di Servizio (Cavo fibra ottica) |
| 6 - Rete in PVC | 12 - Cavo di terra |

* = come prescritto da Amministrazione proprietaria della strada

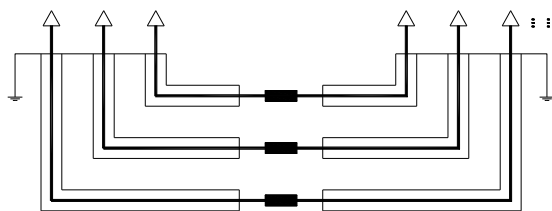
4.4.2 Schema di connessione delle guaine metalliche



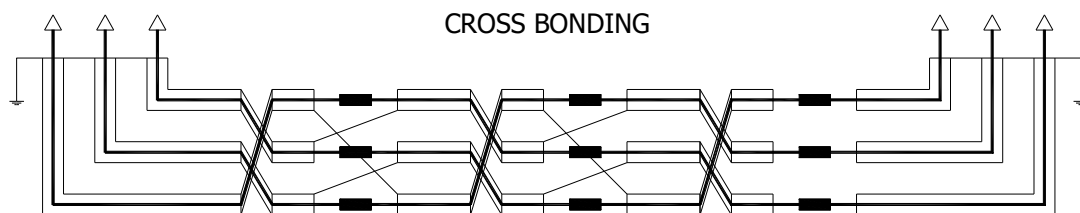
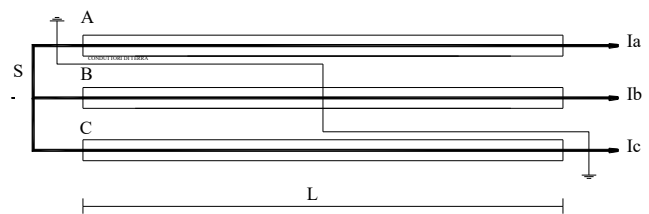
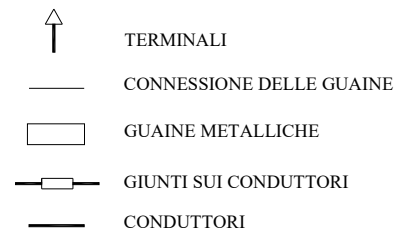
SINGLE POINT BONDING



SINGLE POINT BONDING



BOTH ENDS BONDING



CROSS BONDING

5 CAMPI ELETTROMAGNETICI DELLE OPERE CONNESSE

5.1 Stazione elettrica d'utenza

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 e fabbricati).

I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in corrispondenza delle apparecchiature AT a 132 kV con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 10 m di distanza da queste ultime.

