

SARDEOLICA S.r.l.

Sesta Strada Ovest - Z.I. Macchiareddu I-09068 Uta (CA)

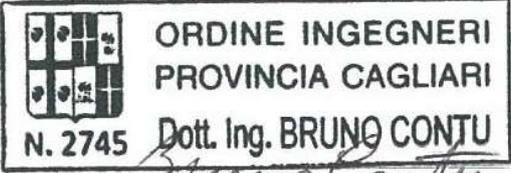
Società del gruppo SARAS

REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO "ONANIE" NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI ONANI' (NU)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



STUDIO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

ALLEGATO F.INT	Id. elaborato: SIA-ALL-F	Coordinamento: Dott. Ing. Bruno Contu  <i>Bruno Contu</i>
Rev.	Data	
0	Settembre 2020	
1	Marzo 2022	
Il Committente: 		A cura di: Ing. Gabriele Lecca  <i>Gabriele Lecca</i>
Elaborazione S.I.A.:  ECOS S.R.L. Via Meucci 11a, 09131 CAGLIARI Tel. 07044805 - Fax 0704526095 http://www.ecos-srl.com e-mail: ecos@ecos-srl.com		

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. CAMPI ELETTRICI E CAMPI MAGNETICI A BASSA FREQUENZA (ELF)	2
2.1. Definizioni e unità di misura	2
2.2. Aspetti normativi	3
2.3. Le linee elettriche	5
3. CALCOLO E VERIFICA DEI CAMPI ELF EMESSI DALLA LINEA INTERRATA IN ESAME	6
3.1. Il Parco eolico <i>Onanie</i>	7
3.2. Sorgenti di inquinamento elettromagnetico del Parco eolico	7
3.3. Condizioni di carico e ipotesi di calcolo	8
3.4. Fasce di rispetto per la sottostazione	10
3.5. Effetti cumulativi con linee e impianti elettrici esistenti	12
3.6. Risultati del calcolo e conclusioni	13

ALLEGATI:

All.1 - Schede calcolo CEM

All.2 - Schemi di posa con fasce di rispetto e DPA

All.3 - Schede tecniche cavi AT e MT

Tavv. 20. A e 20.b – Campi elettromagnetici: schema cavidotto e individuazione dei potenziali recettori



0. PREMESSA

La presente relazione costituisce la revisione 1 dello Studio dei campi elettromagnetici elaborato nel 2020. La revisione si è resa necessaria a seguito delle richieste di integrazioni da parte del Ministero della Transizione Ecologica, formulate con nota del Prot. 0117347 del 28/10/2021, e di alcune modifiche progettuali sopravvenute. Tali modifiche riguardano in particolare l'aumento della potenza nominale degli aerogeneratori da 5,6 a 6,2 MW, che ha comportato conseguentemente un incremento della sezione dei cavi per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dall'area degli aerogeneratori alla sottostazione elettrica.

1. INTRODUZIONE

L'aumento, negli ultimi anni, dell'esposizione umana ai campi magnetici, elettrici ed elettromagnetici ha portato il mondo scientifico a porsi il problema delle possibili conseguenze dannose, soprattutto per quanto riguarda i campi a frequenza industriale.

Questo perché in tempi molto ridotti si è avuto un aumento esponenziale della produzione dei campi elettrici e magnetici a frequenze estremamente basse (50 Hz) di origine artificiale, dovuti quasi esclusivamente alla generazione, alla trasmissione, alla distribuzione e all'uso dell'energia elettrica.

In Italia tale problematica è presente a causa del grande numero di linee ad alta tensione per l'energia elettrica, distribuite in modo massiccio su tutto il territorio. Gli impianti eolici, comunque, non creano ulteriori disagi, in quanto nella maggior parte dei casi utilizzano le linee già esistenti per il trasporto dell'energia da essi prodotta.

In alcuni limitati casi, però, non è possibile allacciarsi a reti già esistenti, per cui si rende necessaria la costruzione di linee apposite per gli impianti eolici, andando quindi ad aumentare il numero di campi elettrici agenti sul territorio. Si precisa, però, che tali campi elettromagnetici si limitano alla zona appena circostante il Parco eolico e causano prevalentemente interferenze delle onde radio. Inoltre, poiché la navicella del rotore viene di norma schermata, si ha una scarsa possibilità di generazione di disturbi nell'ambiente.

Infine, per ridurre ulteriormente la possibilità interferenze con tali campi elettromagnetici, viene effettuato l'interramento totale dei cavidotti appartenenti al Parco eolico e di quelli di collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale.

2. CAMPI ELETTRICI E CAMPI MAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA (ELF)

2.1. Definizioni e unità di misura

Quando si parla di campi elettrici e campi elettromagnetici a bassissima frequenza, Campi ELF (Extremely Low Frequency), ci si riferisce ai campi elettrici e magnetici compresi nell'intervallo di frequenza da 30 Hz a 300 Hz.

In questo studio ci riferiamo ai *campi a frequenza industriale* generati dall'utilizzo dell'energia elettrica alla



frequenza di 50 Hz: la frequenza della rete elettrica.

Sorgenti di campi ELF sono le linee elettriche per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica e gli impianti per la trasformazione di tale energia, nonché tutte quelle applicazioni alimentate a corrente elettrica di uso medico, industriale, civile e domestico (elettrodomestici).

I campi elettrici e magnetici a 50 Hz si comportano come due agenti fisici separati, la cui presenza si fa risentire in una regione dello spazio vicino alla sorgente, i cui effetti devono essere analizzati separatamente. Il *campo elettrico* (E) dipende principalmente dalla tensione a cui funziona la sorgente. La sua intensità viene espressa in volt per metro (V/m).

Il *campo magnetico* (H) dipende principalmente dalla corrente che circola nella sorgente. La sua intensità si esprime in ampere per metro (A/m), ma è anche espressa in termini di una grandezza corrispondente: *l'induzione magnetica*, indicata con la lettera B, che si misura in tesla (T) e nei suoi sottomultipli, il millitesla (mT) ossia un millesimo di tesla, il microtesla (μT) ossia un milionesimo di tesla. Inoltre si definiscono:

- *esposizione*, la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici di origine artificiale;
- *limite di esposizione*, il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- *valore di attenzione*, valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici, e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate;
- *obiettivi di qualità*, valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definito ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

2.2. Aspetti normativi

D.P.C.M. 23 aprile 1992

In Italia è tuttora vigente il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 22 aprile 1992 "*Limiti massimi di esposizione dei campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*" che, oltre a fissare limiti di esposizione ambientali ai campi elettrico e magnetico emessi alla frequenza di rete da linee elettriche ad alta tensione (132, 220 e 380 kV) ed impianti di trasformazione, stabilisce le distanze minime degli edifici.

L'articolo 4 indica quali limiti di esposizione per l'intensità di campo elettrico e di campo magnetico rispettivamente 5.000 V/m e 0,1 mT (100 μT). Tali limiti fanno riferimento ai soli effetti acuti (o a breve termine), ma non agli effetti cronici (o a lungo termine).

Per linee a tensione inferiore vale l'articolo 2.1.08 del Decreto Ministeriale 16 gennaio 1991 "*Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio delle linee elettriche aeree esterne*".

Legge n. 36, del 22 febbraio 2001

"Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", Gazzetta Ufficiale n. 55 del 7 marzo 2001.



D.P.C.M. 8 luglio 2003

Fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti. È un decreto attuativo della Legge n. 36/2001. Con tale D.P.C.M. vengono fissati:

- **limiti di esposizione e valori di attenzione:** induzione magnetica non superiore a **100 μT** e campo elettrico non superiore a 5 kV/m, intesi come valori efficaci. A titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μT , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio;
- **obiettivi di qualità:** nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Circolare del Ministero dell'Ambiente del 15/11/2004

"Protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Determinazione fasce di rispetto".

Decreto 29 Maggio 2008

"Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

NORMA CEI 11-60

"Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV"

NORMA CEI 211-4

"Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"

Secondo la norma:

- le linee a Media Tensione devono seguire, ove possibile, il percorso stradale;
- se la distanza del Parco eolico dalla Rete di Trasmissione Nazionale è inferiore ad 1 km, le linee ad Alta Tensione devono confluire in un unico elettrodotto di collegamento, altrimenti l'eventuale elettrodotto di nuova installazione deve essere interrato;
- le linee interrate dovranno essere ad una profondità minima di 1 m, protette, accessibili nei punti di giunzione ed opportunamente segnalate;
- le turbine di potenza superiore a 1 MW devono essere dotate di trasformatore all'interno della torre;
- il valore del campo elettromagnetico dovuto alle linee elettriche da realizzare e/o potenziare non deve superare il valore previsto dalla Legge n. 36/2001;
- la distanza delle sottostazioni di trasformazione e connessione non deve essere inferiore a 2,00 km dal confine dell'area edificabile del centro urbano, così come definita dal P.d.F. o dal P.R.G. in vigore al



momento del rilascio dell'autorizzazione all'installazione.

2.3. Le linee elettriche

Le linee elettriche (elettrودotti) sono utilizzate per la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica. Attualmente in Italia la distribuzione dell'energia elettrica avviene principalmente attraverso due tipologie di elettrودotti:

- *linee aeree*: costituite da fili conduttori tesi in aria tra sostegni (tralicci) e fissati ad essi attraverso elementi isolanti;
- *linee interrate*: costituite da conduttori avvolti in appositi materiali isolanti in modo da permettere una maggiore vicinanza tra i conduttori senza il rischio di scariche.

Le due principali tipologie possono essere classificate in base alla tensione di esercizio, come di seguito riportato:

1. *Linee elettriche di distribuzione ad alta tensione (AT – in prevalenza 132 – 150 kV)*: partono dalle stazioni elettriche primarie ed alimentano le grandi utenze o le cabine primarie da cui originano le linee di distribuzione a media tensione;
2. *Linee elettriche di distribuzione a media tensione (MT – in prevalenza 15 – 30 kV)*: partono dalle cabine primarie ed alimentano le cabine secondarie e le medie utenze industriali.

Il presente studio si occuperà di linee interrate a media tensione (20 - 30 kV).

Linee elettriche interrate a MT

Oltre a ridurre l'impatto paesaggistico, i cavi interrati riducono in maniera significativa anche il campo elettrico ed il campo magnetico. I cavi delle linee interrate sono costituiti generalmente da un conduttore cilindrico, una guaina isolante, una guaina conduttrice ed un rivestimento protettivo.

In genere i cavi con tensione di esercizio di 15/30 kV vengono posizionati nel terreno ad una profondità minima di 1 metro e possono essere disposti a *terna piana* (in piano ad alcuni centimetri di distanza l'uno dall'altro) o a *trifoglio* (ai vertici di un ipotetico triangolo e quindi attaccati l'uno all'altro).

In prossimità delle linee elettriche si generano sempre un campo elettrico ed un campo magnetico a frequenza industriale (50Hz). L'intensità del *campo elettrico* dipende principalmente dalla tensione della linea e aumenta al crescere della tensione.

Il valore efficace dell'intensità del campo elettrico prodotto in un punto da una linea di data tensione si mantiene costante. Hanno influenza sul campo elettrico, oltre che la tensione, la distanza dalla linea (presenta un massimo a qualche metro di distanza dall'asse della linea e decresce man mano che ci si allontana), la distanza dei conduttori da terra e la disposizione dei conduttori.

Nel caso di linee elettriche interrate i campi elettrici già al disopra delle linee sono insignificanti e sempre minori rispetto alle linee aeree, grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Il *campo magnetico* di una linea elettrica dipende dall'intensità della corrente che circola nei conduttori. Poiché la corrente può variare nell'arco della giornata, della settimana o dell'anno anche l'intensità del campo magnetico varia di conseguenza.



Hanno influenza sul campo magnetico, oltre alla corrente, anche la distanza dalla linea, la distanza dei conduttori da terra e la disposizione dei conduttori.

Il campo magnetico generato da una linea interrata si distribuisce in maniera diversa rispetto a quello generato da una linea aerea di tensione e di corrente corrispondente per diversi motivi.

In primo luogo risulta diversa la distanza minima che separa i conduttori stessi da terra (almeno 1 metro). A causa di questo risulta che il valore massimo di campo magnetico prodotto dall'elettrodotto interrato al disopra dei cavi risulta confrontabile, se non addirittura maggiore, di quello prodotto da un elettrodotto aereo di pari caratteristiche elettriche.

Tuttavia, essendo diversa anche la distanza che separa i vari conduttori tra loro (pochi centimetri), si ha che, non appena ci si allontana dalla linea, i valori di campo magnetico prodotti dall'elettrodotto interrato si riducono assai più rapidamente di quelli dell'elettrodotto aereo.

3. CALCOLO E VERIFICA DEI CAMPI ELF EMESSI DALLA LINEA INTERRATA IN ESAME

I campi ELF, oltre che misurati, possono essere stimati attraverso l'utilizzo di programmi di calcolo, per la cui applicazione è necessaria la conoscenza di alcuni dati della linea elettrica.

In particolare, serve conoscere le caratteristiche geometriche della linea (diametro dei conduttori e loro reciproca posizione spaziale, distanza da terra), le sue caratteristiche elettriche (tensione, intensità di corrente) e la posizione (distanza e altezza) del punto dove devono essere valutati i campi rispetto ai conduttori della linea. Il calcolo che segue si rifà direttamente alle indicazioni della norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", pubblicata dal Comitato Elettrotecnico Italiano nel luglio 1996.

Trascurando il calcolo di verifica del campo elettrico che, per come detto in precedenza, risulta non significativo per le linee elettriche interrate, l'algoritmo di calcolo utilizzato per il calcolo dell'induzione magnetica generata da una linea ha come punto di partenza la legge Biot-Savart, che consente di calcolare in un generico punto dello spazio il valore dell'induzione magnetica B prodotta da un conduttore rettilineo percorso da una corrente I attraverso la:

$$B = \mu_0 / 2\pi x (I/d) x (uixur)$$

dove:

d = distanza tra il conduttore e il punto di calcolo;

$(uixur)$ = prodotto vettoriale dei versori che indicano il verso della corrente e della relativa normale

Sviluppando la relazione precedente per un insieme di N conduttori rettilinei, orizzontali e paralleli fra loro, e dette (x_i, y_i) le coordinate del conduttore i-esimo, le componenti x e y totali dell'induzione magnetica generata nel punto dello spazio (x, y) dall'intera configurazione di conduttori possono essere espresse attraverso le seguenti relazioni:

$$B_x = \mu_0 / 2\pi \sum I_i [(y - y_i) / ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2)]$$

$$B_y = \mu_0 / 2\pi \sum I_i [(x - x_i) / ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2)]$$



In tutte le verifiche seguenti viene cautelativamente considerata, come soglia massima di sicurezza, l'esposizione a un campo di **0,3 μ T**.

