

PARCO EOLICO IMPERIA MONTI MORO, GUARDIABELLA

Il Committente:



Sede Legale:

via Aldo Moro n. 28
25043, Breno (BS)
P.IVA e C.F. 04324170986

Oggetto:

CONNESSIONE ELETTRICA

Titolo:

RELAZIONE TECNICA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

Il Progettista



Ing. Silvio Mario Bauducco

Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
04/2023	SMB	Emissione	04/2023	SMB	04/2023	SMB

SCALA - N.A.

APRILE 2023

Commessa

Tip. impianto

Fase Progetto

Disciplina

Tip. Doc

Titolo

N. Elab

REV

22109

EO

DE

EL

R

05

0002

A

PROGETTAZIONE EDILE, AMBIENTALE, STRUTTURALE ED IMPIANTISTICA A CURA DI:

I Tecnici:

Coord. gruppo di progettazione
Ing. Silvio Mario Bauducco

Collaboratori

Geom. Benzoni Manuel
Per. Ind. Biasin Emanuele
Ing. Occhiuto Felice
Arch. Ostino Paolo
Arch. Pelleri Martina

BAUTEL S.R.L.

Sede Amministrativa via Maroncelli, 23 10024 Moncalieri (TO)
tel 011.6052113 - 011.6059915 e-mail: amministrazione@bautel.it
Sede operativa Torino - via Maroncelli, 23 10024 Moncalieri (TO)
Sede operativa Genova - via Banderalli, 2/4 16121 Genova (GE)

File: testalini relazioni.dwg

INDICE

1. PREMESSA	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	8
3. PROGETTO	10
4. ORARI DI ATTIVITÀ E PRESENZA DI PERSONALE	14
5. CALCOLO DPA	15
5.1. Aerogeneratore	15
5.2. Elettrodotti a 36 KV	16
5.3. Stallo a 132 Kv sottostazione utente	18
5.4. Elettrodotto a 132 KV	19

1. PREMESSA

La presente relazione riguarda la verifica del rispetto dei parametri di inquinamento elettromagnetico imposti dalla normativa vigente per l'impianto eolico previsto al di sotto dei crinali montani afferenti ai Monti Guardiabella, Monte Faudo e Monte Moro collocati nei territori comunali di Aurigo, Borgomaro, Castellaro, Cipressa, Dolcedo, Pietrabruna, Pieve di Teco, Prelà e Rezzo.

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (art. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al D.M. 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti).

Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati.

Al fine di facilitare la lettura della presente relazione si richiamano le seguenti definizioni:

Fascia di rispetto: Spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica \geq all'obiettivo di qualità (3 μ T), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h) giornaliere.

In particolare, dalla presente relazione è possibile individuare lo studio e valutare analiticamente l'intensità dei campi elettromagnetici emessi da:

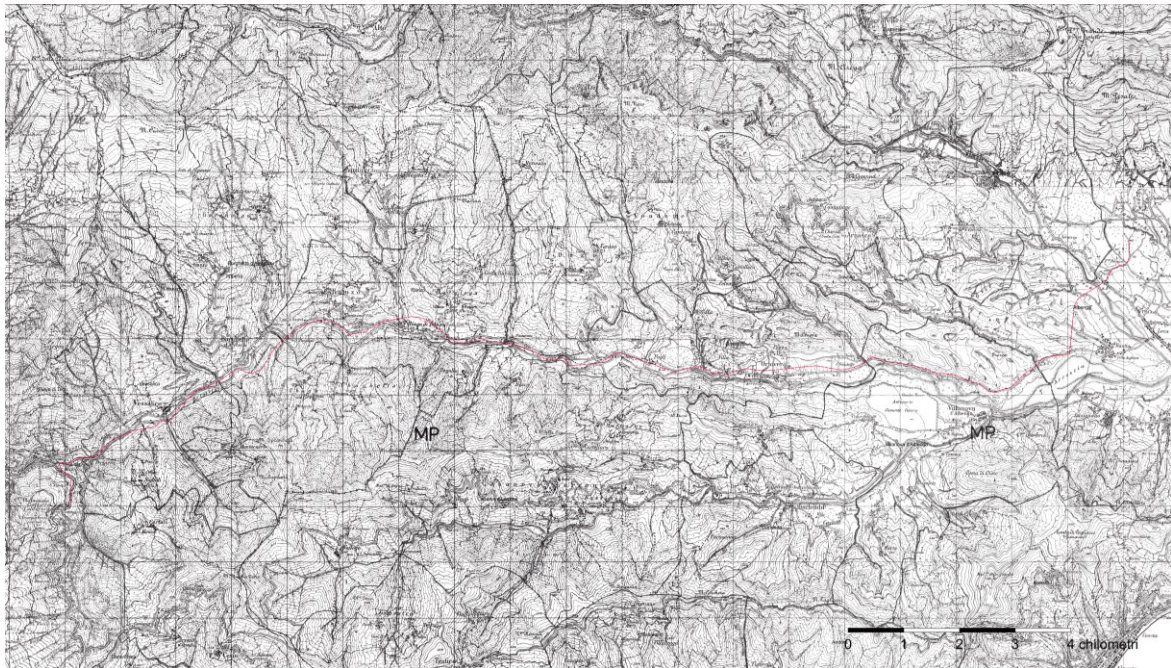
- Aerogeneratori;
- linee in media tensione (MT) a 36K interrata che, su 4 dorsali, dalle turbine vano alla sottostazione di trasformazione;
- Stallo sottostazione MT / AT;
- Linea interrata in alta tensione a 132K che dalla sottostazione va al punto di consegna