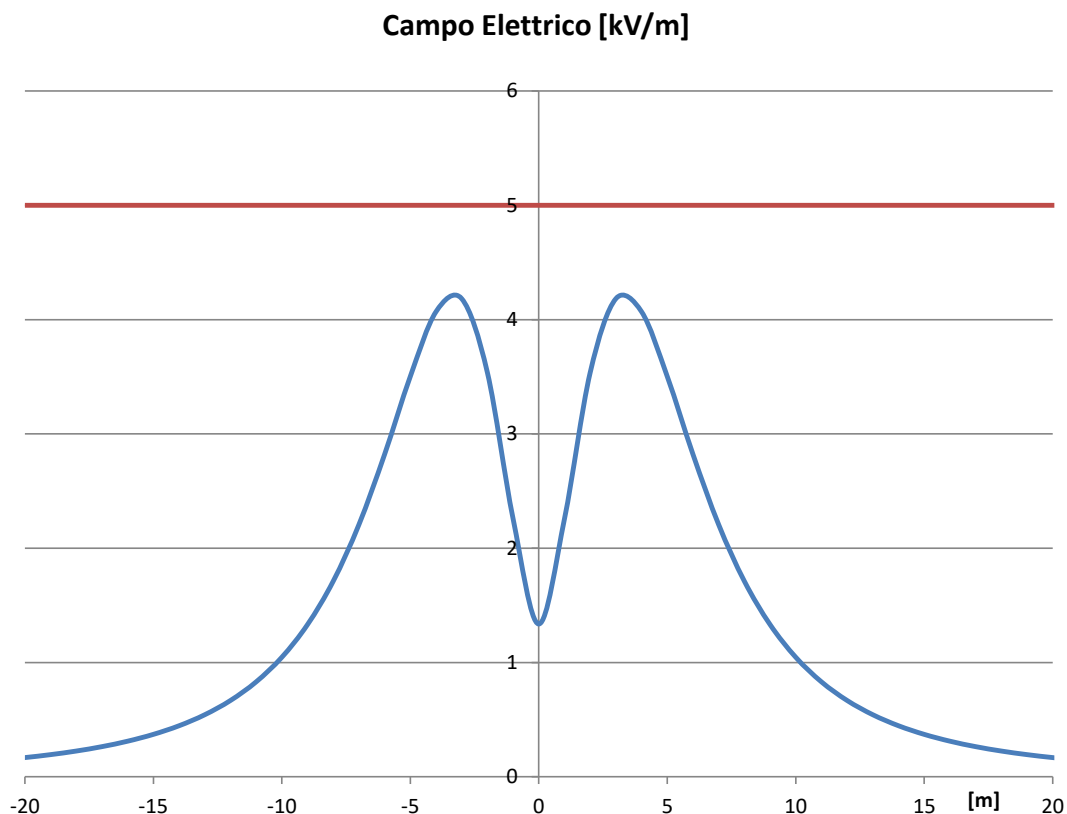


Figura 13: *Campo elettrico al suolo generato dal sistema di sbarre a 132 kV*

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle via 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 4 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

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

A titolo orientativo nel seguito si riporta il profilo di campo magnetico dovuto ad un sistema trifase con caratteristiche e disposizione dei conduttori analoghe a quelle dei condotti sbarre presenti in stazione, considerando una corrente massima di 2000 A pari alla corrente massima sopportabile dalle sbarre stesse. Nella seguente figura è riportata la geometria di un sistema trifase con disposizione dei conduttori assimilabile a quella delle sbarre della stazione d'utenza.

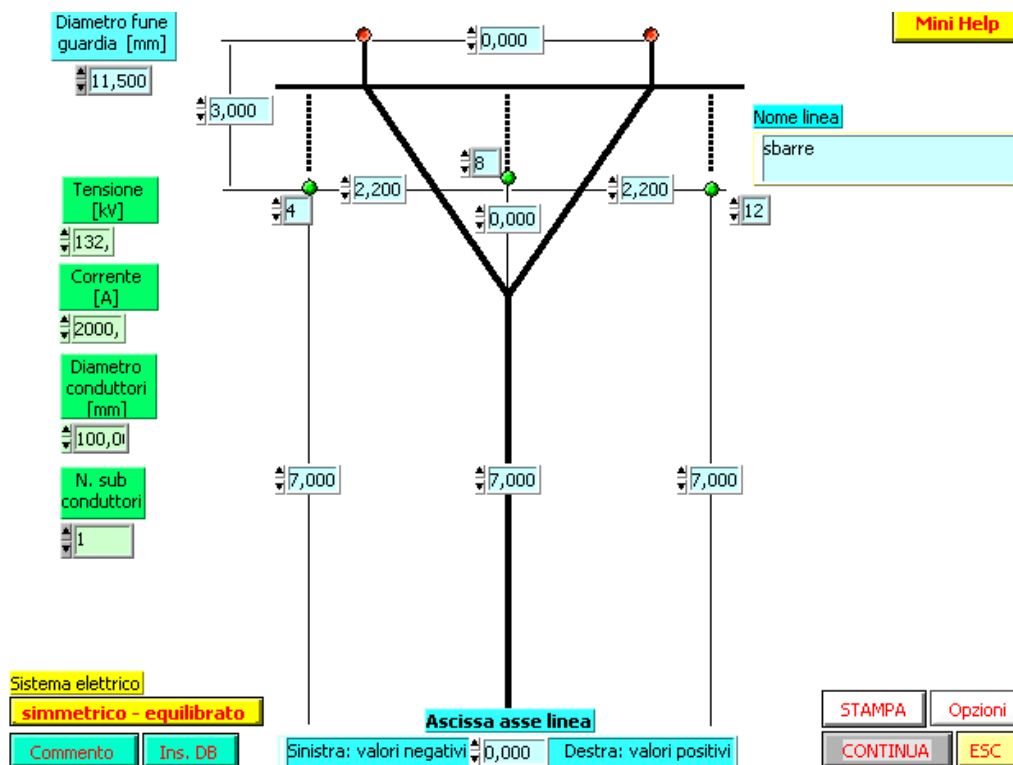


Figura14: *Linea AT con disposizione conduttori in piano assimilabile ad un sistema semplice sbarra a 132/150 kV*

Con conduttori percorsi da una terna trifase equilibrata di correnti di 2000 A (corrente max sopportabile dalle sbarre), estremamente cautelativa rispetto alla max corrente reale, si ha un andamento di campo magnetico come riportato nella figura seguente.