3.1. Il Parco eolico Onanie

La valutazione dei campi elettromagnetici svolta nel presente lavoro è relativa al Parco eolico in progetto per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili denominato "*Onanie*", da realizzare nel territorio del Comune di Onani, in provincia di Nuoro.

L'area interessata dall'impianto eolico si estende per una vasta superficie nella campagna di Onani, il Parco sarà composto da 6 aerogeneratori tipo V162 con potenza unitaria di 6.200 kW, per una potenza complessiva di 37,2 MW.

Ogni singolo aerogeneratore produrrà energia elettrica in bassa tensione, che sarà elevata a 30 kV mediante un trasformatore BT/MT e convogliata, attraverso una rete a 30 kV, realizzata con cavidotto interrato ad una profondità di 1,2 m, ad una sottostazione elettrica elevatrice (30/150 kV). La sottostazione sarà a sua volta interconnessa alla rete Terna mediante collegamento con linea interrata AT (150kV).

I cavidotti interrati della linea a MT saranno posizionati, ove possibile, lungo la viabilità esistente o di nuova realizzazione.

3.2. Sorgenti di inquinamento elettromagnetico del Parco eolico

Gli elementi costituenti un Parco eolico che possono essere considerati possibili sorgenti di inquinamento elettromagnetico sono gli aerogeneratori, la sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT, la rete interrata di MT che collega gli aerogeneratori alla sottostazione MT/AT e la linea interrata di AT che collega la sottostazione MT/AT e la Stazione elettrica TERNA.

Gli aerogeneratori utilizzati sono del tipo trifase, con potenza nominale di 6,2 MW e tensione nominale di 750 V. La navicella è posta in cima a torri tronco-coniche in acciaio con un'altezza fuori terra, misurata al mozzo, di 125 m. I generatori eolici sono schematicamente costituiti da un rotore a tre pale che capta l'energia del vento, avente il mozzo collegato ad una navicella in cui avviene il processo di trasformazione dell'energia cinetica del vento in energia elettrica; da una torre o sostegno che ha il compito di sostenere l'apparato di produzione (navicella e rotore) alla quota stabilita.

La generazione asincrona di ogni turbina eolica alimenta un trasformatore elevatore (da 750V a 30 kV) e degli ausiliari per il controllo e la protezione del sistema. Il trasformatore BT/MT con la relativa quadristica di media tensione fa parte dell'aerogeneratore ed è interamente installato all'interno dell'aerogeneratore stesso, sulla navicella.

Al fine di valutare l'effettiva influenza di tali macchine sulla generazione di nuovi campi magnetici, va considerato che ogni generatore elettrico è di fatto situato ad una quota di oltre 100 m rispetto al terreno, per cui il contributo all'inquinamento elettromagnetico dovuto alle componenti interne dell'aerogeneratore è del tutto trascurabile.



Considerazioni analoghe possono essere estese anche ai dispositivi elettrici della stazione di trasformazione, in quanto le distanze di rispetto imposte dalle specifiche di riferimento (Codice di Rete di Terna e Regole Tecniche di Connessione di ENEL) rendono trascurabili gli effetti elettromagnetici riconducibili alle apparecchiature elettriche installate nella stessa stazione.

I cavidotti MT saranno posati, in conformità alla norma CEI 1117, lungo i margini delle strade sia interne al Parco sia esterne. La trincea, della profondità di circa 1,2 metri e larghezza della base pari ad almeno 50 cm, ospiterà da 1 a 2 linee in cavo unipolare con terna disposta a 'trifoglio'.

I cavi di potenza e segnalazione, individuati con apposito nastro segnalatore, saranno inseriti all'interno di tubazioni distinte in PVC a doppia parete posate in un'unica trincea su letto di sabbia vagliata dello spessore di 10 cm.

I cavidotti saranno ricoperti con 30 cm di terreno proveniente dallo scavo e con uno strato finale di completamento in terreno, sempre proveniente dallo scavo, previa interposizione di eventuale tessuto al fine di impedire eccessivi assestamenti del riempimento.

Tutte le giunzioni dei cavi saranno realizzate all'interno dello scavo e successivamente segnalate con le Ball Marker e cippi di segnalazione in cls, mentre le giunzioni della fibra ottica avverranno in appositi pozzetti in cls con coperchio carrabile.

Prima della messa in servizio delle linee elettriche saranno eseguite le prove di isolamento dei cavi MT prescritte dalla Norma CEI 11-7.

Per la linea interrata a media tensione che collega tra loro gli aerogeneratori e che convoglia l'energia prodotta alla stazione di trasformazione MT/AT con una tensione di 30 kV, gli effetti elettromagnetici non risultano trascurabili a priori. Infatti, nonostante la rete MT venga interrata ad una profondità di 1,2 per schermare l'emissione del campo elettro – magnetico (per cui può essere sistemata anche in prossimità di centri abitati), è comunque necessario che siano calcolate le relative fasce di rispetto a 3 μ T, nel rispetto della normativa vigente.

Per il calcolo di tali fasce di rispetto si fa riferimento alla norma CEI 211-4 e al Decreto del 29/05/08 emanato dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare recante *"Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"*.

La corrente utilizzata per il calcolo del campo magnetico tiene conto del fatto che la rete di media tensione all'interno del Parco eolico non è impiegata per la distribuzione di energia elettrica, ma per il convogliamento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori.

3.3. Condizioni di carico e ipotesi di calcolo

Il calcolo dell'induzione magnetica viene basato sulle caratteristiche geometriche ed elettriche delle linee presenti nelle diverse configurazioni utilizzate.

In particolare, sono state analizzate le configurazioni di posa riportate nella tabella 1, di cui una configurazione è relativa alla linea in alta tensione di collegamento fra le sottostazioni, mentre le restanti sette configurazioni sono relative alle linee in media tensione, di collegamento fra gli aerogeneratori e fra gli



stessi e la sottostazione elettrica.

Per tutte le configurazioni si ha posa interrata di cavi unipolari, con conduttore in alluminio, disposti a trifoglio; relativamente alle configurazioni in media tensione le singole linee risultano disposte entro cavidotti in PVC, paralleli.

Tabella 1 – Configurazioni di posa degli aerogeneratori

Generatori (tratto linea)	Lunghezza (dist. m)	Formazione (sez. mm²)
WTG OS 01 - WTG OS 02	1030	3x(1x95)
WTG OS 02 - WTG OS 03	865	3x(1x185)
WTG OS 03 - SST	19743	3x(1x500)
WTG OS 04 - WTG OS 05	625	3x(1x95)
WTG OS 05 - WTG OS 06	465	3x(1x185)
WTG OS 06 - SST	18503	3x(1x500)

Le altre configurazioni utilizzate nel Parco eolico in progetto sono riconducibili a quelle analizzate, ma con valori di induzione magnetica inferiori.

I modelli di calcolo utilizzati sono quelli indicati dalla Norma CEI 211.4 del 2008, in particolare, essendo in presenza di conduttori rettilinei e paralleli di lunghezza relativamente elevata rispetto alla distanza tra i conduttori stessi, si è utilizzato un modello matematico bidimensionale.

Il calcolo dell'induzione magnetica è stato effettuato utilizzando i fasori (vettori rotanti) delle correnti dei diversi conduttori, il calcolo è effettuato direttamente coi numeri complessi.

Per ogni configurazione di posa si è ipotizzato una disposizione dei cavi a trifoglio con terne di correnti equilibrate, in fase fra le diverse linee (situazione peggiore dal punto di vista dell'induzione magnetica).

La corrente di calcolo utilizzata è stata la portata in regime permanente del cavo per il tipo di posa utilizzato, come definita da Norma CEI 11-17.

Il limite della fascia di rispetto viene individuato dai punti in cui l'induzione magnetica calcolata presenta un'intensità pari all'obiettivo di qualità ($B = 3 \mu\text{T}$).

La DPA (Distanza di Prima Approssimazione) viene determinata proiettando al suolo verticalmente la fascia calcolata nelle condizioni che forniscono il risultato più cautelativo.

I risultati dei calcoli, effettuati nelle condizioni suindicate, e la rappresentazione grafica delle configurazioni di posa, delle fasce di rispetto e della D.P.A., sono riportate nelle schede tecniche allegate alla presente relazione.

Con riferimento alla richiesta della Regione Sardegna si precisa che la metodologia di calcolo utilizzata per la procedura di misura e valutazione dell'induzione magnetica e conseguente determinazione delle fasce di rispetto è quella riportata nell'allegato tecnico APAT, che costituisce parte integrante del DM 29/05/2008: Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica.



Nello stesso decreto vengono così definite la Fascia di rispetto e la Distanza di Prima Approssimazione:

Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall'art. 4 comma 1 lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22/02/2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Distanza di Prima Approssimazione (DPA):

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto;

Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

L'elettrodotto in progetto è costituito da linee interrate in cavo in MT (30 kV), identificabili secondo il regolamento di esecuzione della legge 28 giugno 1986, n. 339, annesso al DM 21 marzo 1988, n. 449, come linee elettriche in classe 2°.

Per tali linee le fasce associabili hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449, come modificato dal Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991; come indicato anche dalla Norma CEI EN 50341-2-13 "Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. – Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1: 2012).

Per quanto riguarda i possibili effetti cumulativi si precisa che in caso di parallelismo tra linee elettriche interrate in MT, le fasce di rispetto si devono considerare imperturbate, poichè l'incremento prodotto dalla linea parallela (interferente) è sicuramente minore di un metro, situazione sempre rispettata nel caso in esame.

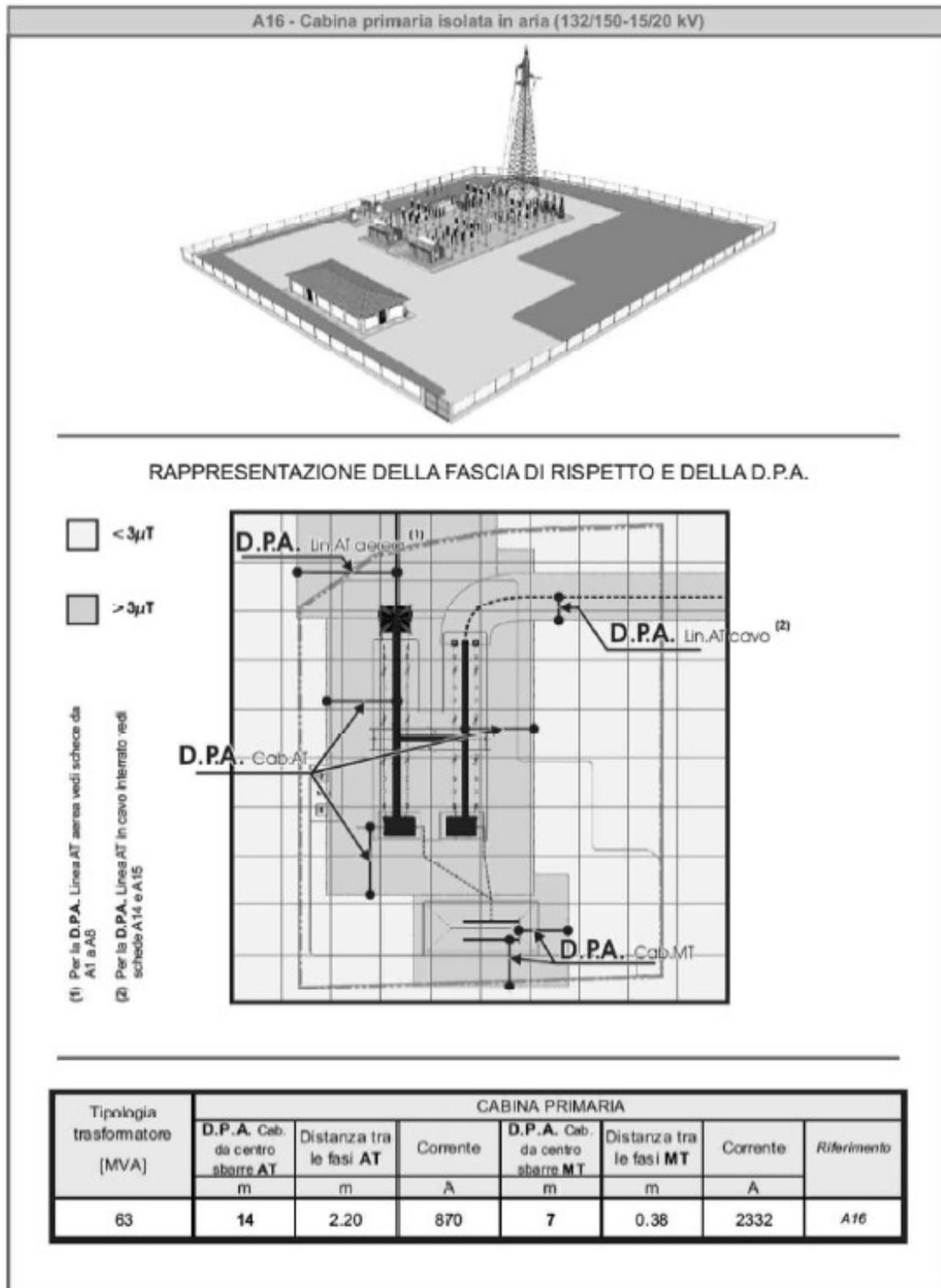
3.4. Fasce di rispetto per la sottostazione

La sottostazione elettrica verrà realizzata nel rispetto delle specifiche di riferimento del settore specifico (Codice di Rete di Terna e Regole Tecniche di Connessione di ENEL), per cui gli effetti elettromagnetici dei suoi dispositivi elettrici si esauriranno all'interno del suo perimetro.

All'interno della sottostazione sono individuate le fasce di rispetto e le D.P.A., come indicato nello schema riportato nella figura 1, relativo a una sottostazione-tipo analoga a quella da realizzare.



Fig. 1 – Schema sottostazione-tipo con indicazione delle fasce di rispetto



3.5. Analisi possibile esposizione della popolazione ai CEM prodotti dall'elettrodotto

Al fine di evidenziare l'eventuale esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici prodotti dall'elettrodotto interrato è stato predisposto un nuovo elaborato grafico (Rif Tavv. 20.a e 20.b - Campi elettromagnetici: schema elettrodotto e individuazione dei potenziali recettori), in scala 1:10.000, dove sono indicati: i tracciati delle linee elettriche in progetto, la localizzazione della stazione di trasformazione MT/AT e SST di collegamento alla RTN e la localizzazione di tutti i ricettori individuati presenti sul territorio nell'area interessata dalla realizzazione del parco eolico e nelle aree limitrofe di influenza.

Nella tavola, dove sono state riportate anche le DPA calcolate, risulta evidente come le stesse risultino ampiamente distanziate da aree sensibili, ambienti abitativi e luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Si deve pertanto concludere che nell'area di influenza del parco eolico in progetto non sono presenti aree con recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere che ricadano all'interno delle aree delimitate dalla DPA calcolate.