Si evidenzia che gli aerogeneratori trasformano già nella navicella la tensione innalzandola a 36KV; pertanto, il percorso di connessione tra le turbine (suddivise in 10 gruppi) e la sottostazione (suddivisa in due sezioni di elevazione) è composto da una condotta per ogni dorsale (una dorsale per ognuno dei 10 gruppi di aerogeneratori) senza interposizione di altri elementi.

Il percorso dei cavidotti è quello che permette l'accesso alle varie turbine:



Percorso cavo interrato a 132 K



— Tracciato connessione



— Connessione elettrica

— Viabilità interna

Il tracciato della linea elettrica di connessione con lo stallo presso la centrale Terna è completamente interrato ed è tipologicamente uniforme, dal punto di vista della composizione elettrica.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito si riporta un elenco a titolo indicativo e non esaustivo dei principali riferimenti normativi in materia.

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- DPCM 8 luglio 2003 n.199 “Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 1000 kHz e 300GHz”.
- DPCM 8 luglio 2003 n.200 “Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”.
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”.
- DM 29 maggio 2008, GU n. 153 del 2 luglio 2008, “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica”.
- CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I”.
- CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”
- CEI R014-001 “Guida per la valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza”
- Norma CEI 211-6 : guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 KHz, con riferimento all’esposizione umana (per la valutazione alle basse frequenze, 01/2001);
- Norma CEI 211-4: guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche (07/1996);
- D.lgs n.81 del 9 Aprile 2008 Titolo VIII “ Agenti fisici” Capo IV: Campi elettromagnetici Recepimento della direttiva europea 2004/40/CE
- Decreto del Ministero dell’Ambiente del 29/05/2008 : approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli



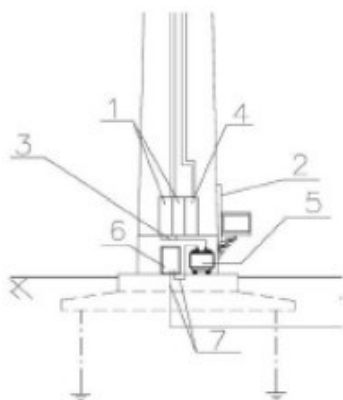
elettrodotti.

- Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29/05/2008 : approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica.

3. PROGETTO

L'impianto servito dal tratto di connessione in esame è costituito da 32 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2MW previsti al di sotto dei crinali montani che da Picco Ritto raggiungono Monte Guardiabella per poi proseguire da Monte le Ciazze fino a croce Mermellina e scendere a Monte Arbozzaro, o dell'Olmo, passando per il passo del Maro, Monte Moro e Monte Croce, e in ultimo da Monte Follia saranno interessati i crinali montani che giungono fino a Monte Pian delle Vigne, collocati nei territori comunali di Aurigo, Borgomaro, Castellaro, Cipressa, Dolcedo, Pietrabruna, Pieve di Tecco, Prelà e Rezzo.

Aerogeneratori



1. Quadri elettrici del generatore
2. Porta di accesso
3. Cavi BT
4. Quadro di controllo
5. Trasformatore BT/MT
6. Celle MT
7. Cavi MT

Come possibile vedere dalla soprastante immagine, ogni aerogeneratore è solitamente composto da specifiche componenti elettriche poste all'interno dello stesso.

Le previste turbine eoliche V162 (aventi 125 m di altezza al mozzo e 162 m di diametro), a differenza di quanto sopra rappresentato, hanno la possibilità di ospitare il trasformatore, che porta la tensione a 36KV, all'interno della navicella posta in sommità al fusto. Con una serie di entra esci sulle turbine, gestite da celle di protezione e sezionamento poste entro la base delle stesse, si raccoglie la produzione elettrica su 10 distinti gruppi di turbine.

Da ogni gruppo di turbine è prevista la partenza DI un circuito tripolare che giunge fino alla sottostazione di elevazione mediante posa di in un apposito e dedicato cavidotto interrato. Il tracciato di collegamento, nella sua massima ampiezza, sarà costituito da n. 10 tubi di diametro pari a circa 250 mm, uno per gruppo di aerogeneratori, fino alla

sottostazione elettrica di innalzamento.

La sottostazione sarà collocata nei pressi dell'aerogeneratore 01, ovvero al di sotto del crinale del Guardiabella, che benchè si presenti come una area acclive, da analisi dei territori limitrofi, è risultata essere la più idonea alla sua collocazione. La turbina n. 32, ovvero la più distante, dista circa 26 km di tracciato dalla sottostazione elettrica.

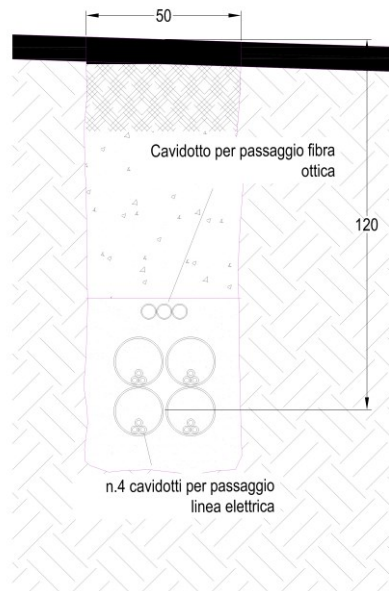
La sottostazione è appositamente realizzata per far convergere i cavi di collegamento con le turbine (per gruppi) ed innalzare a 132KV la tensione, su due specifiche sezioni di elevazione parallelate sul lato AT, così da poter trasportare l'energia, mediante un condotto unico interrato in alta tensione, al punto di consegna, previsto nel comune di Albenga, senza troppe dispersioni.

Il condotto di connessione in alta tensione tra il punto di consegna (stallo condiviso su stazione AT Terna) e la stazione di innalzamento ha una lunghezza complessiva di circa 28,6 km ed è sia interrato, sulla strada, che posto in apposito sostegno in attraversamento ai ponti. Si rimanda alla tavola grafica per una migliore comprensione della protezione e profondità di posa del cavo di alta tensione.

Di seguito si riportano gli schemi di posa interrati dei cavi a 36KV e a 132KV. Si prevede in aggiunta ai condotti di potenza sopra descritti, lungo tutto il tracciato, un tritubo per il passaggio della fibra ottica di connessione tra gli aerogeneratori, la sottostazione ed il punto di consegna.

SEZIONE TIPICA POSA ELETTRODOTTI 36 KV

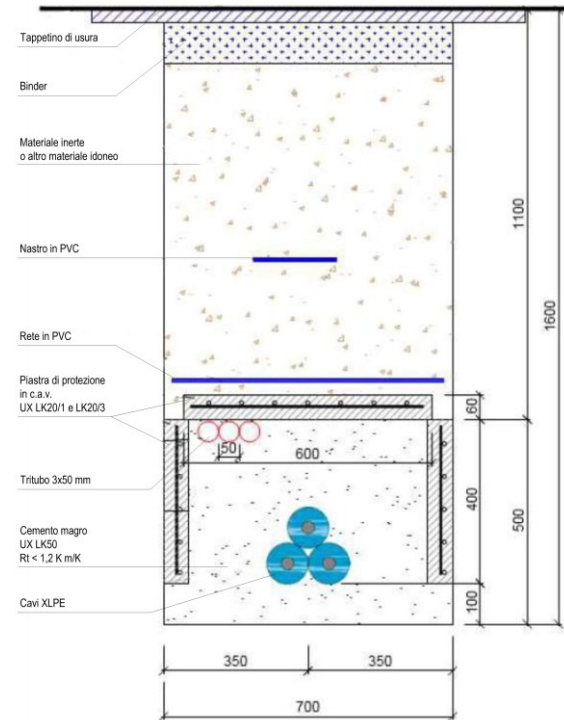
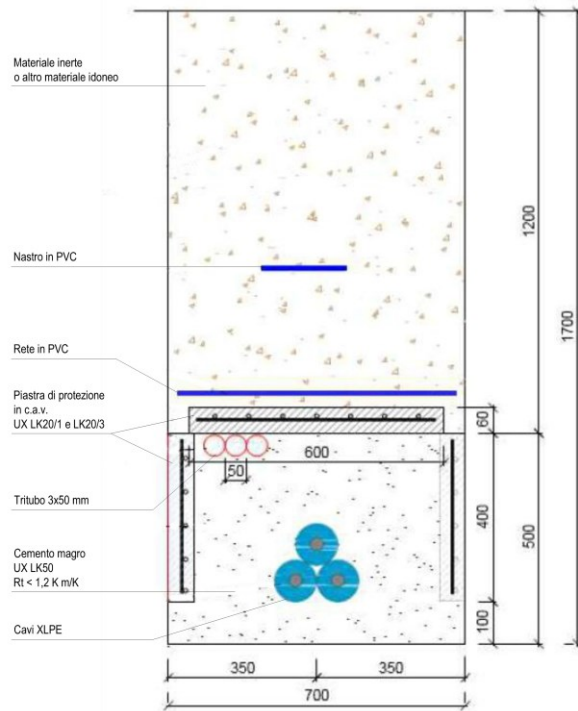
Sezione alla massima quantità di cavidotti



SEZIONI TIPICHE POSA ELETTRODOTTO 132 KV

In terreno agricolo

Su sede stradale



4. ORARI DI ATTIVITÀ E PRESENZA DI PERSONALE

L'impianto eolico ha un funzionamento che dipende dal vento presente sul sito. Dalle prime valutazioni si ritiene che abbia un funzionamento di 2700 h equivalenti all'anno.

Dalle statistiche sul vento risulta che i mesi con minor funzionamento sono il periodo invernale ed il periodo di luglio agosto.

L'impianto in progetto verrà telecontrollato a distanza e non richiede presenza costante di personale negli edifici durante il normale funzionamento.

I locali tecnici dell'impianto saranno non presidiati, e con presenza umana limitata ai brevi tempi necessari per l'effettuazione di controlli, le verifiche, ispezioni e manovre impianti delle apparecchiature elettromeccaniche, le quali saranno conformi alle normative in vigore in termini di protezione ed emissione di campi elettromagnetici. Non saranno presenti apparecchiature che introducono problematiche particolari in termini di emissione di onde elettromagnetiche e/o radiazioni non ionizzanti.

Il personale sarà presente solo saltuariamente per controlli e quindi con permanenze limitate e prevalentemente inferiori alle quattro ore, oppure per manutenzione straordinaria o programmata con permanenze sicuramente superiori alle quattro ore.

La manutenzione che potrebbe esporre il personale a campi elettromagnetici riguarda la stazione di smistamento del gestore. Nella quasi totalità dei casi la manutenzione avviene fuori servizio e con gli impianti in sicurezza, quindi in assenza di tensione e corrente e quindi anche in assenza di campi elettromagnetici.

In conclusione, per quanto sopra esposto, la presenza di persone nell'impianto non le espone a rischi specifici.

5. CALCOLO DPA

5.1. Aerogeneratore

I componenti principali dell'aerogeneratore in cui si ha emissione di campi elettromagnetici sono i seguenti:

- il generatore elettrico;
- le linee di connessione a MT a 36kV dalla navicella fino al quadro MT a base torre;

Nella valutazione del campo magnetico si considera il cavidotto di collegamento al generatore elettrico, nell' ipotesi che questo sia attraversato dalla corrente in condizioni di massima potenza calcolata con la seguente formula:

$$I = P: (\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi)$$

La corrente di carico massimo, approssimata a favore della sicurezza, risulta pari a 110 A. Considerando i conduttori sulla parete del sostegno dell'aerogeneratore, il campo generato si può calcolare con la relazione ottenuta dalla norma CEI 116- 11 e valida per una terna di conduttori disposti in piano o in verticale (a bandiera) con distanza tra i conduttori adiacenti pari a S [m], percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A], l'induzione magnetica B [μ T] in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, con R maggiore di S, è data dalla seguente equazione:

$$B = 0.2 \cdot \sqrt{3} \cdot (S \cdot I / R^2)$$

Dalla relazione si può calcolare la distanza R corrispondente ad un valore di B pari a 3 μ T (soglia obiettivo di qualità D.P.C.M. 8 luglio 2003).

$$R = 0,34 \sqrt{(S \cdot I)}$$

Assumendo S pari a 0,1m, quindi risulta, $R = 0,34 \sqrt{(0,1 \cdot 110)} = 1,13$ m. Viene quindi assunta una:

Distanza DPA 1,5 m (misurata a partire dalle pareti esterne della torre).

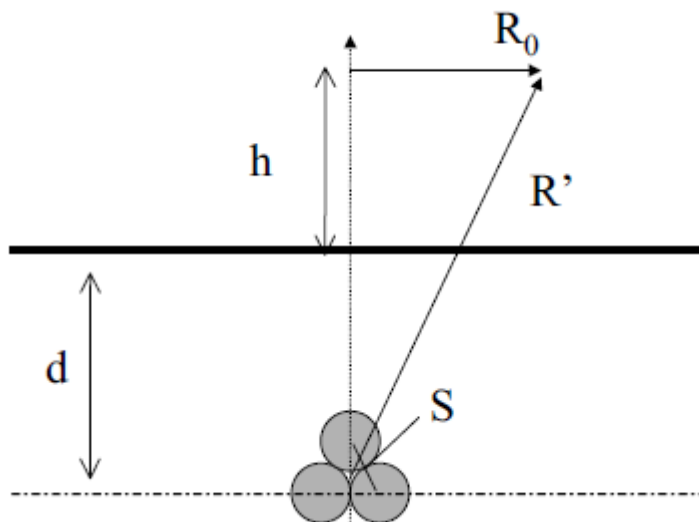
5.2. Elettrodotti a 36 KV

Il progetto prevede la realizzazione di cavidotti interrati con posa in opera di singole terne di cavi con disposizione a trifoglio, aventi sezione (scelta cautelativa tra quelle in progetto) di 300 mm².

Lo scavo avrà larghezza di circa 0.5 m e profondità di circa 1.2 m come rappresentato nel particolare di posa - SEZIONE TIPICA POSA ELETTRODOTTI 36 KV

Le condutture MT saranno realizzate mediante l'uso cavo tipo RG7H1-M1 o similare migliore, isolamento 18/30kV, cavo con conduttore in rame, unipolare, isolato con elastomero speciale in gomma, schermato a fili di rame e provvisto di una robusta guaina di XLPE

La norma CEI 106-11 permette di determinare la distanza R_0 dall'asse della linea al livello del suolo ($h = 0$) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto di un valore prefissato ($3 \mu\text{T}$), secondo il seguente schema di principio:



In accordo con la norma CEI 106-11, per la posa in questione, con singola terna di cavi all'interno del cavidotto, si procede applicando la formula semplificata per il calcolo diretto della distanza R_0 dall'asse della linea al livello del suolo ($h=0$) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore di $3 \mu\text{T}$.

La formula semplificata per il calcolo diretto della distanza R_0 dall'asse della linea al livello del suolo ($h=0$) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore di $3 \mu\text{T}$ è

la seguente equazione:

$$R_0 = \sqrt{(0,082 \cdot S \cdot I - d^2)}$$

Tenuto conto delle caratteristiche e delle condizioni di posa dei cavidotti, assumendo cautelativamente la quota di installazione di pari a -1m, e dei seguenti valori relativi alle condizioni nominali di funzionamento dei cavidotti, si ottengono i risultati sotto riassunti dove si riporta anche la DPA approssimata al mezzo metro successivo per ciascun cavidotto.

Cavo	RG7H1-M1
Composizione	3x(1x300mmq)
Carico massimo di progetto	550 A
Parametro S (m)	0.045 m
Parametro d (m)	1.0 m
Parametro R ₀ (m)	0.99 m

Viene quindi assunta una:

Distanza DPA 1 m

5.3. Stallo a 132 Kv sottostazione utente

Analogamente alle linee elettriche anche nel caso delle cabine primarie e stazioni lo spazio definito da tutti i punti caratterizzati da valori di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità definisce attorno a tali impianti un volume.

La superficie definibile da questo volume delimita la fascia di rispetto.

In particolare, nel caso in oggetto, per una terna di conduttori disposti in piano con una corrente di esercizio (stallo linea) pari a 1250 A (cautelativi, impianto a sezioni parallelate) ed una distanza S tra le fasi AT pari a 2,2 m, la distanza d dal baricentro delle sbarre, a cui corrisponde un campo di $3 \mu\text{T}$, si può calcolare con la formula che segue (norma CEI 106.11):

$$d = 0,34 \sqrt{(S \cdot I)}$$

Dalla quale si ricava una distanza d pari a 17 m.

Viene quindi assunta una:

Distanza DPA _____ 17 m

Nel caso specifico la DPA risulta maggiore della distanza tra il sistema di sbarre AT e il perimetro della sottostazione.

Per tale motivo sarà possibile prevedere una recinzione di secondo livello attorno alla naturale sede della sottostazione, a impedire l'accesso entro i limiti della DPA individuata qualora necessario.

5.4. Elettrodotto a 132 KV

Il progetto prevede la realizzazione di una conduttura interrata con posa in opera di una singola terna di cavi con disposizione a trifoglio, aventi sezione di 1600 mm².

Per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29/05/08 "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche" si deve considerare la portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata e, nel caso in esame di cavi a 132 kV con sezione di 1600mm², per un trasporto di potenza di 124 MW, si considera un valore di corrente arrotondato pari a 1000 A.

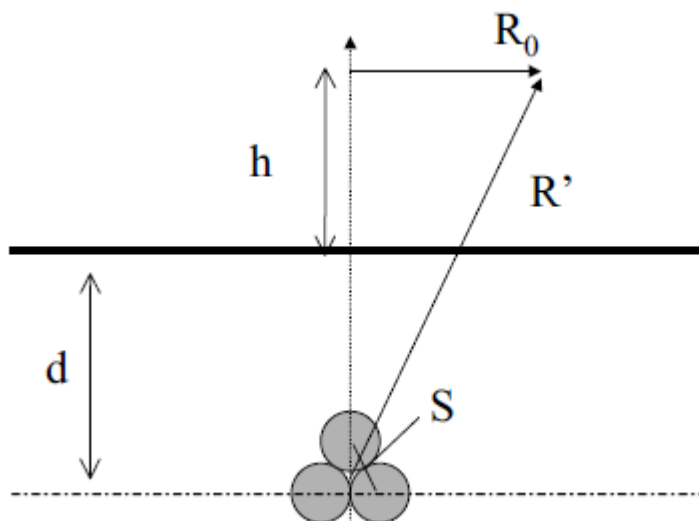
Lo scavo avrà larghezza di circa 0.7 m e profondità di circa 1.6 m come rappresentato nel particolare di posa - SEZIONE TIPICA POSA ELETTRORODOTTO 132 KV

Le condutture AT saranno realizzate mediante l'uso cavo tipo ARE4H1H5E o similare migliore, isolamento 87/150kV, unipolare, Il conduttore è in alluminio a corda rigida rotonda compatta tamponata di cui alla norma CEI 20-29.

Tra il conduttore e l'isolante è interposto uno strato di semiconduttore estruso, con eventuale fasciatura semiconduttiva.

L'isolante è in polietilene reticolato (XLPE) rispondente alle HD 632 S1.

La norma CEI 106-11 permette di determinare la distanza R₀ dall'asse della linea al livello del suolo (h = 0) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto di un valore prefissato (3 μT), secondo il seguente schema di principio:



La formula semplificata per il calcolo diretto della distanza R_0 dall'asse della linea al livello del suolo ($h=0$) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore di $3 \mu\text{T}$ è la seguente equazione:

$$R_0 = \sqrt{(0,082 \cdot S \cdot I - d^2)}$$

Applicando la formula indicata nella norma CEI 106-11 per il calcolo della distanza da terne di cavi unipolari interrati posati a trifoglio oltre la quale la distanza è inferiore all'obiettivo di qualità per il caso considerato, $S = 0,25 \text{ m}$ e $d=1,15 \text{ m}$ (equivalente alla profondità di posa di $1,2 \text{ m}$), si ottengono i risultati sotto riassunti dove si riporta anche la DPA approssimata al mezzo metro successivo per ciascun cavidotto.

Cavo	ARE4H1H5E
Composizione	3x(1x1600mmq)
Carico massimo di progetto	1000 A
Parametro S (m)	0.25 m
Parametro d (m)	1.15 m
Parametro R_0 (m)	2.63 m

Viene quindi assunta una:

Distanza DPA 3 m