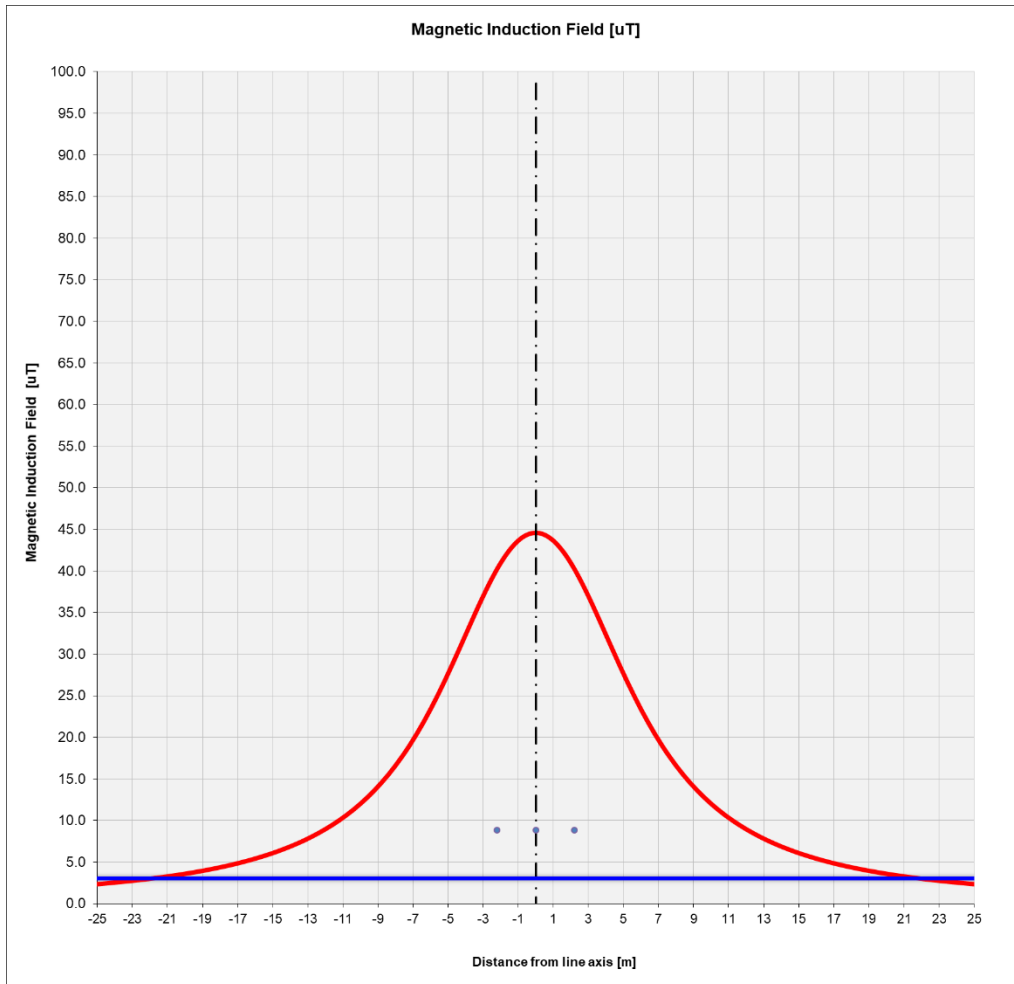



Figura 15: *Andamento del campo di induzione magnetica per $I = 2000 A$*

Si può notare che ad una distanza di circa 22 m dall'asse del sistema di sbarre l'induzione magnetico è inferiore al valore di 3 microT.

Data la localizzazione della stazione, non si rilevano recettori sensibili a distanze inferiori a quella sopra calcolata.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00088_BGR_R00A	Pagina 57 / 60
		Numero Revisione
		00

5.2 Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione

La stazione di utenza è collegata alla stazione di rete 380/132/36 kV "BANDO" mediante linea trifase in cavo interrato a 132 kV, della lunghezza di circa 1050 m, costituita da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a 1600 mm² tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.

Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la portata massima: adottando la posa dei cavi a trifoglio ad una profondità di 1,6 m e considerando una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W, il valore di portata è pari a circa **1000 A**, valore adottato per il calcolo. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

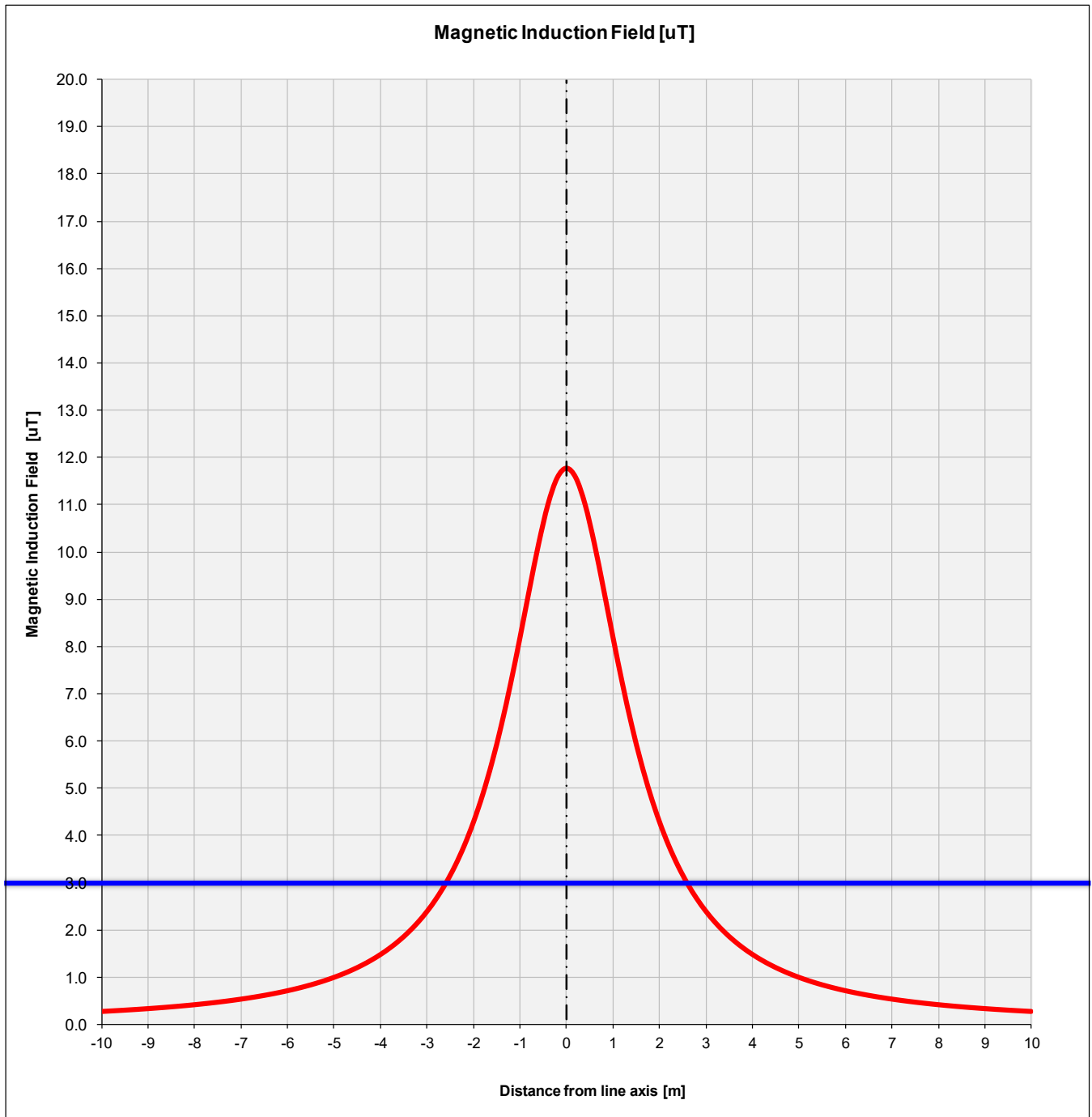


Figura 16: *Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT calcolata a livello del suolo*

Come mostrato in Figura 2, il limite di 3 microT al suolo si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 2,6-2,7 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.