3.6. Effetti cumulativi con linee ed impianti elettrici esistenti e in progetto

Nel caso specifico del Parco eolico, oggetto del presente studio, le linee elettriche previste sono tutte linee interrate in cavo MT (30 kV), identificabili come linee elettriche in classe 2°. così come gli elettrodotti degli altri parchi eolici che, almeno per alcuni tratti, interessano lo stesso tracciato stradale. Per queste situazioni, si deve escludere senz'altro qualsiasi effetto significativo del campo magnetico.

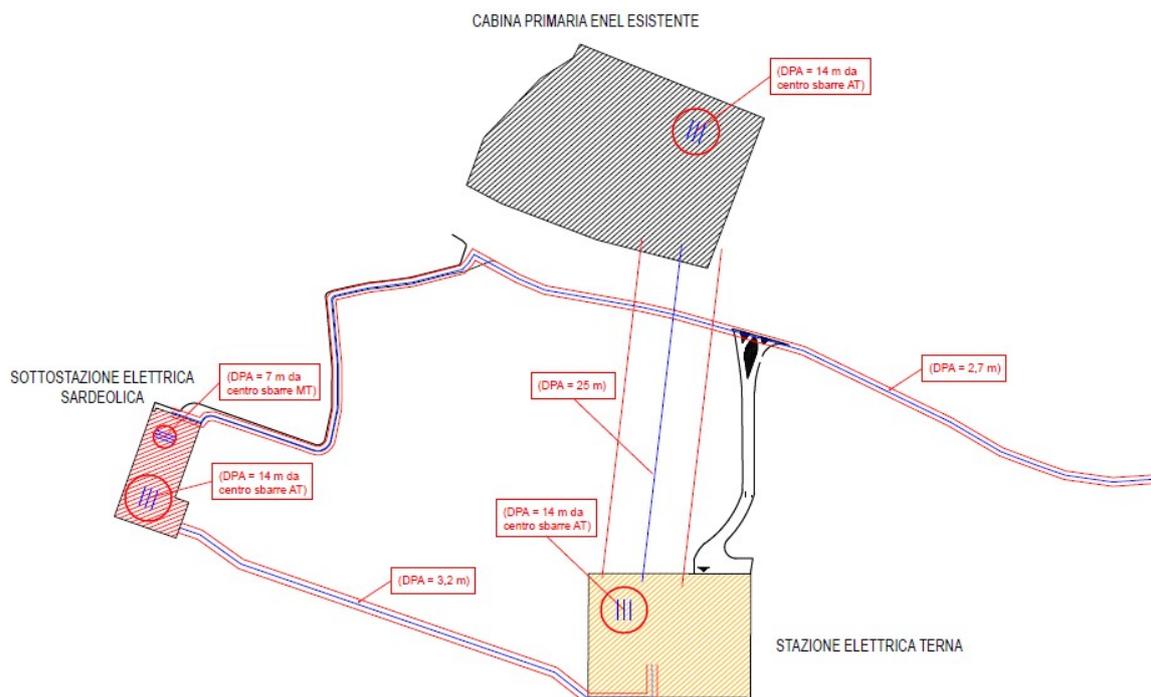
Si può affermare, inoltre, che gli effetti del campo magnetico dovuto all'elettrodotto interrato del Parco eolico è del tutto trascurabile rispetto a quelli degli elettrodotti aerei esistenti e di futura realizzazione nell'area delle sottostazioni.

Nella figura 2 si riporta uno schema delle DPI nell'area della Sottostazione elettrica Sardeolica, della Stazione Terna e della Cabina primaria ENEL.

Le DPI massime relative all'elettrodotto del Parco eolico *Onanie* sono quelle del collegamento in AT della Sottostazione Sardeolica con quella Terna, che sono pari a 3,2 m. Le DPI relative alla linea aerea che collega la Stazione Terna alla Cabina primaria ENEL hanno un'estensione inferiore a 25 m.



Fig. 2 – Schema delle DPI nella zona delle stazioni elettriche



Si evidenzia, infine, che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati presenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico ($10 \mu\text{T}$ da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.

3.7. Risultati del calcolo e conclusioni

I risultati dei calcoli, effettuati nelle condizioni suindicate, e la rappresentazione grafica delle configurazioni di posa, delle fasce di rispetto e della D.P.A., sono riportate nelle schede tecniche allegate alla presente relazione.

Per le considerazioni sopra svolte, per le indicazioni che vengono dalla letteratura scientifica e per le risultanze di calcolo, si può affermare che il costruendo elettrodotto a servizio del Parco eolico darà contributi in termini di induzione magnetiche risulteranno ampiamente al di sotto dei limiti di esposizione dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità di cui al DPCM 8 luglio 2003, relativamente a tutti i ricettori tutelati presenti.



ALLEGATO 1

Schede calcolo CEM



Configurazione:	Tipo B
-----------------	--------

Cavo:	ARE4H5(AR)E
Tipo:	unipolare in alluminio
Tensione nominale:	30 kV

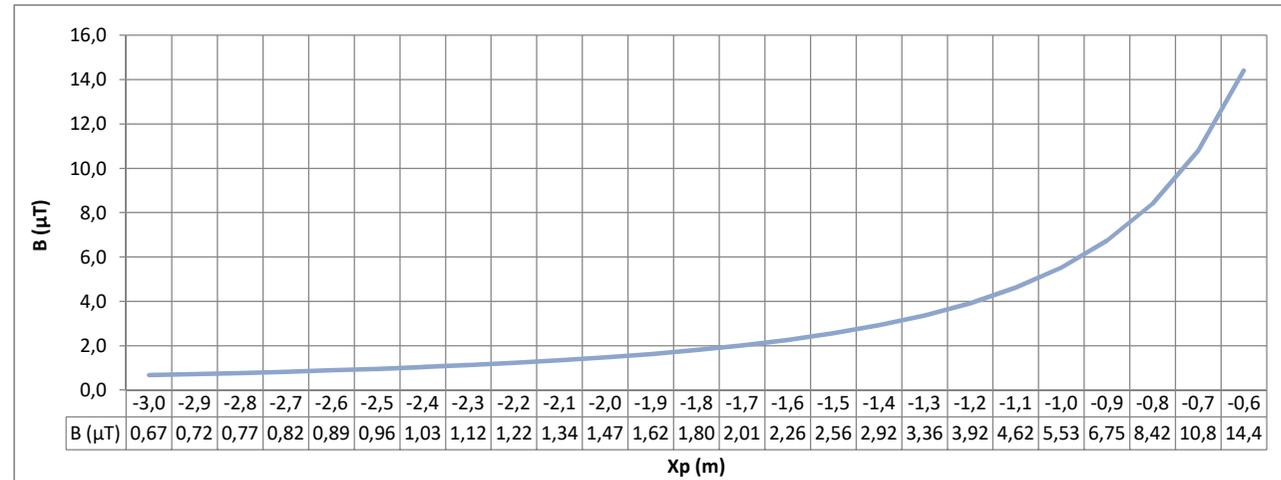
Tipo di posa:	interrata a trifoglio
N° linee parallele:	2
Distanza interlinea:	0,23

Permeabilità magnetica del mezzo	
μ_0 (aria):	1,2566370614E-06

Dati Linea	U.M.																		
Sezione conduttore: S	mm ²	185	95																
Portata in corrente: Isn	A	351	244																
Diametro esterno cavo: D	m	0,045	0,042																
Coordinata centro linea: x	m	0	0,23																
Coordinata centro linea: y	m	0	0																
Conduttore: N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Corrente (modulo): I	A	351	351	351	244	244	244												
Corrente (fase): φ	gradi	0	120	-120	0	120	-120												
Coordinata: X	m	-0,023	0	0,023	0,209	0,23	0,251												
Coordinata: Y	m	-0,020	0,020	-0,020	-0,018	0,018	-0,018												

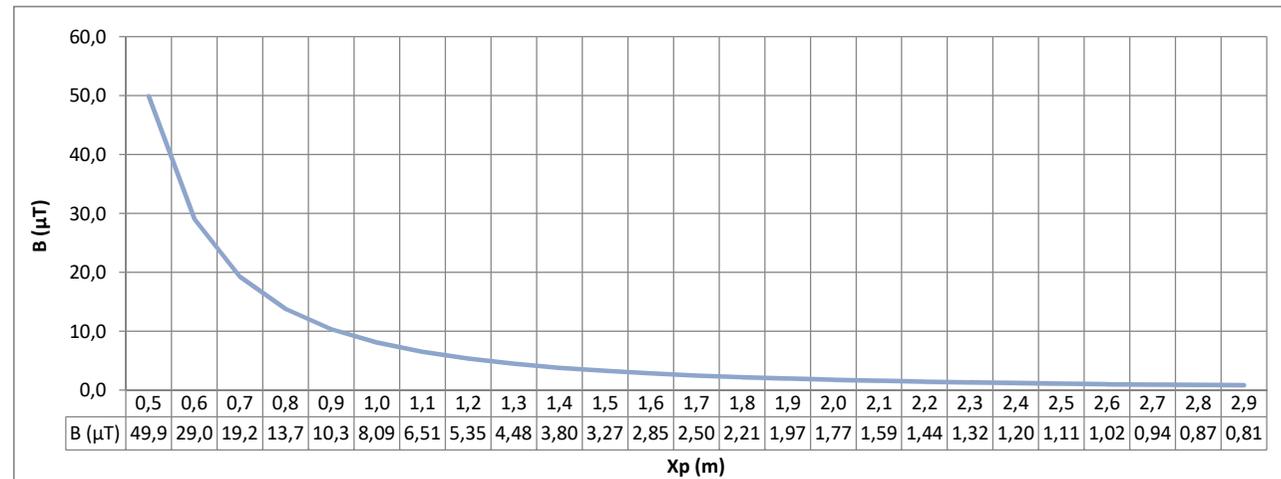
Calcolo induzione magnetica:	B (μT)	
Coordinata punto di verifica: Yp	m	0
Coordinata punto iniziale: Xp	m	-3
Passo di verifica	m	0,1

Calcolo fascia di rispetto	(lato sinistro)
Valore limite induzione magnetica:	μ T 3
Estensione fascia di rispetto:	m -1,4



Calcolo induzione magnetica:	B (μT)	
Coordinata punto di verifica: Yp	m	0
Coordinata punto iniziale: Xp	m	0,5
Passo di verifica	m	0,1

Calcolo fascia di rispetto	(lato destro)
Valore limite induzione magnetica:	μ T 3
Estensione fascia di rispetto:	m 1,6



Configurazione:	Tipo B
-----------------	--------

Cavo:	ARE4H5(AR)E
Tipo:	unipolare in alluminio
Tensione nominale:	30 kV

Tipo di posa:	interrata a trifoglio
N° linee parallele:	2
Distanza interlinea:	0,23

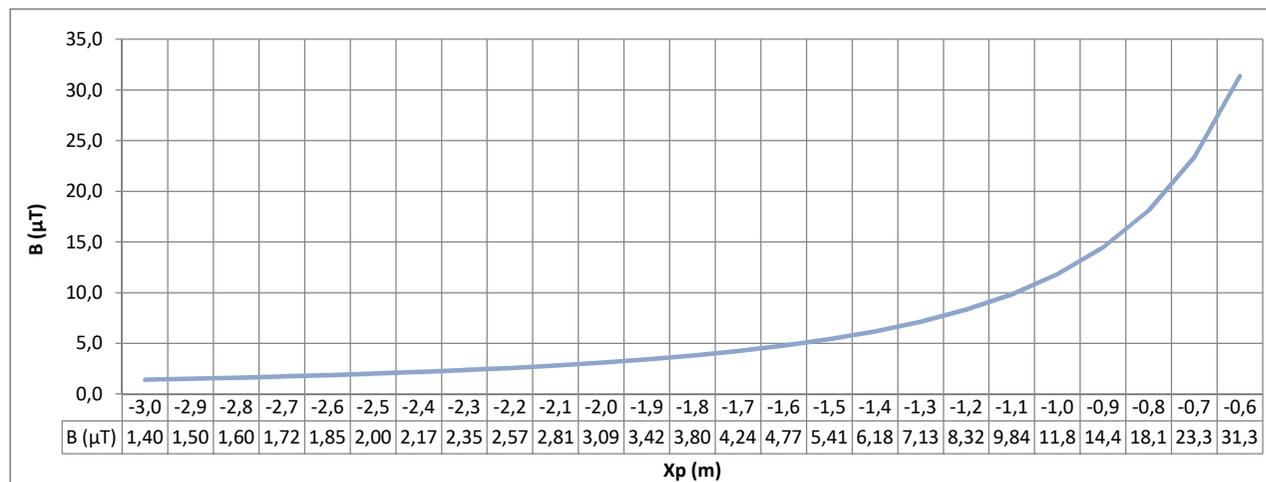
Permeabilità magnetica del mezzo	
μ_0 (aria):	1,2566370614E-06

Dati Linea		U.M.																	
Sezione conduttore: S	mm ²	500			185														
Portata in corrente: Isn	A	650			351														
Diametro esterno cavo: D	m	0,058			0,045														
Coordinata centro linea: x	m	0			0,23														
Coordinata centro linea: y	m	0			0														
Conduttore: N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Corrente (modulo): I	A	650	650	650	351	351	351												
Corrente (fase): φ	gradi	0	120	-120	0	120	-120												
Coordinata: X	m	-0,029	0	0,029	0,207	0,23	0,253												
Coordinata: Y	m	-0,025	0,025	-0,025	-0,020	0,020	-0,020												

Calcolo induzione magnetica:	B (μT)
Coordinata punto di verifica: Yp	m 0
Coordinata punto iniziale: Xp	m -3
Passo di verifica	m 0,1

Calcolo fascia di rispetto (lato sinistro)

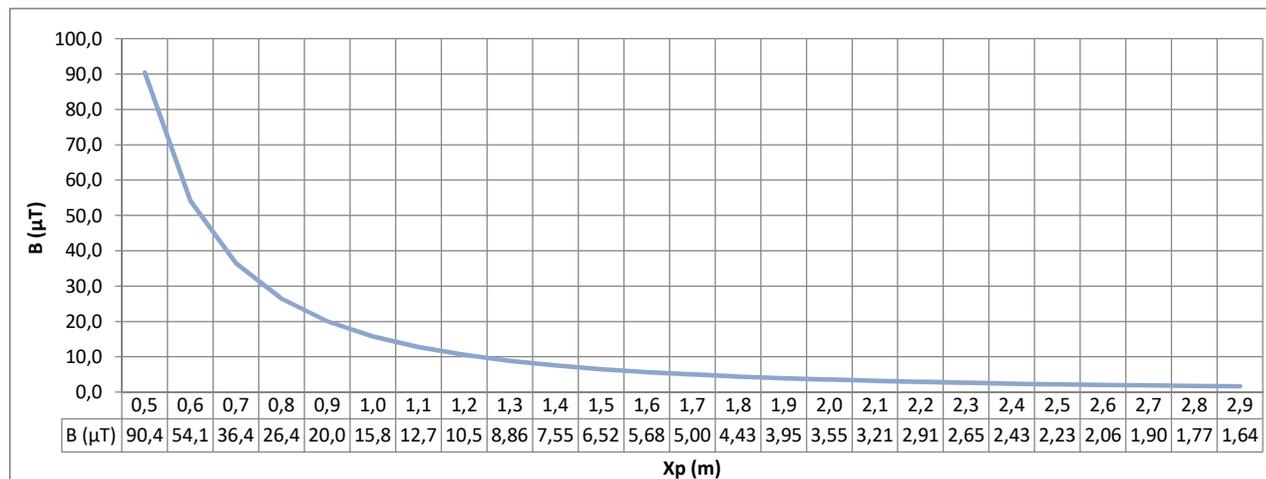
Valore limite induzione magnetica:	μ T 3
Estensione fascia di rispetto:	m -2,1



Calcolo induzione magnetica:	B (μT)
Coordinata punto di verifica: Yp	m 0
Coordinata punto iniziale: Xp	m 0,5
Passo di verifica	m 0,1

Calcolo fascia di rispetto (lato destro)

Valore limite induzione magnetica:	μ T 3
Estensione fascia di rispetto:	m 2,2



Configurazione:	Tipo B
-----------------	--------

Cavo:	ARE4H5(AR)EX e ARE4H5(AR)E
Tipo:	unipolare in alluminio
Tensione nominale:	30 kV

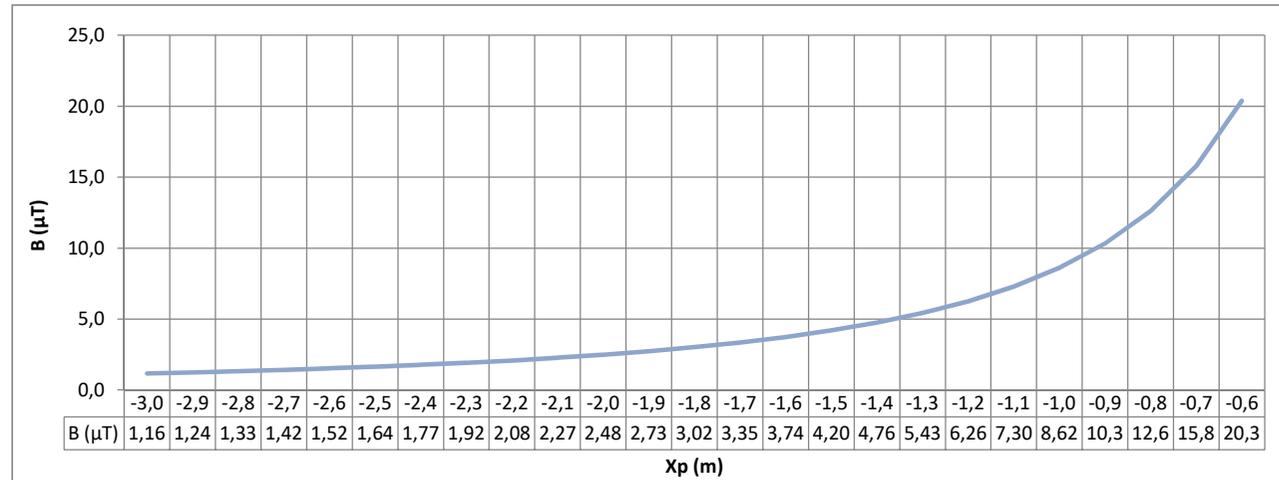
Tipo di posa:	interrata a trifoglio
N° linee parallele:	2
Distanza interlinea:	0,23

Permeabilità magnetica del mezzo	
μ_0 (aria):	1,2566370614E-06

Dati Linea		U.M.																	
Sezione conduttore: S	mm ²	95		500															
Portata in corrente: Isn	A	244		650															
Diametro esterno cavo: D	m	0,042		0,058															
Coordinata centro linea: x	m	0		0,23															
Coordinata centro linea: y	m	0		0															
Conduttore: N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Corrente (modulo): I	A	244	244	244	650	650	650												
Corrente (fase): φ	gradi	0	120	-120	0	120	-120												
Coordinata: X	m	-0,021	0	0,021	0,201	0,23	0,259												
Coordinata: Y	m	-0,018	0,018	-0,018	-0,025	0,025	-0,025												

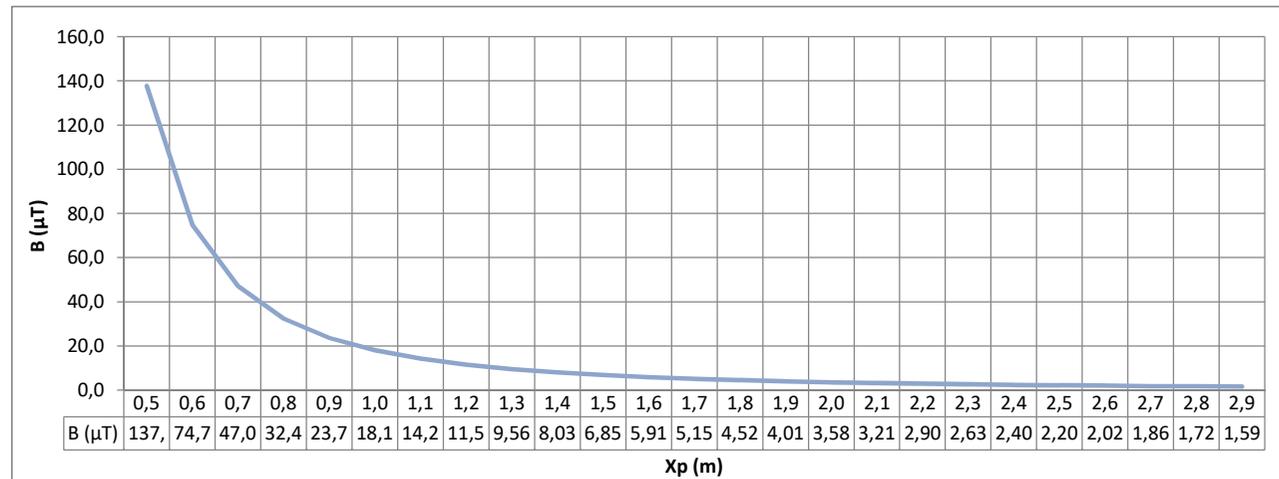
Calcolo induzione magnetica:	B (μT)
Coordinata punto di verifica: Yp	m 0
Coordinata punto iniziale: Xp	m -3
Passo di verifica	m 0,1

Calcolo fascia di rispetto	(lato sinistro)
Valore limite induzione magnetica:	μ T 3
Estensione fascia di rispetto:	m -1,9



Calcolo induzione magnetica:	B (μT)
Coordinata punto di verifica: Yp	m 0
Coordinata punto iniziale: Xp	m 0,5
Passo di verifica	m 0,1

Calcolo fascia di rispetto	(lato destro)
Valore limite induzione magnetica:	μ T 3
Estensione fascia di rispetto:	m 2,2



Configurazione:	Tipo B
-----------------	--------

Cavo:	ARE4H5(AR)E
Tipo:	unipolare in alluminio
Tensione nominale:	30 kV

Tipo di posa:	interrata a trifoglio
N° linee parallele:	2
Distanza interlinea:	0,23

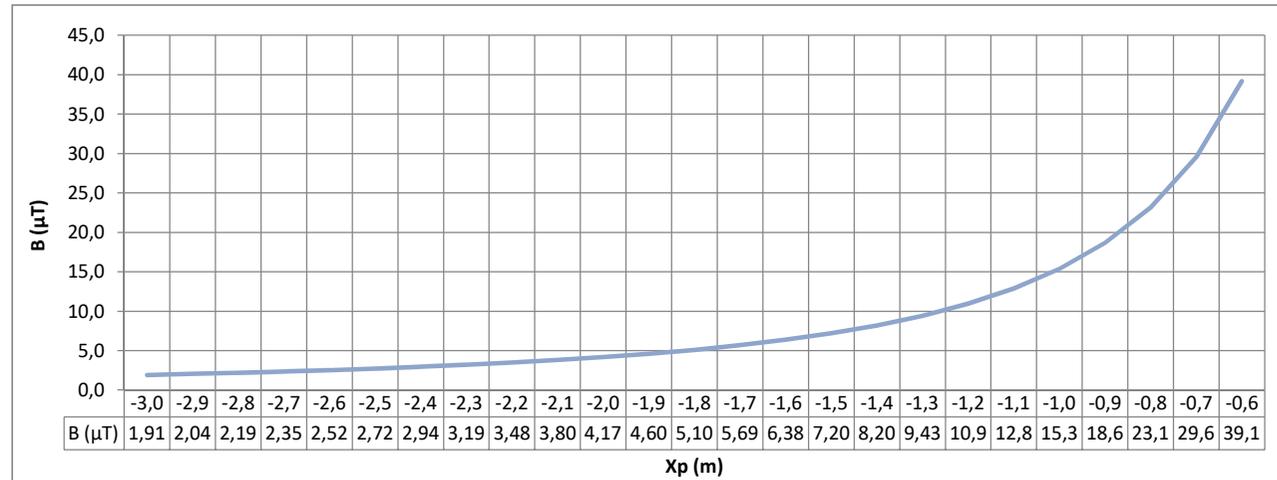
Permeabilità magnetica del mezzo	
μ_0 (aria):	1,2566370614E-06

Dati Linea		U.M.																	
Sezione conduttore: S	mm ²	500			500														
Portata in corrente: Isn	A	650			650														
Diametro esterno cavo: D	m	0,058			0,058														
Coordinata centro linea: x	m	0			0,23														
Coordinata centro linea: y	m	0			0														
Conduttore: N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Corrente (modulo): I	A	650	650	650	650	650	650												
Corrente (fase): φ	gradi	0	120	-120	0	120	-120												
Coordinata: X	m	-0,029	0	0,029	0,201	0,23	0,259												
Coordinata: Y	m	-0,025	0,025	-0,025	-0,025	0,025	-0,025												

Calcolo induzione magnetica:	B (μT)
Coordinata punto di verifica: Yp	m 0
Coordinata punto iniziale: Xp	m -3
Passo di verifica	m 0,1

Calcolo fascia di rispetto (lato sinistro)

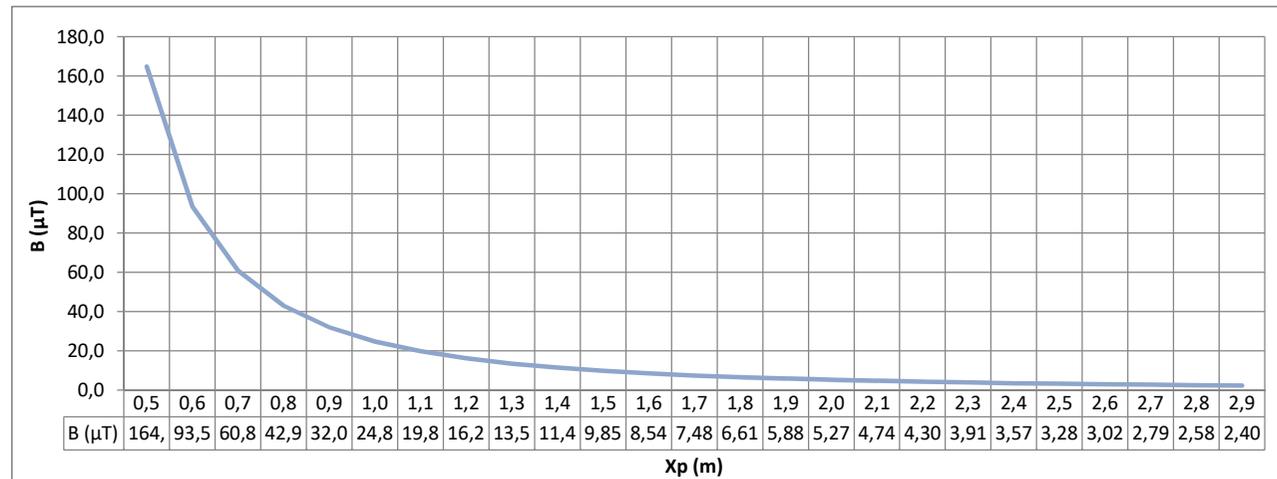
Valore limite induzione magnetica:	μ T 3
Estensione fascia di rispetto:	m -2,4



Calcolo induzione magnetica:	B (μT)
Coordinata punto di verifica: Yp	m 0
Coordinata punto iniziale: Xp	m 0,5
Passo di verifica	m 0,1

Calcolo fascia di rispetto (lato destro)

Valore limite induzione magnetica:	μ T 3
Estensione fascia di rispetto:	m 2,7



Configurazione:	A0
-----------------	----

Cavo:	ARE4H1H5E
Tipo:	unipolare in alluminio
Tensione nominale:	150 kV

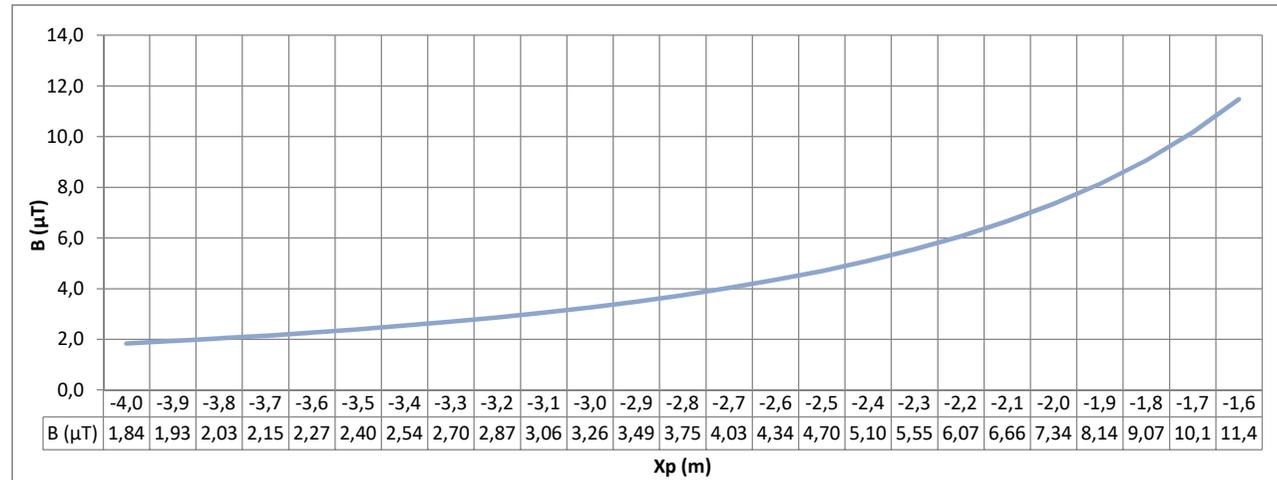
Tipo di posa:	interrata a trifoglio
N° linee parallele:	1
Distanza interlinea:	-

Permeabilità magnetica del mezzo	
μ_0 (aria):	1,2566370614E-06

Dati Linea		U.M.																	
Sezione conduttore: S	mm ²	1600																	
Portata in corrente: Isn	A	1110																	
Diametro esterno cavo: D	m	0,108																	
Coordinata centro linea: x	m	0																	
Coordinata centro linea: y	m	0																	
Conduttore: N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Corrente (modulo): I	A	1110	1110	1110															
Corrente (fase): φ	gradi	0	120	-120															
Coordinata: X	m	-0,054	0	0,054															
Coordinata: Y	m	-0,047	0,047	-0,047															

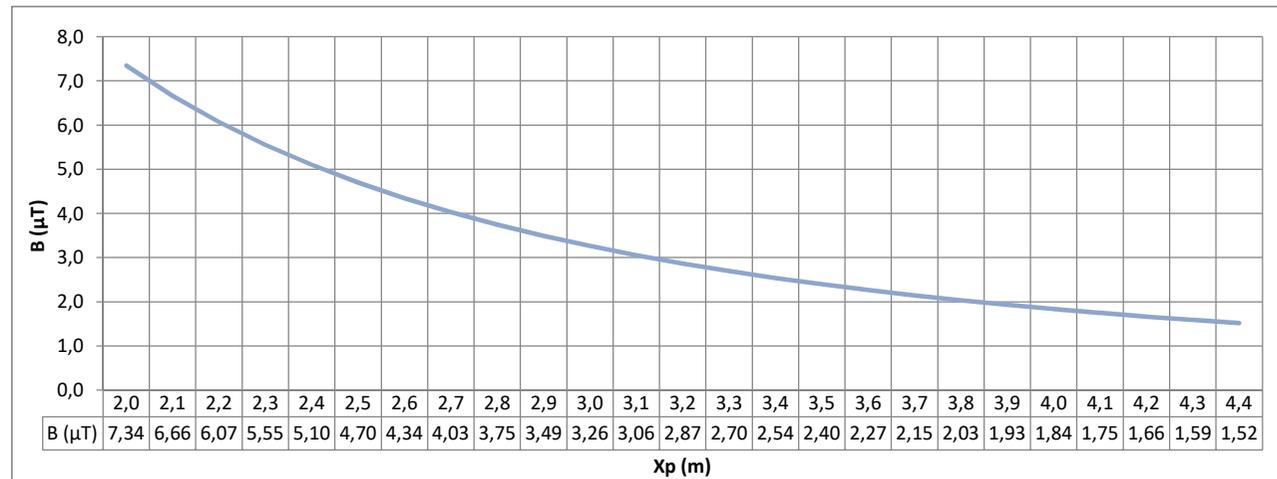
Calcolo induzione magnetica:	B (μT)	
Coordinata punto di verifica: Yp	m	0
Coordinata punto iniziale: Xp	m	-4
Passo di verifica	m	0,1

Calcolo fascia di rispetto	(lato sinistro)
Valore limite induzione magnetica:	μ T 3
Estensione fascia di rispetto:	m -3,2



Calcolo induzione magnetica:	B (μT)	
Coordinata punto di verifica: Yp	m	0
Coordinata punto iniziale: Xp	m	2
Passo di verifica	m	0,1

Calcolo fascia di rispetto	(lato destro)
Valore limite induzione magnetica:	μ T 3
Estensione fascia di rispetto:	m 3,2



Configurazione:	Tipo A
-----------------	--------

Cavo:	ARE4H5(AR)E
Tipo:	unipolare in alluminio
Tensione nominale:	30 kV

Tipo di posa:	interrata a trifoglio
N° linee parallele:	1
Distanza interlinea:	-

Permeabilità magnetica del mezzo	
μ_0 (aria):	1,2566370614E-06

Dati Linea	U.M.																					
Sezione conduttore: S	mm ²	500																				
Portata in corrente: Isn	A	650																				
Diametro esterno cavo: D	m	0,058																				
Coordinata centro linea: x	m	0																				
Coordinata centro linea: y	m	0																				
Conduttore: N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
Corrente (modulo): I	A	650	650	650																		
Corrente (fase): φ	gradi	0	120	-120																		
Coordinata: X	m	-0,029	0	0,029																		
Coordinata: Y	m	-0,025	0,025	-0,025																		

Calcolo induzione magnetica:

B (μ T)

Coordinata punto di verifica: Yp m 0

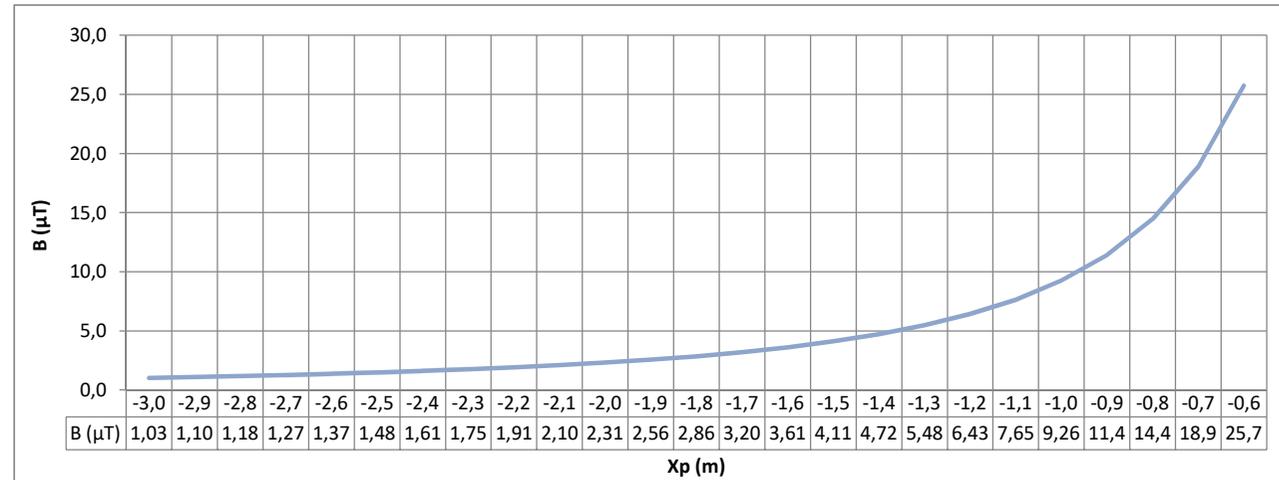
Coordinata punto iniziale: Xp m -3

Passo di verifica m 0,1

Calcolo fascia di rispetto (lato sinistro)

Valore limite induzione magnetica: μ T 3

Estensione fascia di rispetto: m -1,8



Calcolo induzione magnetica:

B (μ T)

Coordinata punto di verifica: Yp m 0

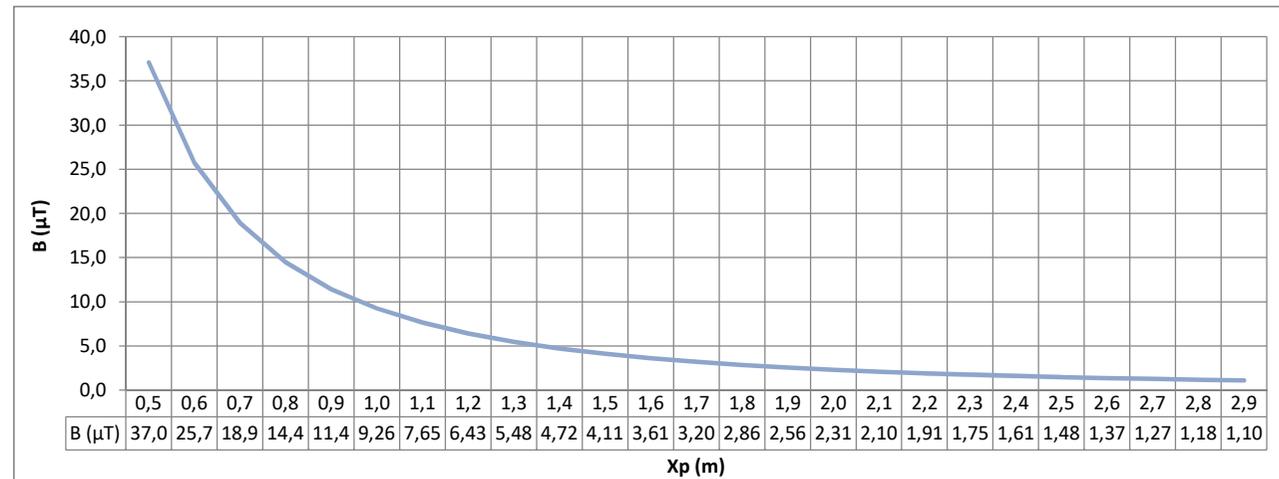
Coordinata punto iniziale: Xp m 0,5

Passo di verifica m 0,1

Calcolo fascia di rispetto (lato destro)

Valore limite induzione magnetica: μ T 3

Estensione fascia di rispetto: m 1,8



Configurazione:	Tipo A
-----------------	--------

Cavo:	ARE4H5(AR)EX
Tipo:	unipolare in alluminio
Tensione nominale:	30 kV

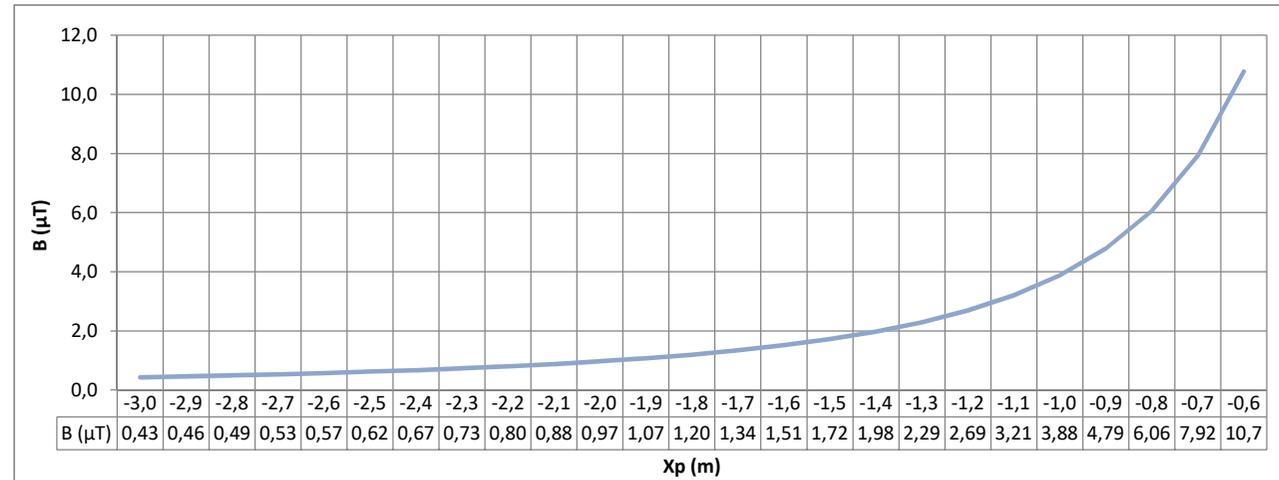
Tipo di posa:	interrata a trifoglio
N° linee parallele:	1
Distanza interlinea:	-

Permeabilità magnetica del mezzo	
μ_0 (aria):	1,2566370614E-06

Dati Linea	U.M.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Sezione conduttore: S	mm ²	185																	
Portata in corrente: Isn	A	351																	
Diametro esterno cavo: D	m	0,045																	
Coordinata centro linea: x	m	0																	
Coordinata centro linea: y	m	0																	
Conduttore: N°		1	2	3															
Corrente (modulo): I	A	351	351	351															
Corrente (fase): φ	gradi	0	120	-120															
Coordinata: X	m	-0,023	0	0,023															
Coordinata: Y	m	-0,020	0,020	-0,020															

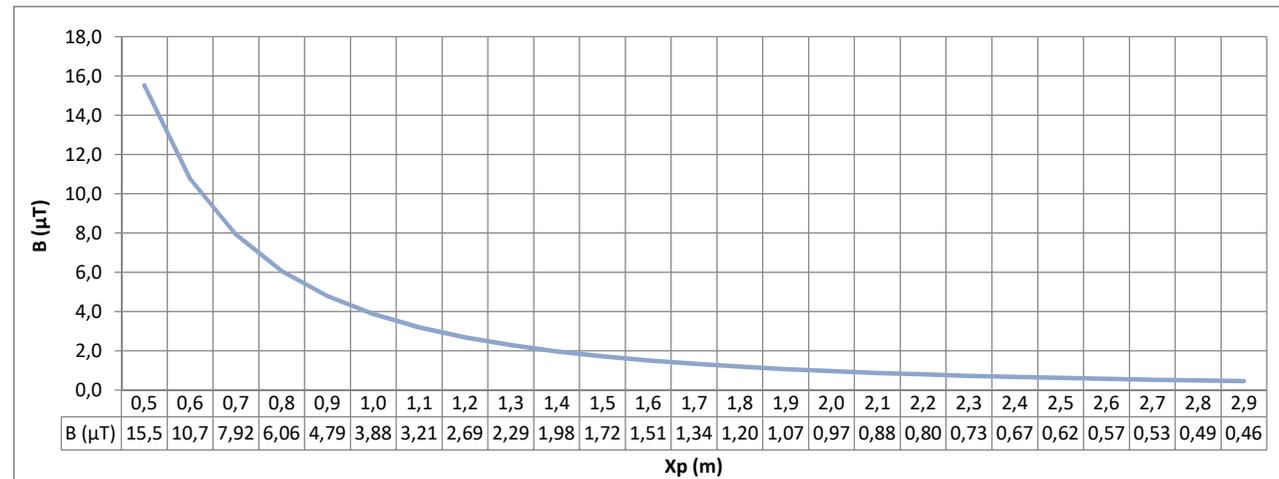
Calcolo induzione magnetica:	B (μT)	
Coordinata punto di verifica: Yp	m	0
Coordinata punto iniziale: Xp	m	-3
Passo di verifica	m	0,1

Calcolo fascia di rispetto	(lato sinistro)	
Valore limite induzione magnetica:	μ T	3
Estensione fascia di rispetto:	m	-1,2



Calcolo induzione magnetica:	B (μT)	
Coordinata punto di verifica: Yp	m	0
Coordinata punto iniziale: Xp	m	0,5
Passo di verifica	m	0,1

Calcolo fascia di rispetto	(lato destro)	
Valore limite induzione magnetica:	μ T	3
Estensione fascia di rispetto:	m	1,2



Configurazione:	Tipo A
-----------------	--------

Cavo:	ARE4H5(AR)EX
Tipo:	unipolare in alluminio
Tensione nominale:	30 kV

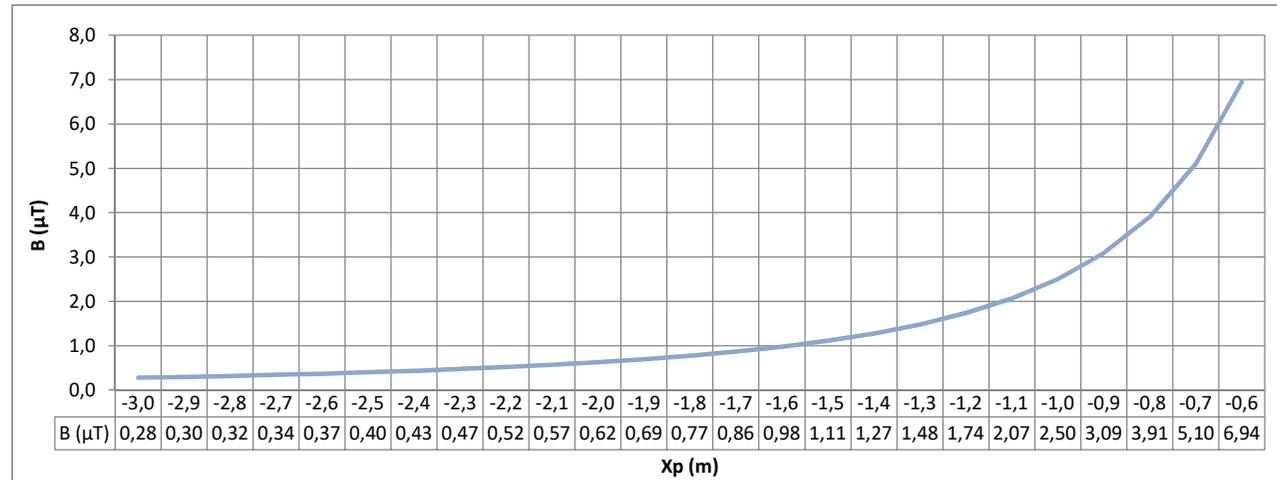
Tipo di posa:	interrata a trifoglio
N° linee parallele:	1
Distanza interlinea:	-

Permeabilità magnetica del mezzo	
μ_0 (aria):	1,2566370614E-06

Dati Linea	U.M.																		
Sezione conduttore: S	mm ²	95																	
Portata in corrente: Isn	A	244																	
Diametro esterno cavo: D	m	0,042																	
Coordinata centro linea: x	m	0																	
Coordinata centro linea: y	m	0																	
Conduttore: N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Corrente (modulo): I	A	244	244	244															
Corrente (fase): φ	gradi	0	120	-120															
Coordinata: X	m	-0,021	0	0,021															
Coordinata: Y	m	-0,018	0,018	-0,018															

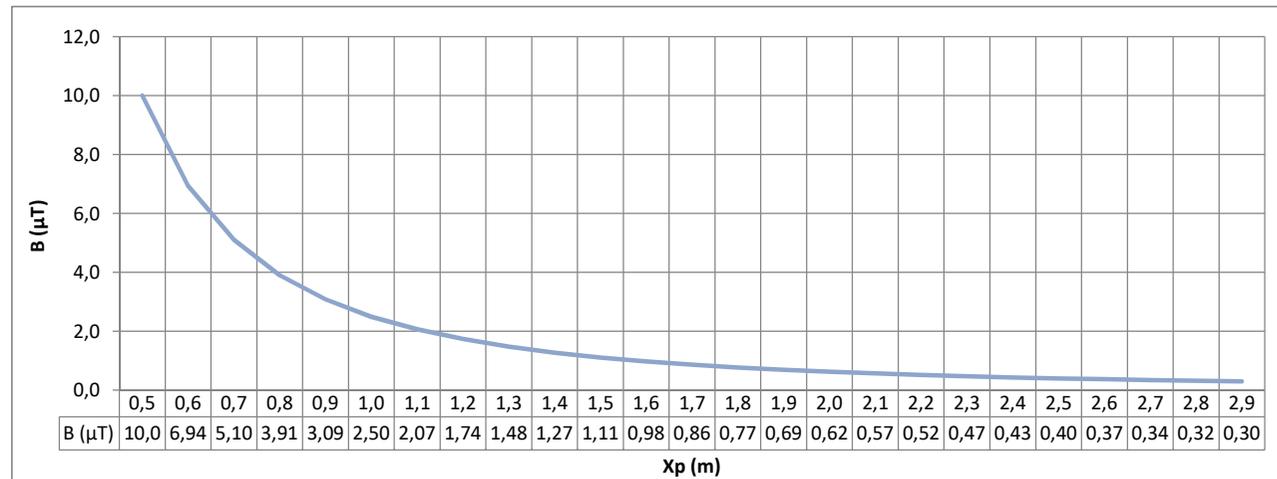
Calcolo induzione magnetica:	B (μT)		
Coordinata punto di verifica: Yp	m	0	
Coordinata punto iniziale: Xp	m	-3	
Passo di verifica	m	0,1	

Calcolo fascia di rispetto	(lato sinistro)		
Valore limite induzione magnetica:	μ T	3	
Estensione fascia di rispetto:	m	-1	



Calcolo induzione magnetica:	B (μT)		
Coordinata punto di verifica: Yp	m	0	
Coordinata punto iniziale: Xp	m	0,5	
Passo di verifica	m	0,1	

Calcolo fascia di rispetto	(lato destro)		
Valore limite induzione magnetica:	μ T	3	
Estensione fascia di rispetto:	m	1	

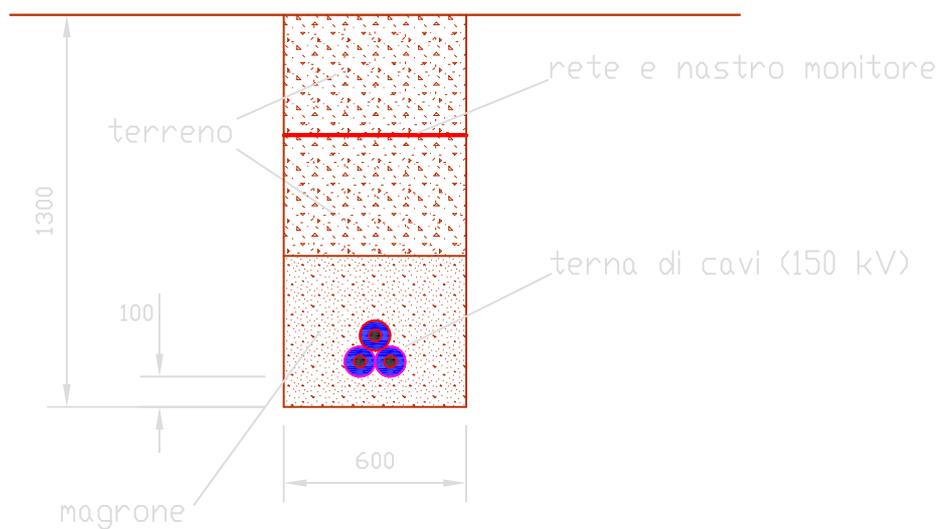


ALLEGATO 2

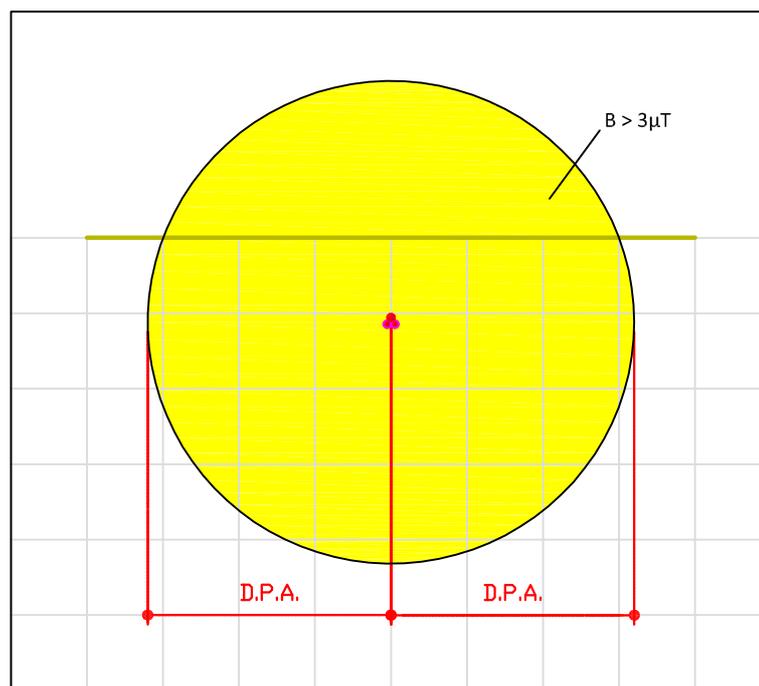
Schemi di posa con fasce di rispetto e DPA



A0 - N° 1 linea interrata (150 kV) - terna di cavi unipolari in alluminio disposti a trifoglio

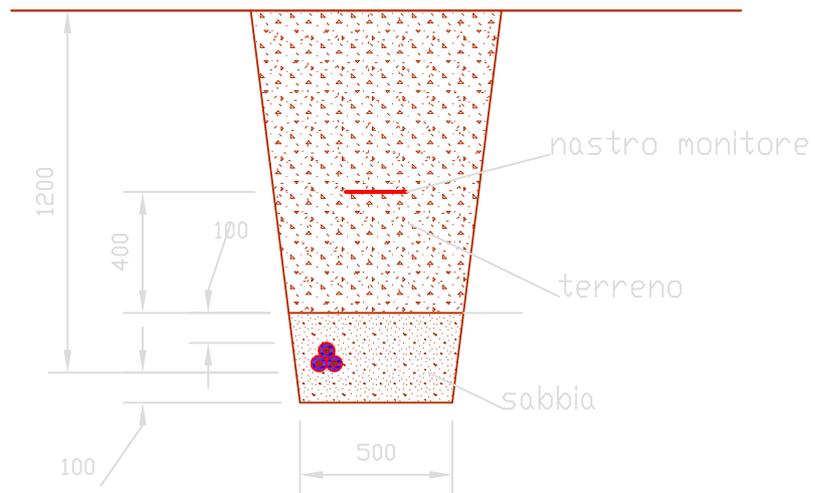


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

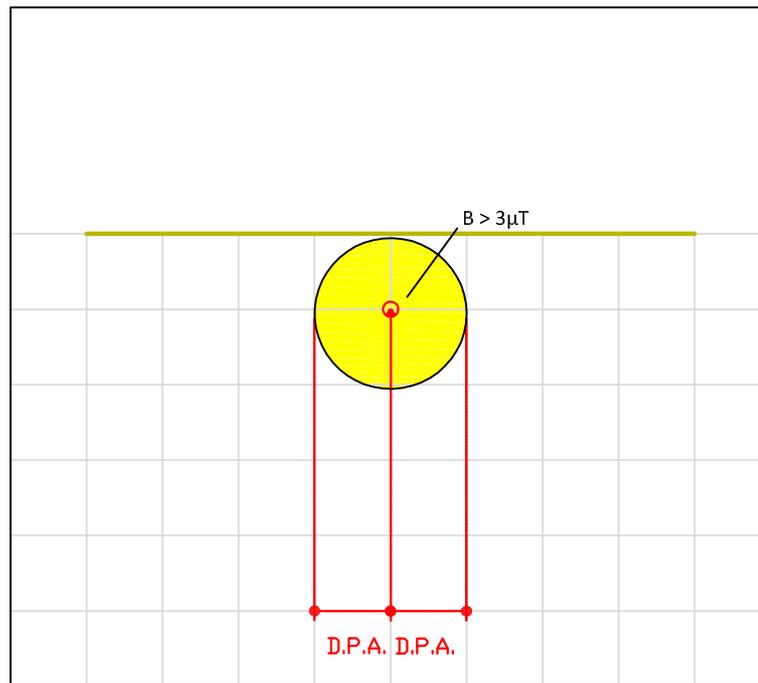


Configurazione: A0 – N° 1 linea interrata (150 kV)			
Diametro esterno [mm]	Sezione totale [mm ²]	Portata [A]	D.P.A. [m]
108	1600	1110	3,2

Tipo A - N° 1 linea interrata (30 kV) - terna di cavi unipolari in alluminio (1x95) disposti a trifoglio

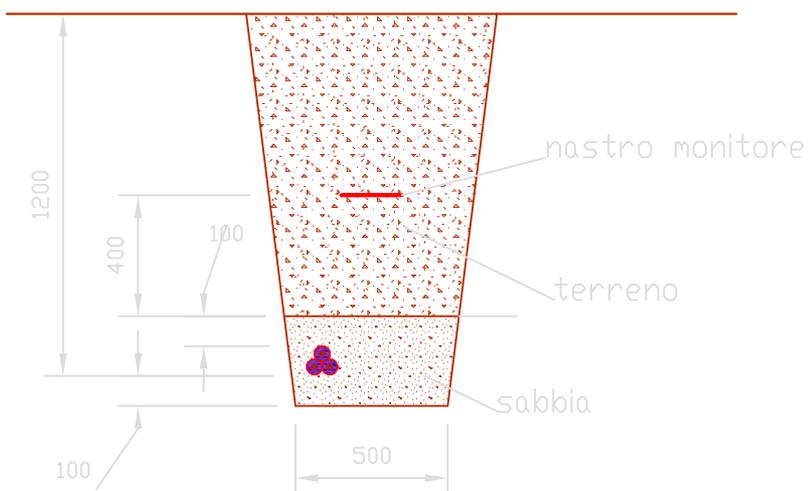


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

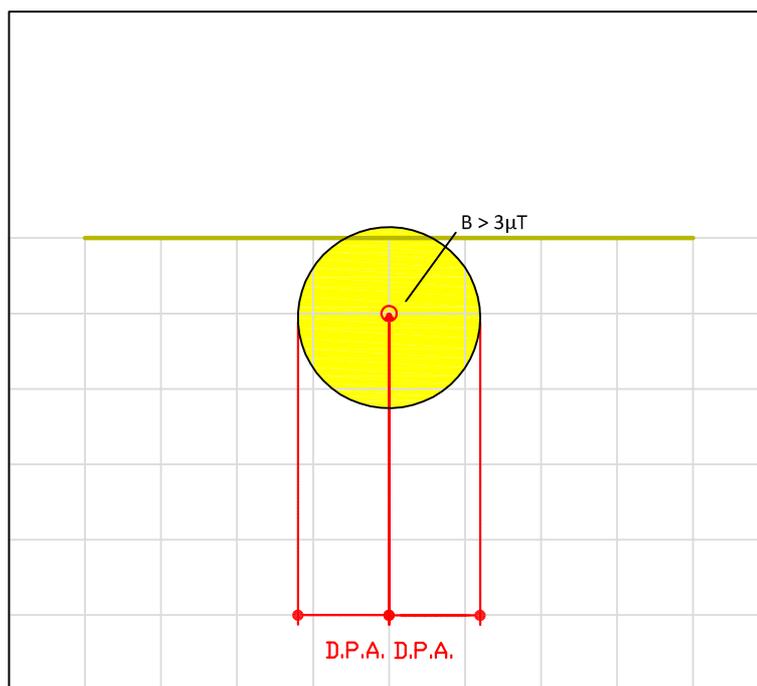


Configurazione: Tipo A – N° 1 linea interrata 3(1x95)			
Diametro esterno [mm]	Sezione totale [mm ²]	Portata [A]	D.P.A. [m]
42	95	244	1

Tipo A - N° 1 linea interrata (30 kV) - terna di cavi unipolari in alluminio (1x185) disposti a trifoglio

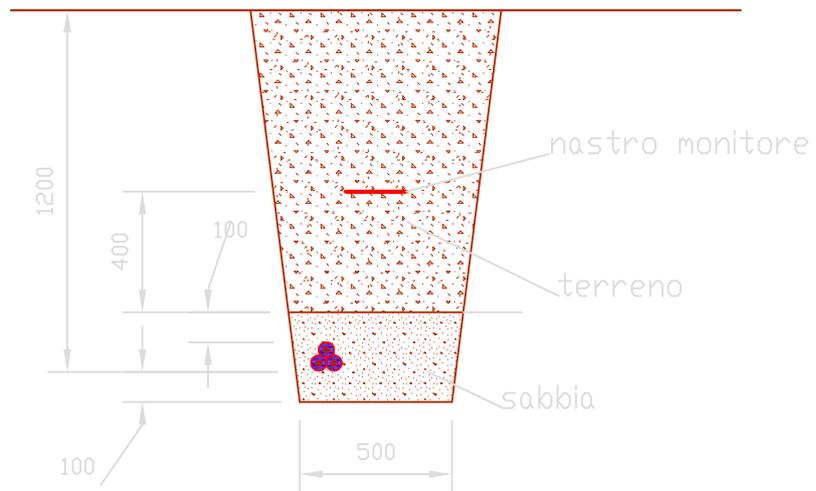


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

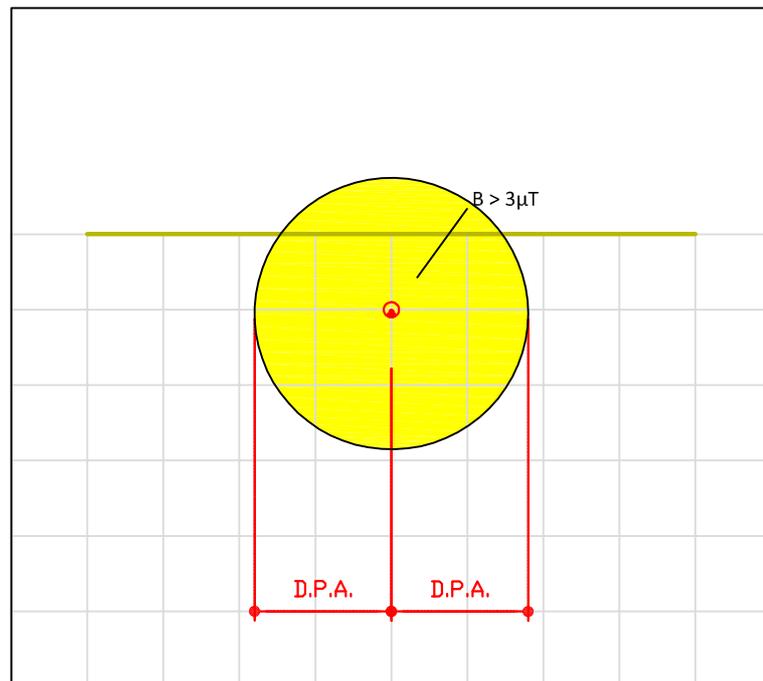


Configurazione: Tipo A – N° 1 linea interrata 3(1x185)			
Diametro esterno [mm]	Sezione totale [mm ²]	Portata [A]	D.P.A. [m]
45	185	351	1,2

Tipo A - N° 1 linea interrata (30 kV) - terna di cavi unipolari in alluminio (1x500) disposti a trifoglio

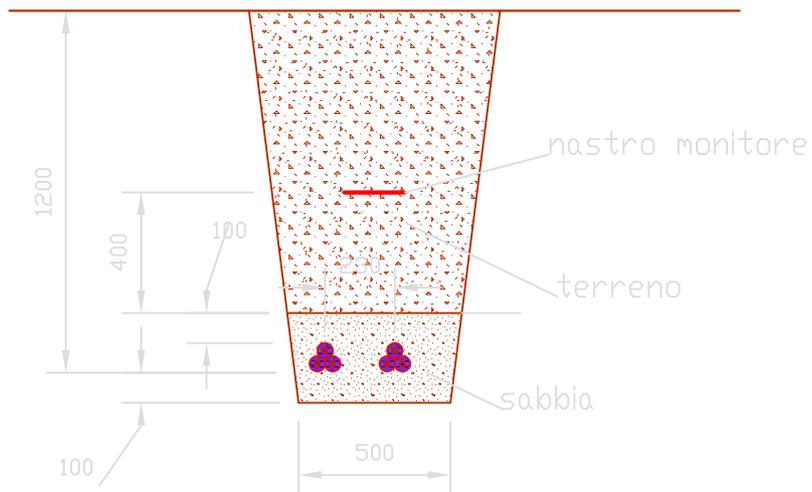


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

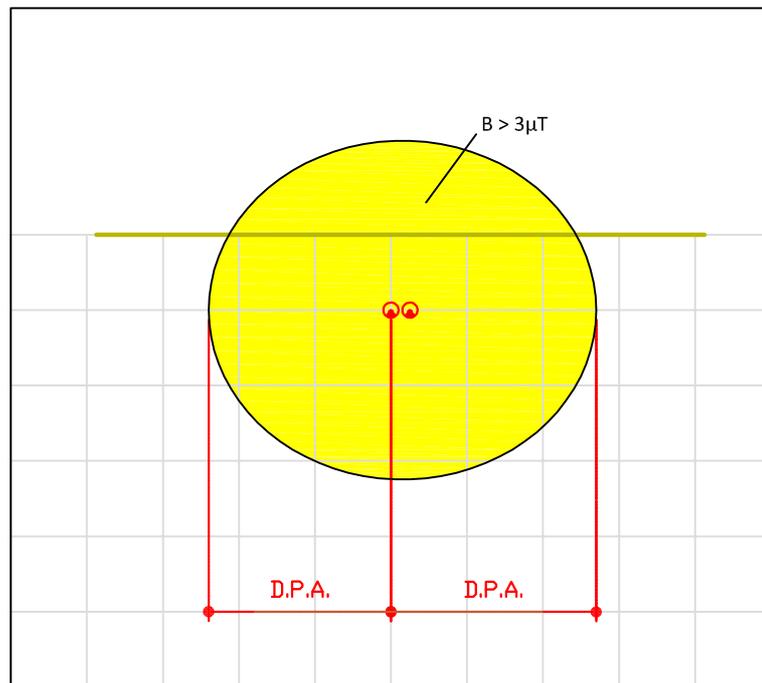


Configurazione: Tipo A – N° 1 linea interrata 3(1x500)			
Diametro esterno [mm]	Sezione totale [mm ²]	Portata [A]	D.P.A. [m]
58	500	650	1,8

Tipo B - N° 2 linee interrate (30 kV) -cavi unipolari in alluminio 3x(1x500) e 3x (1x500) a trifoglio

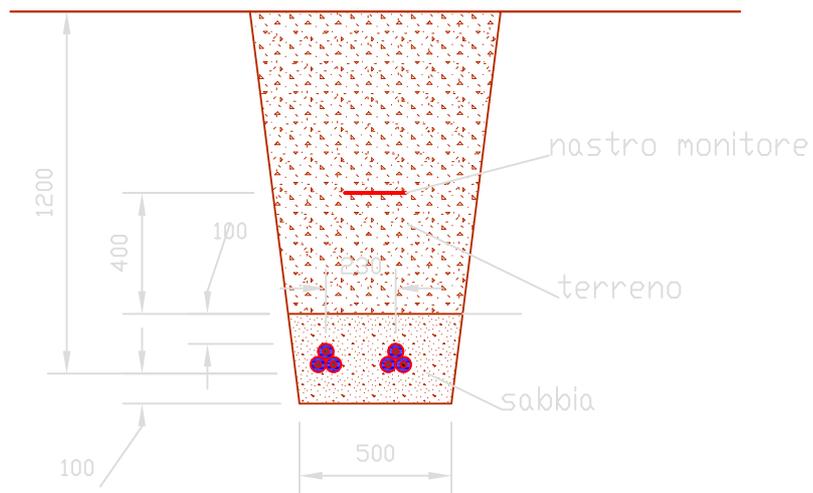


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

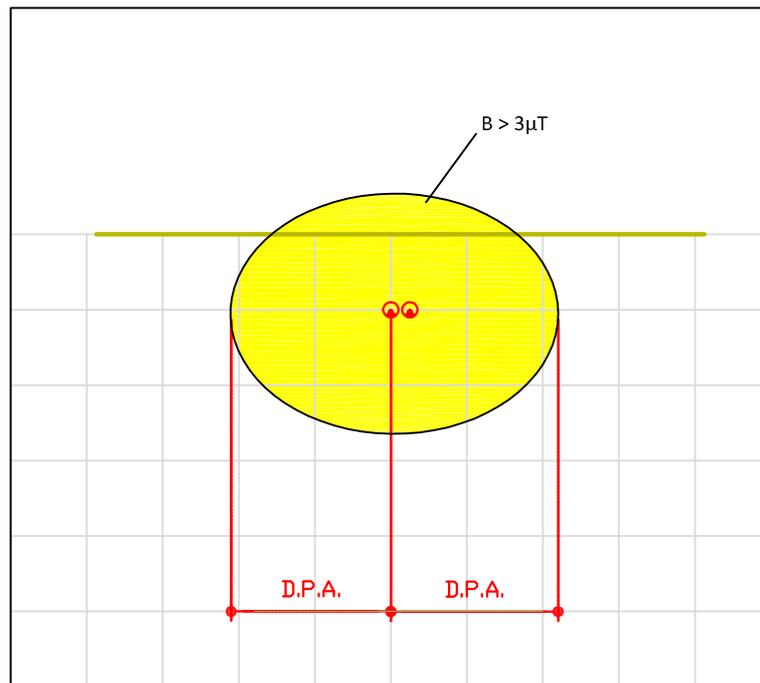


Configurazione: Tipo B – N° 2 linee parallele 3(1x500) – Distanza interlinea: 23 cm					
Linea	Diametro esterno [mm]	Sezione totale [mm ²]	Portata [A]	D.P.A. [m]	
1	58	500	650	2,4	2,7
2	58	500	650	(sinistra)	(destra)

Tipo B - N° 2 linee interrato (30 kV) - cavi unipolari in alluminio 3x(1x500) e 3x(1x185) a trifoglio

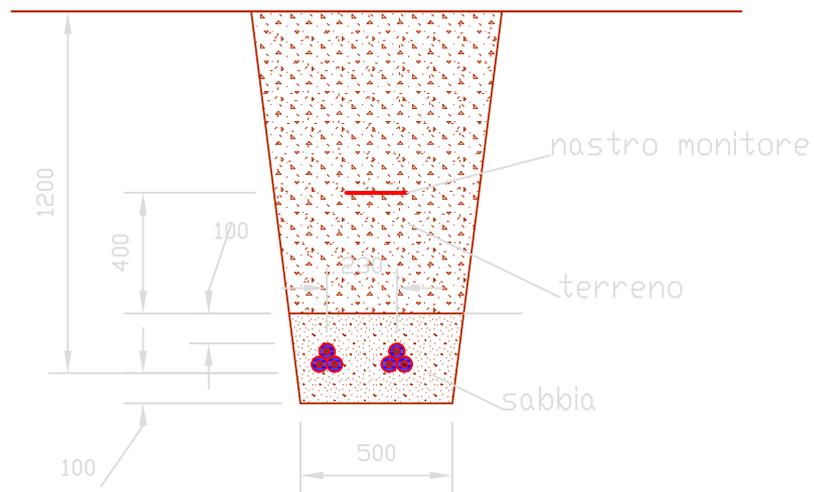


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

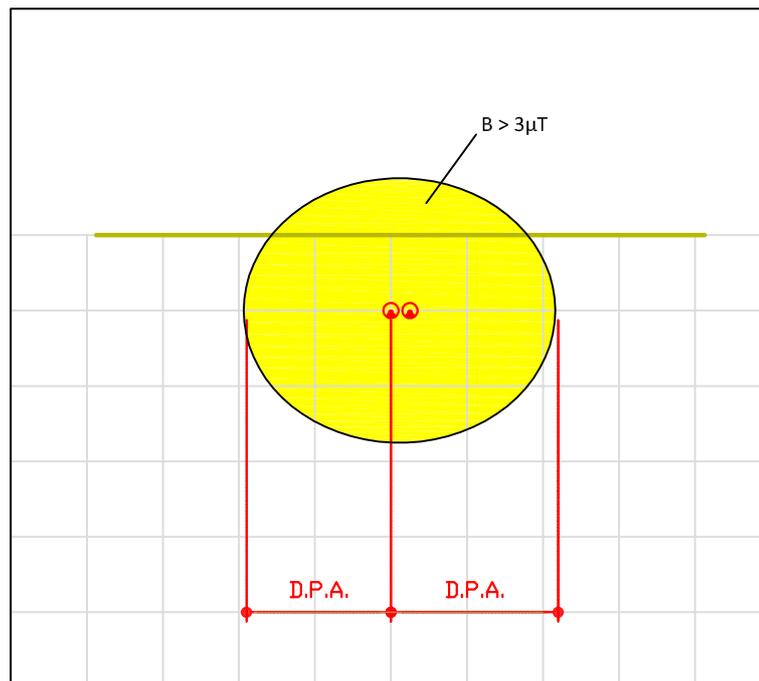


Configurazione: Tipo B – N° 2 linee parallele 3(1x500) e 3(1x185) – Distanza interlinea: 23 cm					
Linea	Diametro esterno [mm]	Sezione totale [mm ²]	Portata [A]	D.P.A. [m]	
1	85	500	650	2,1	2,2
2	45	185	351	(sinistra)	(destra)

Tipo B - N° 2 linee interrate (30 kV) - cavi unipolari in alluminio 3x(1x95) e 3x(1x500) a trifoglio

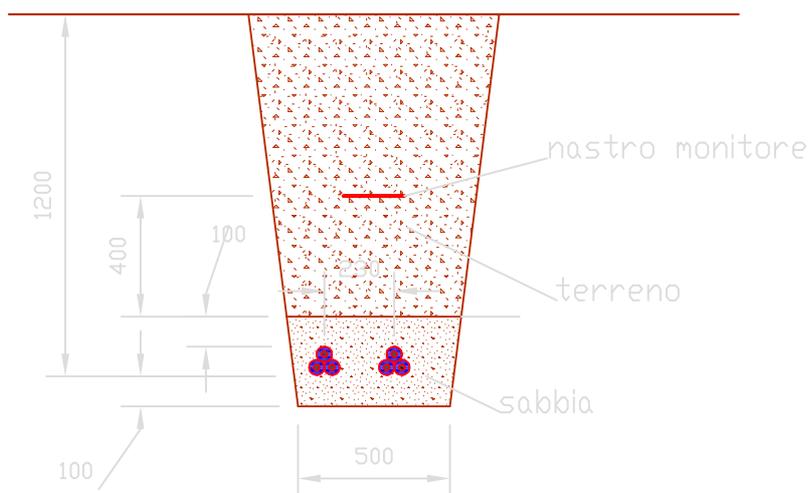


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

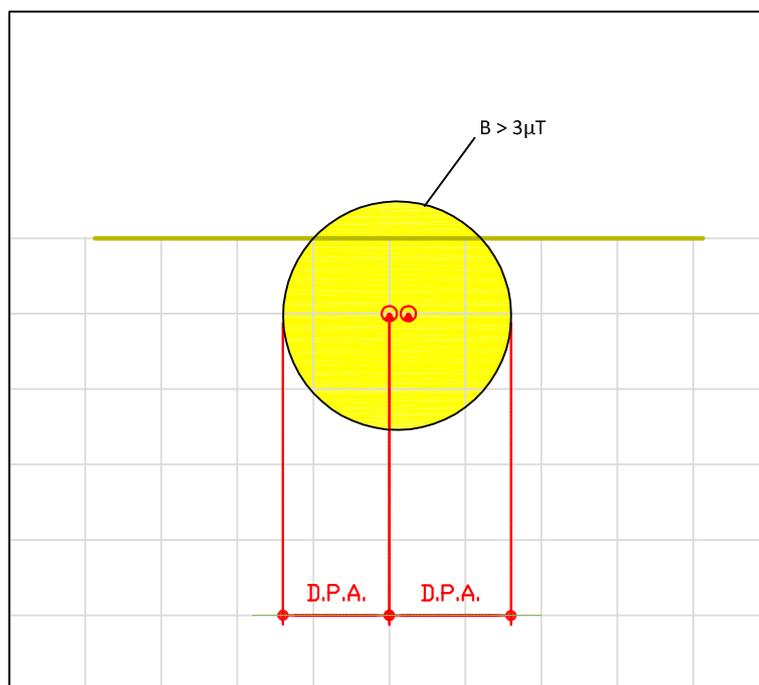


Configurazione: Tipo B – N° 2 linee parallele 3(1x95) e 3(1x500)– Distanza interlinea: 23 cm					
Linea	Diametro esterno [mm]	Sezione totale [mm ²]	Portata [A]	D.P.A. [m]	
1	42	95	244	1,9	2,2
2	58	500	650	(sinistra)	(destra)

Tipo B - N° 2 linee interrate (30 kV) - cavi unipolari in alluminio 3x(1x185) e 3x(1x95) a trifoglio



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



Configurazione: Tipo B – N° 2 linee parallele 3(1x185) e 3(1x95) – Distanza interlinea: 23 cm					
Linea	Diametro esterno [mm]	Sezione totale [mm ²]	Portata [A]	D.P.A. [m]	
1	45	185	351	1,4	1,6
2	42	95	244	(sinistra)	(destra)

ALLEGATO 3

Schede tecniche cavi AT e MT



ARE4H5(AR)EX AIR BAG™ COMPACT



Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

Isolante

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igroespandente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
($R_{max} 3\Omega/Km$)

Protezione meccanica

Materiale Polimerico (Air Bag)

Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Marcatura

PRYSMIAN (**) ARE4H5(AR)EX <tensione>
<sezione> <fase 1/2/3> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei

Terminali

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard

HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied
($R_{max} 3\Omega/Km$)

Mechanical protection

Polymeric material (Air Bag)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (**) ARE4H5(AR)EX <rated voltage>
<cross-section> <phase 1/2/3> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter
Ink-jet meter marking

Applications

According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)

TEMPERATURA
FUNZIONAMENTO /
OPERATING
TEMPERATURE



TEMPERATURA
CORTOCIRCUITO /
SHORT-CIRCUIT
TEMPERATURE



RIGIDO /
RIGID



Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA
MIN. DI POSA -25 °C /
MINIMUM
INSTALLATION
TEMPERATURE -25 °C



CANALE
INTERRATO /
BURIED
TROUGH



TUBO INTERRATO /
BURIED DUCT



DIRETTAMENTE
INTERRATO /
DIRECTLY
BURIED



ARIA LIBERA /
OPEN AIR



INTERRATO CON
PROTEZIONE /
BURIED WITH
PROTECTION



ARE4H5(AR)EX AIR BAG™ COMPACT

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5(AR)EX

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura
<i>conductor cross-section</i>	<i>conductor diameter</i>	<i>diameter over insulation</i>	<i>nominal outer diameter</i>	<i>weight</i>	<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	posa in aria	posa interrata	
		p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
<i>conductor cross-section</i>	<i>open air installation</i>	<i>underground installation</i>	
(mm ²)	(A)	p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	34,5	2430	690
70	9,7	20,8	35,5	2660	690
95	11,4	22,1	37,0	3010	730
120	12,9	23,2	38,2	3300	760
150	14,0	24,3	39,5	3640	780
185	15,8	26,1	41,3	4120	820
240	18,2	28,5	44,0	4770	860
300	20,8	31,7	47,6	5730	950

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	184	166	129
70	227	203	157
95	275	243	187
120	317	276	212
150	358	309	236
185	411	350	267
240	486	407	309
300	561	461	349

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	40,7	3330	820
70	9,7	25,6	40,8	3450	820
95	11,4	26,5	41,8	3730	840
120	12,9	27,4	42,9	4050	860
150	14,0	28,1	43,6	4310	860
185	15,8	29,5	45,1	4740	900
240	18,2	31,5	47,4	5440	950
300	20,8	34,7	50,9	6360	1010

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	187	167	131
70	231	204	159
95	279	244	189
120	321	277	214
150	361	310	238
185	415	351	269
240	489	408	311
300	563	459	350

ARE4H5(AR)E AIR BAG™ COMPACT



Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

Isolante

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igroespandente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
($R_{max} 3\Omega/Km$)

Protezione meccanica

Materiale Polimerico (Air Bag)

Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Marcatura

PRYSMIAN (**) ARE4H5(AR)E <tensione>
<sezione> <fase 1/2/3> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei

Terminali

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard

HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied
($R_{max} 3\Omega/Km$)

Mechanical protection

Polymeric material (Air Bag)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (**) ARE4H5(AR)E <rated voltage>
<cross-section> <phase 1/2/3> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter
Ink-jet meter marking

Applications

According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)

TEMPERATURA
FUNZIONAMENTO /
OPERATING
TEMPERATURE

90°C

TEMPERATURA
CORTOCIRCUITO /
SHORT-CIRCUIT
TEMPERATURE

250°C

RIGIDO /
RIGID



Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA
MIN. DI POSA -25 °C /
MINIMUM
INSTALLATION
TEMPERATURE -25 °C



CANALE
INTERRATO /
BURIED
TROUGH



TUBO INTERRATO /
BURIED DUCT



DIRETTAMENTE
INTERRATO /
DIRECTLY
BURIED



ARIA LIBERA /
OPEN AIR



INTERRATO CON
PROTEZIONE /
BURIED WITH
PROTECTION



ARE4H5(AR)E AIR BAG™ COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5(AR)E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura
<i>conductor cross-section</i>	<i>conductor diameter</i>	<i>diameter over insulation</i>	<i>nominal outer diameter</i>	<i>weight</i>	<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
<i>conductor cross-section</i>	<i>open air installation trefoil</i>	<i>underground installation trefoil p=1 °C m/W</i>	<i>underground installation trefoil p=2 °C m/W</i>
(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	34,5	810	460
70	9,7	20,8	35,5	890	480
95	11,4	22,1	37,0	1000	490
120	12,9	23,2	38,2	1100	510
150	14,0	24,3	39,5	1210	520
185	15,8	26,1	41,3	1370	530
240	18,2	28,5	44,0	1620	590
300	20,8	31,7	47,6	1900	630
400	23,8	34,9	51,3	2300	690
500	26,7	37,8	54,5	2710	730
630	30,5	42,4	59,5	3310	800

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	184	166	129
70	227	203	157
95	275	243	187
120	317	276	212
150	358	309	236
185	411	350	267
240	486	407	309
300	561	461	349
400	655	526	398
500	759	599	452
630	881	682	513

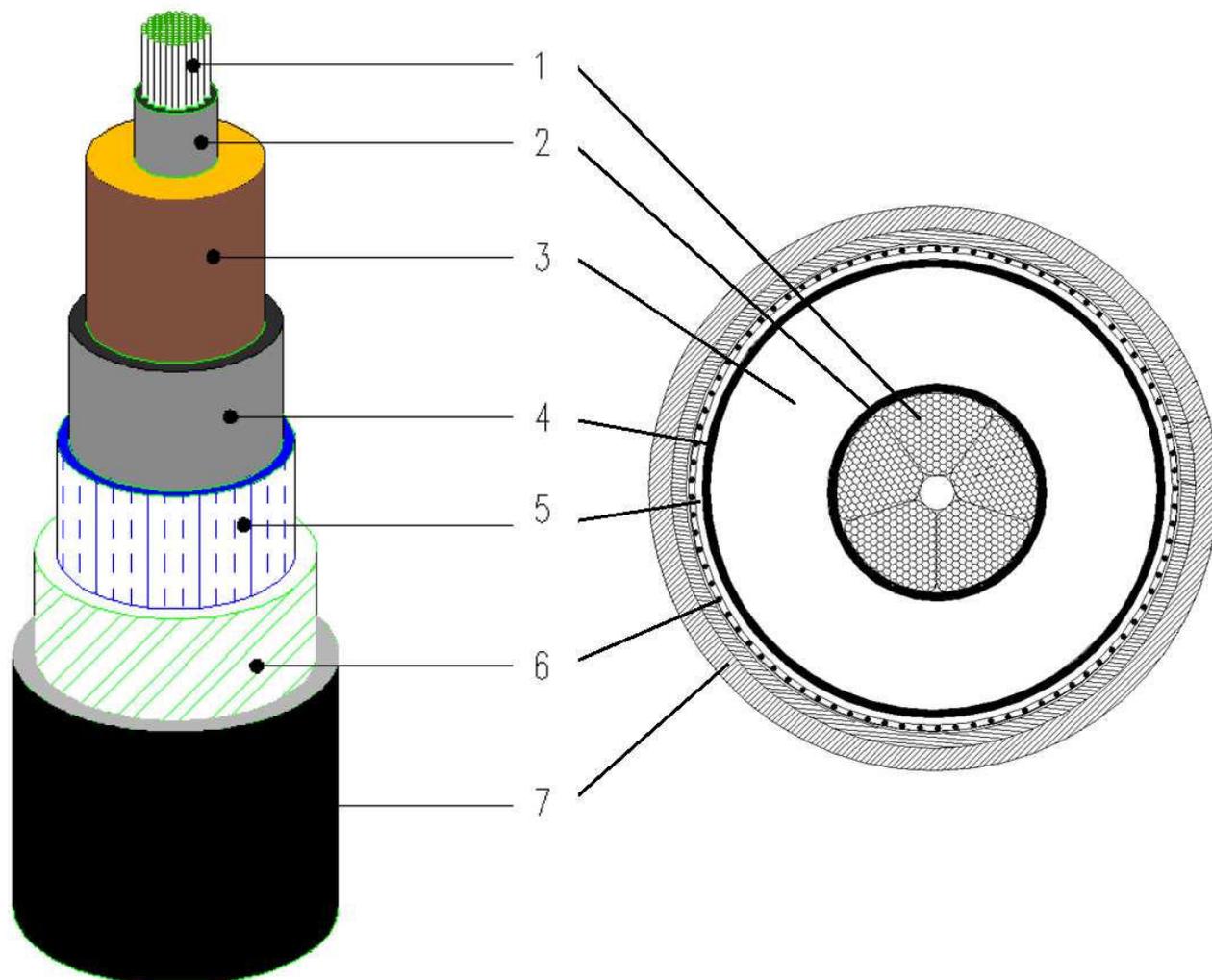
Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	40,7	1110	550
70	9,7	25,6	40,8	1150	550
95	11,4	26,5	41,8	1240	560
120	12,9	27,4	42,9	1350	580
150	14,0	28,1	43,6	1440	580
185	15,8	29,5	45,1	1580	600
240	18,2	31,5	47,4	1810	630
300	20,8	34,7	50,9	2120	670
400	23,8	37,9	54,6	2520	730
500	26,7	41,0	58,1	2970	770
630	30,5	45,6	63,0	3590	840

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	187	167	131
70	231	204	159
95	279	244	189
120	321	277	214
150	361	310	238
185	415	351	269
240	489	408	311
300	563	459	350
400	657	526	399
500	761	650	453
630	883	682	515

CAVO ARE4H1H5E – 170 kV – 1 x 1600 mm²



1	Conduttore	Corda rotonda compatta (tamponata) a fili di alluminio
2	Schermo semiconduttivo	Mescola estrusa semiconduttiva
3	Isolamento	XLPE
4	Schermo semiconduttivo	Mescola estrusa semiconduttiva
5	Tamponamento longitudinale	Nastro semiconduttivo rigonfiante
6	Schermo metallico	Nastro longitudinale di Al ricoperto
7	Guaina esterna	Polietilene (grafitato)
Diametro esterno ca. (mm)		108
Sezione conduttore (mm ²)		1600
Tensione massima (kV)		170
Portata nominale per posa in piano (A)		1000
Corrente termica di cortocircuito dello schermo (kA)		31.5 (per 0.5sec)