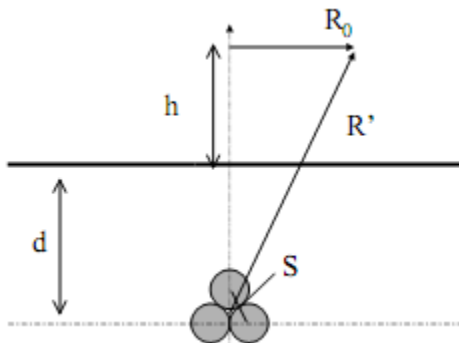
Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

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:

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

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:

$S = 0.11 \text{ m}$ (uguale al diametro esterno del cavo pari a 110 mm)

$I = 1000 \text{ A}$

Si ottiene:

$R' = 2.999 \text{ m}$

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

Tale valore è ulteriormente confermato dal calcolo numerico, che fornisce la curva isolivello a 3 microT riportata nella seguente figura.

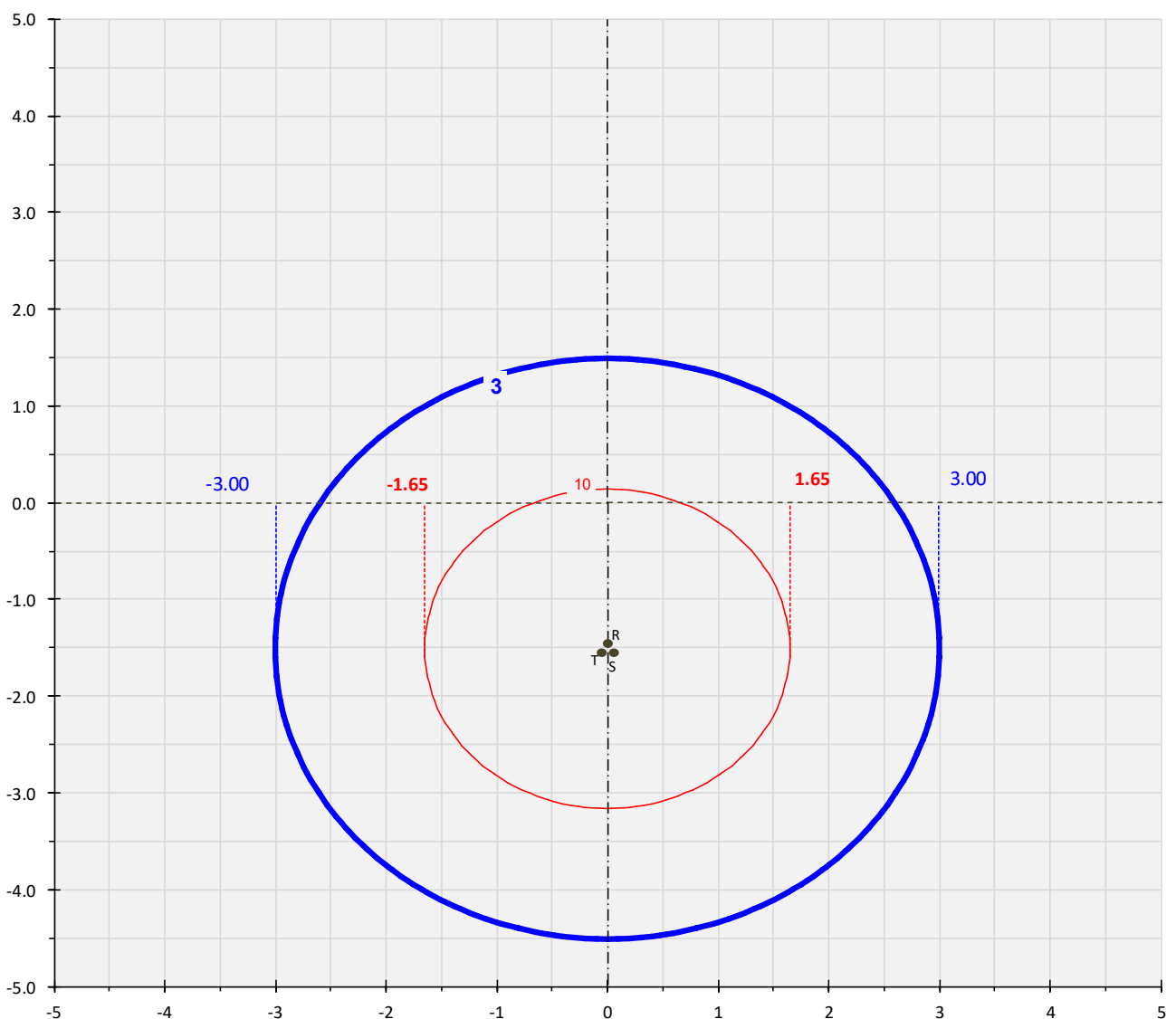


Figura 17: *Curve isolivello dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT*