



Statkraft



Per Ski 21 S.r.l.

ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE

WINDFARM IGLESIAS

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI

HH0694A-IG-PD-EE-09



0		Emissione finale			
A	29/09/2023	Emesso per commenti	3E	3E	MAXXI
Rev.	Data di emissione	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato

WSP E&IS Italy S.r.l



Via S. Caboto, 15 – 20094 Corsico- Milan – Italy

Tel. +39 02 4486 1 - Capitale Sociale i.v. € 190.000,00

Codice Fiscale/Partita IVA/Reg. Imprese Milano 12363640967 – R.E.A. MI N° 2656546



PEC: Environment.infrastructure@legalmail.it

Fatturazione Elettronica: Codice Destinatario ISHDUAE – PEC: invoices-woodplc@legalmail.it



 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 2 a 40

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	PREMESSA.....	4
2	Norme tecniche	5
3	caratteristiche tecniche dell'impianto	6
3.1	Generalità	6
3.2	Cabina di consegna	8
3.3	Descrizione del tracciato.....	8
3.4	Descrizione dell'opera.....	9
3.5	Comuni e Province interessate	9
3.6	Attraversamenti.....	9
3.7	Caratteristiche dei cavi MT.....	10
3.8	Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia.....	12
3.9	Fibre ottiche.....	14
	Caratteristiche tecniche	14
4	Progettazione della canalizzazione	15
4.1	Giunzioni, terminazioni ed attestazioni.....	15
	Giunzione cavi MT/AT	15
	Terminazione ed attestazione cavi MT/AT	16
	Giunti di isolamento cavi MT	17
	Terminazione ed attestazione cavi in fibra ottica	17
4.2	Modalità di posa.....	17
	Generalità	17
	Modalità di posa dei cavi MT/AT.....	18
	Posa dei cavi direttamente interrati	18
	Modalità di posa dei conduttori di terra	20
	4.2.1.1 Modalità di posa della fibra ottica	20
	Coesistenza tra cavi elettrici ed altre condutture interrate.....	21
	4.2.1.2 Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici.....	21
	4.2.1.3 Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione.....	21
	4.2.1.4 Parallelismo tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione.....	22
	4.2.1.5 Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni o strutture metalliche interrate	22
5	CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	24
5.1	CAMPI ELETTROMAGNETICI INTERNI ALL'IMPIANTO	24

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 3 a 40

Linee elettriche in corrente alternata	24
5.1.1.1 Configurazioni di calcolo	24
5.1.1.2 Calcolo delle fasce di rispetto	31
Linee elettriche in corrente alternata a 36 kV	35
5.1.1.3 Configurazioni di calcolo	35
5.1.1.1 Calcolo del campo magnetico indotto.....	36
5.1.1.2 Calcolo delle fasce di rispetto.....	38
6 PRECISAZIONI	40

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 4 a 40

1 INTRODUZIONE

Il presente documento è stato predisposto da parte di WSP E&IS Italy S.r.l., parte di WSP Group (qui di seguito WSP E&IS) su incarico di SKI 21 s.r.l. (qui di seguito SK) e costituisce la relazione di calcolo preliminare impianti elettrici del Progetto Definitivo redatto, insieme con i suoi allegati, ed esaminato nello Studio di Impatto Ambientale predisposto ai fini della richiesta di Valutazione di Impatto Ambientale.

1.1 PREMESSA

Il parco eolico è costituito da **n.6 aerogeneratori** per una potenza complessiva dell'impianto stimabile in **39,6 MWp**.



Il collegamento elettrico tra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica di Gonnese, di futura realizzazione, avverrà attraverso una linea in media tensione a 30 kV che seguirà prevalentemente il tracciato delle strade esistenti e in minima parte il tracciato di quelle di nuova realizzazione (nuove strade di interconnessione degli aerogeneratori e strada di accesso alla sottostazione elettrica).

L'energia prodotta dai due sottocampi sopra detti verrà convogliata direttamente alla cabina di consegna collocata all'interno della stazione d'utenza, ubicata nel comune di Gonnese.

La stazione d'utenza (30/36 kV) di Iglesias (SU), tramite un trasformatore MT/AT, la convoglierà successivamente alla nuova stazione di rete (220/36 kV) di Gonnese adiacente alla stazione d'utenza. Tale nuova stazione RTN sarà collegata in entra-esce sulla linea RTN esistente a 220 kV "Sulcis - Oristano".



L'energia elettrica prodotta dall'impianto concorrerà al raggiungimento dell'obiettivo di incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, coerentemente con gli accordi siglati a livello comunitario dall'Italia.

L'impianto sarà destinato a funzionare in parallelo alla rete elettrica nazionale in modo da immettere energia da fonte rinnovabile in rete e contribuendo al potenziamento della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile su territorio nazionale.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 5 a 40

2 NORME TECNICHE

- [1] Norma CEI 99-2 "Impianti elettrici con tensione superiore ad 1kV in corrente alternata"
- [2] Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore ad 1kV in corrente alternata"
- [3] Norma CEI 11-17 "Norme per gli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo"
- [4] Norma CEI 20-21 "Calcolo delle portate dei cavi elettrici"
- [5] Norma CEI 20-27 "Sistema di designazione dei cavi di energia e per segnalamento"
- [6] Norma CEI 20-29 "Conduttori per cavi isolati"
- [7] Norma CEI 7-1 "Corde di rame"
- [8] Norma CEI 20-13 "Cavi isolanti con gomma EPR con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 33 kV)"
- [9] Norma CEI 20-14 "Cavi isolanti con polivinilcloruro di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 33 kV)"
- [10] Norma CEI 20-11 "Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine per energia"
- [11] Norma CEI 20-22 "Prova dei cavi non propaganti l'incendio"
- [12] Norma CEI 20-36 "Prove di resistenza al fuoco dei cavi elettrici"
- [13] Norma CEI 20-37 "Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici"

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 6 a 40

3 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO

3.1 Generalità

L'impianto eolico di Iglesias è costituito da 6 (sei) aerogeneratori, ciascuno dei quali comprende un generatore asincrono trifase ($V=690V$, $P_{max}=6600kW$) collegato al rispettivo trasformatore MT/BT di macchina ($30/0.69kV$, $A=6600 kVA$). I sei gruppi di generazione sono stati suddivisi in due sottocampi aventi potenza di 19,8 MW. Le motivazioni che portano alla necessità di suddividere l'impianto in sottocampi sono le seguenti:



- la sezione e quindi la dimensione dei cavi di interconnessione fra i vari generatori risulta ridotta facilitandone la posa;
- in caso di disservizio di un sottocampo, l'impianto può continuare la produzione nella parte restante dei sottocampi, con una perdita di produttività relativamente contenuta.

Gli aerogeneratori sono tra loro connessi attraverso una linea in media tensione a 30 kV, realizzata in cavo con collegamento di tipo "entra-esci". L'energia prodotta dai due sottocampi sopra detti viene convogliata direttamente alla cabina di consegna collocata all'interno della stazione d'utenza, ubicata nel comune di Gonnese. La stazione d'utenza (30/36 kV) di Iglesias (SU), tramite un trasformatore MT/AT, l'energia prodotta viene convogliata successivamente alla nuova stazione di rete (220/36 kV) di Gonnese adiacente alla stazione d'utenza. Tale nuova stazione RTN sarà collegata in entra-esce sulla linea RTN esistente a 220 kV "Sulcis - Oristano".

Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione relativi alle macchine fino al quadro MT compreso.

L'impianto elettrico in oggetto comprende sistemi di categoria 0, I, II e III ed è esercito alla frequenza di 50 Hz. Si distinguono le seguenti parti:

- il sistema AT a 36 kV c.a., esercito con neutro isolato;
- il sistema MT a 30 kV c.a., esercito con neutro isolato;
- il sistema BT a 690 V c.a., esercito con neutro a terra (montante aerogeneratore);
- il sistema BT a 400 V c.a., esercito con neutro a terra (servizi ausiliari BT);

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 7 a 40

- Il sistema a 110 V c.c., per l'alimentazione dei servizi ausiliari della cabina di macchina e di centrale

L'intero impianto è pertanto composto dalle seguenti strutture:

n°1 stazione d'utenza

n°6 aerogeneratori

Nella seguente Figura 3.1 è riportato lo schema unifilare semplificato dell'impianto.

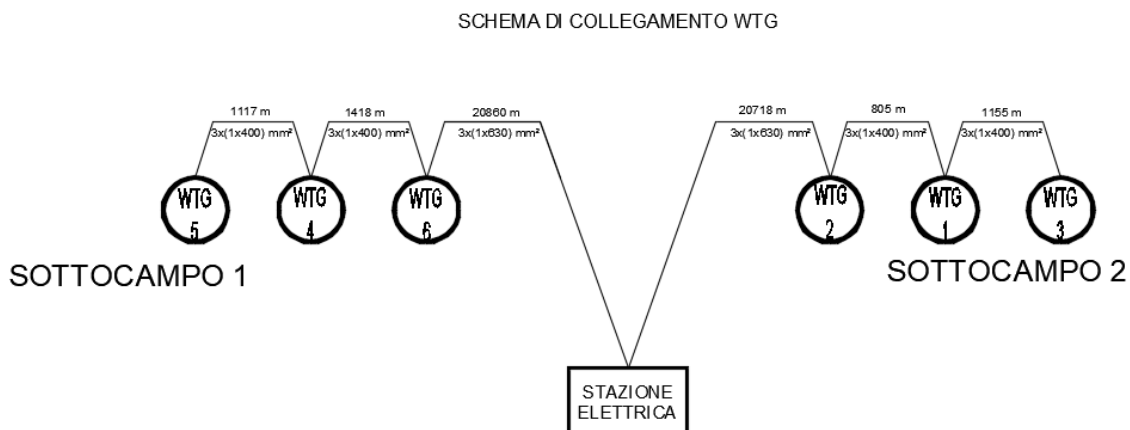




Figura 3.1: schema unifilare semplificato dell'impianto eolico di Iglesias (SU)

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 8 a 40

3.2 Cabina di consegna

La cabina di consegna è collocata all'interno della stazione d'utenza e comprende le seguenti apparecchiature:

- quadro MT a 30 kV su cui si attestano gli arrivi dall'impianto e l'interfaccia con il trasformatore, con le funzioni di sezionamento, comando e protezione;
- trasformatore TR-SC MT/BT (30/0.4 kV) da 160 kVA di alimentazione dei servizi ausiliari cabina d'impianto;
- quadro BT di alimentazione dei servizi ausiliari di cabina;
- unità di alimentazione protetta costituita da raddrizzatore, batteria protezione, comando e supervisione della centrale;
- (110Vcc) ed inverter per le alimentazioni delle apparecchiature di unità di acquisizione dei parametri di supervisione proveniente dalle macchine, elaborazione, archiviazione e trasmissione al posto di teleconduzione remoto dell'impianto.
- Quadro AT a 36 kV per la consegna a TERNA.



3.3 Descrizione del tracciato

Il tracciato dell'elettrodotto in oggetto, riportato nella tavola allegata "HH0694A-IG-PD-PL-16 - PLANIMETRIE RETI ELETTRICHE INTERNE AL SITO", è stato studiato secondo quanto previsto dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Tale tracciato avrà una lunghezza complessiva di circa 20 km, ricadente nel Comune di Iglesias Carbonia e Gonnese (SU).

Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- evitare di interessare nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 9 a 40

- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- transitare su aree di minore pregio interessando prevalentemente aree agricole e sfruttando la viabilità di progetto dell'impianto eolico.

3.4 Descrizione dell'opera

Il collegamento in cavo in esame segue per quanto possibile l'andamento di strade asfaltate e sterrate presenti nel sito. Le strade asfaltate interessate sono quasi esclusivamente Strade Provinciali o Comunali: in particolare la SP n° 2. I cavidotti si estendono per una lunghezza complessiva di circa 24 km e sono suddivisi in 5 diverse tipologie di posa, di cui 4 per strade sterrate e 1 per strade asfaltate. Le 4 tipologie di posa utilizzate per le strade sterrate sono le seguenti: circa 1,9 km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "A", circa 1,2 Km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "B", circa 1,2 Km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "C", circa 4,4 Km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "D," tipologia di posa utilizzata per le strade asfaltate è la seguente: circa 15,6 km sono costituiti da cavidotti con sezione di tipo "D". Tutte le sezioni utilizzate sono mostrate nella tavola "HH0694A-IG-PD-PL-16- PLANIMETRIE RETI ELETTRICHE INTERNE AL SITO".



3.5 Comuni e Province interessate

PROVINCE: Sud sardegna

COMUNI: Iglesias – Carbonia - Gonnese

3.6 Attraversamenti

L'elenco delle opere attraversate è riportato nell'elaborato allegato "HH0694A-IG-PD-PL-12- PLANIMETRIA DELLE INTERFERENZE", dove gli attraversamenti sono individuati con un numero d'ordine riportato nell'allegato stesso.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 10 a 40

3.7 Caratteristiche dei cavi MT

I cavi per le linee MT avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- Designazione: ARE4H5E
- Conduttori a corda rotonda compatta di alluminio.
- Grado di isolamento: 18/30 kV
- Sezione nominale ≥ 70 mm²
- Tensione nominale: 30 kV
- Corrente massima di esercizio: 846 A (*) calcolata con $\cos\phi=0,9$
- Potenza Nominale: 39,6 MW (*)
- Frequenza Nominale: 50 Hz

(*) riferita alla producibilità massima totale dell'impianto

Nella figura seguente è riportata la composizione tipica dei cavi.

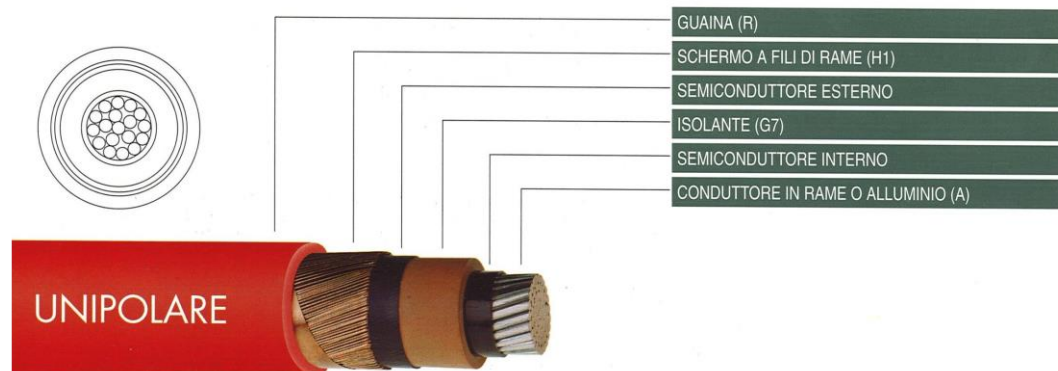




Figura 3.2: composizione tipica cavo unipolare

Essi saranno distribuiti come di seguito riportato.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 11 a 40



Sottocampo n. 1

Da	a	D [m]	n° WTG	U(kV)	Ib [A]	Cavo	vie parall.	S [mm ²]
WTG5	WTG4	1117	1	30	141.13	ARE4H5E	1	1 x 400
WTG4	WTG6	1418	2	30	282.26	ARE4H5E	1	1 x 400
WTG6	CABINA	20860	3	30	423.39	ARE4H5E	2	1 x 630

Sottocampo n. 2

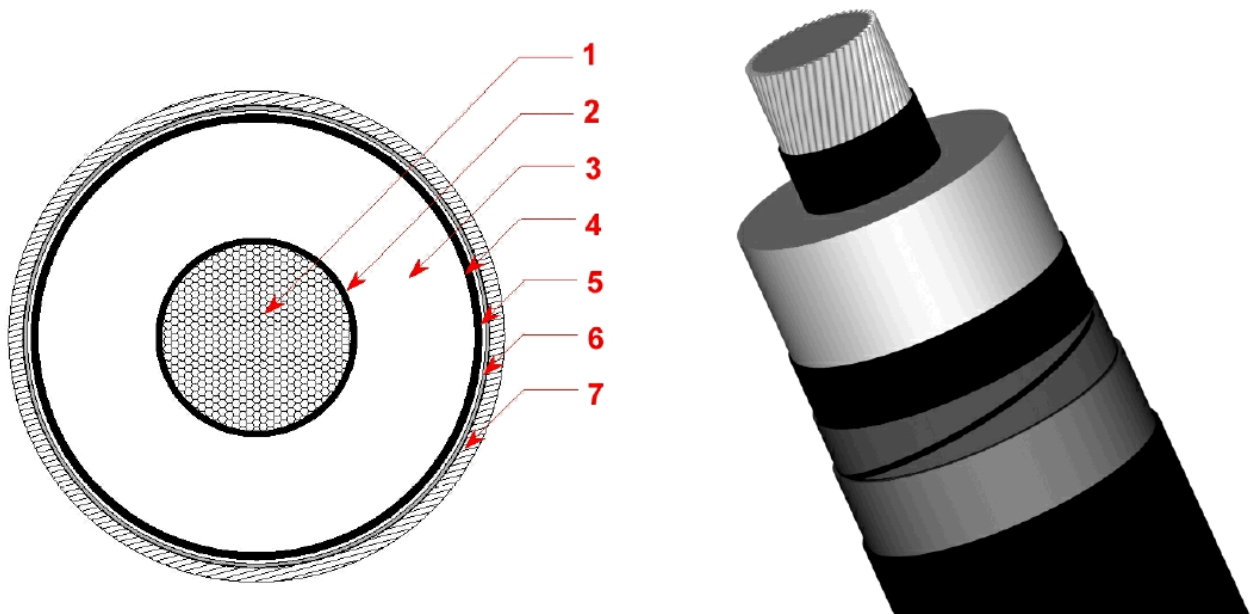
Da	a	D [m]	n° WTG	U(kV)	Ib [A]	Cavo	vie parall.	S [mm ²]
WTG3	WTG1	1155	1	30	141.13	ARE4H5E	1	1 x 400
WTG1	WTG2	805	2	30	282.26	ARE4H5E	1	1 x 400
WTG2	CABINA	20718	3	30	423.39	ARE4H5E	2	1 x 630

Il dimensionamento sopra elencato potrà subire modeste variazioni in sede di progettazione esecutiva.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 12 a 40



3.8 Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia

Ciascun cavo d'energia a 36 kV (isolato a 45 kV) sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione pari a 400 mm² tamponato (1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in polietere reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata (6), rivestimento in polietene 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

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 13 a 40

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 1,20 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 monitor in PVC – profondità	1,00 m circa



 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 14 a 40

3.9 Fibre ottiche

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche del cavo a fibre ottiche di tipo multimodale adatto alla posa aerea ed interrata

Caratteristiche tecniche

	TIPO DI FIBRA OTTICA
	Monomodale
Numero delle fibre	12/24
Tipo di fibra	9/125/250
Diametro cavo	9 mm
Elementi di rinforzo antiroditoro	Filati di vetro o aramidici
Guaina esterna	LSZH – UV (bassa emissione di fumi e assenza di gas tossici, resistente ai raggi UV)
Peso del cavo	75 kg/km circa
Massima trazione a lungo termine	3000 N
Massima trazione a breve termine	4000 N
Minimo raggio di curvatura in installazione	20 cm
Minimo raggio di curvatura in servizio	15 cm

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 15 a 40

4 PROGETTAZIONE DELLA CANALIZZAZIONE

Per Canalizzazione si intende l'insieme del canale, delle protezioni e degli accessori indispensabili per la realizzazione di una linea in cavo sotterraneo (trincea, riempimenti, protezioni segnaletica). La norma che regola questa materia è la norma CEI 11-17, riempimenti esclusi.

In particolare la norma stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare, in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e degli abituali attrezzi manuali di scavo (resistenza a urto).

La protezione meccanica supplementare non è necessaria se i cavi MT sono posati ad una profondità superiore a 1,7 m.

Per quanto attiene le profondità minime di posa nel caso di attraversamento della sede stradale vale il Nuovo Codice della Strada che fissa un metro, dall'estradosso della protezione, per le strade di uso pubblico, mentre valgono le profondità minime stabilite dalla norma CEI 11-17 per tutti gli altri suoli e le strade ad uso privato.

In posizione sovrastante la protezione deve essere posato il nastro monitor, che avvisi della presenza del cavo.

La presenza dei cavi nel sottosuolo di strade asfaltate è opportuno che venga segnalata in superficie mediante l'apposizione, indicativamente a distanza di 50 m l'uno dall'altro e comunque in ogni deviazione di tracciato, di segnaletori di posizione cavi e giunti.



Nei casi di posa in terreni agricoli la presenza del cavo deve essere segnalata tramite paletti portanti cartelli indicatori "presenza cavo".

4.1 Giunzioni, terminazioni ed attestazioni

Giunzione cavi MT/AT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT/AT disponibile (lunghezza media della pezzatura 500 m), si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 16 a 40

Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-24 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti.

L'esecuzione delle giunzioni sarà effettuata secondo le seguenti indicazioni:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

Ad operazione conclusa devono essere applicate delle targhe identificatrici su ciascun giunto in modo da poter individuare l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione.

Terminazione ed attestazione cavi MT/AT

Tutti i cavi MT/AT posati dovranno essere terminati da entrambe le estremità.



Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, si deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Lo schermo dovrà essere collegato a terra da entrambe le estremità.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta ad identificare esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T).

I cavi per l'impianto di media tensione a 30 kV saranno in alluminio di tipo unipolare schermati armati e quindi, oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo. Tale armatura, che rimane esterna rispetto al terminale, sarà collegata a terra nel seguente modo:

- tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;
- tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;
- tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).
- La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo. Tale messa a terra sarà connessa insieme alla messa a terra dello schermo. Il cavo di rame per la messa a terra sia dell'armatura che dello schermo deve avere una sezione di 35mm².

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 17 a 40

Giunti di isolamento cavi MT

Sui cavi M.T. in uscita dalla cabina d'impianto dovranno essere realizzati i giunti di isolamento tra gli schermi dei due diversi impianti di terra (dispersore di terra della stazione elettrica e dispersore di terra dell'impianto eolico).

I giunti di isolamento dovranno garantire la tenuta alla tensione che si può stabilire tra i due schermi dei cavi MT e dovranno essere realizzati in modo tale da ottenere una ottimale distribuzione del campo elettrico (campo tipo radiale) evitando pericolose concentrazioni di campo elettrico per spigolosità.

Sui giunti realizzati dovranno essere incluse targhe identificative di esecuzione giunti su cui devono essere riportati (mediante incisione) il nominativo dell'esecutore e la data di esecuzione dei giunti stessi.

Terminazione ed attestazione cavi in fibra ottica

I cavi in fibra ottica dovranno essere terminati su appositi "cassetti ottici".

L'attestazione avverrà secondo il seguente schema di massima:



- posa del cavo, da terra al relativo cassetto ottico, previa eliminazione della parte eccedente, con fissaggio del cavo o a parete o ad elementi verticali con apposite fascette, ogni 0.50 m circa;
- sbucciatura progressiva del cavo, da eseguire "a regola d'arte";
- fornitura ed applicazione, su ciascuna fibra ottica, di connettore;
- esecuzione della "lappatura" finale del terminale;
- fissaggio di ciascuna fibra ottica.

4.2 Modalità di posa

Generalità

Le linee elettriche ed in fibra ottica saranno posate in cavidotti direttamente interrati o, all'occorrenza, posate all'interno di tubi. Il tracciato dei cavidotti è riportato nel documento allegato.

I cavidotti in funzione della quantità e tipologia dei cavi, assumeranno la configurazione riportata nelle sezioni tipiche riportate nello stesso documento.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 18 a 40

Modalità di posa dei cavi MT/AT

Posa dei cavi direttamente interrati

I cavi elettrici, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali o alla quota del piano di campagna, saranno posati negli scavi alla profondità di circa 1,2m. I cavi saranno posati direttamente all'interno di uno strato di materiale sabbioso (pezzatura massima: 5 mm) di circa 30 cm, su cui saranno posati i tegoli o le lastre copricavo. Un nastro segnalatore sarà immerso nel rimanente volume dello scavo riempito con materiale arido.

La posa dei conduttori si articolerà quindi essenzialmente nelle seguenti attività:



- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità come indicato nel documento;
- posa dei conduttori e fibre ottiche. Particolare attenzione dovrà essere fatta per l'interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell'impianto; infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm nelle posizioni indicate dal documento;
- reinterro parziale con sabbia vagliata;
- posa dei tegoli protettivi;
- reinterro con terreno di scavo;
- inserimento nastro per segnalazione tracciato.

Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- *Tracciato delle linee:* Il tracciato delle linee di media tensione dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto. In particolare il tracciato dovrà essere il più breve possibile e parallelo al fronte dei fabbricati dove presenti.
- *Posa diretta in tubazioni:* I cavi saranno posizionati all'interno di tubi protettivi flessibili (tubi corrugati).

La posa del cavo deve essere preceduta dall'ispezione visiva delle tubazioni e dall'eventuale pulizia interna.

L'imbocco delle tubazioni deve essere munito di idoneo dispositivo atto ad evitare lesioni del cavo.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 19 a 40

Nelle tratte di canalizzazioni comprensive di curve in tubo posato in sabbia, la tesatura del cavo deve essere realizzata con modalità di tiro che non produca lesioni al condotto di posa.

Per limitare gli sforzi di trazione si può attuare la lubrificazione della guaina esterna del cavo con materiale non reagente con la stessa.

La bobina sarà collocata in prossimità dell'ingresso della tubazione, con asse di rotazione perpendicolare all'asse longitudinale della tubazione stessa ed in modo che lo svolgimento del cavo avvenga dalla parte inferiore della bobina.

Il tiro dovrà essere effettuato mediante un argano dotato di frizione regolabile disposto il più vicino possibile al luogo di arrivo della tratta da posare. è necessario evitare che il cavo, nel passaggio fra bobina e tubo, venga assoggettato a piegature o a sforzi di torsione.

L'applicazione del tiro deve avvenire in maniera graduale e per quanto possibile continuo, evitando le interruzioni.

Gli sforzi di tiro non devono determinare scorrimenti tra conduttori e gli isolanti del cavo, a tal fine dovranno essere utilizzate metodologie atte a scaricare i momenti torcenti che si sviluppano durante il tiro.



Lo svolgimento del cavo deve avvenire mediante rotazione meccanica o manuale della stessa. E' vietata la rotazione della bobina tramite il tiro del cavo stesso al fine di evitare anomali sollecitazioni del cavo.

Appositi rulli di scorrimento dovranno essere utilizzati al fine di evitare che durante l'introduzione il cavo strisci contro spigoli metallici (es. telai dei chiusini) o di cemento (es. imboccatura di polifore, pozzetti, canalette ecc.).

Al fine di limitare il più possibile il numero di giunzioni lungo il percorso saranno stese tratte di cavo di lunghezza massima possibile soddisfacendo comunque le prescrizioni di tiro massimo.

La presenza del cavo interrato dovrà essere segnalato con adeguati cippi se il tracciato è su strada oppure con cartelli su paletti se il tracciato attraversa terreni.

- Posa diretta in trincea: La posa del cavo può essere effettuato secondo i due metodi seguenti:
 - **a bobina fissa:**

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 20 a 40

da adottare quando il percorso in trincea a cielo aperto è intercalato con percorsi in tubazioni e quando il percorso è prevalentemente rettilineo o con ampi raggi di curvatura.

La bobina deve essere posta sull'apposito alzabobine, con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse mediano della trincea e in modo che si svolga dal basso. Sul fondo della trincea devono essere collocati, ad intervalli variabili in dipendenza del diametro e della rigidità del cavo, i rulli di scorrimento. Tale distanza non deve comunque superare i 3 metri.

- a bobina mobile:

da adottare quando il percorso si svolge tutto in trincea a cielo aperto. Il cavo deve essere steso percorrendo con il carro portabobine il bordo della trincea e quindi calato manualmente nello scavo.

L'asse del cavo posato nella trincea deve scostarsi dall'asse della stessa di qualche centimetro a destra e a sinistra seguendo una linea sinuosa, al fine di evitare dannose sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno.



- *Temperatura di posa:* Per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C
- *Sforzi di tiro per la posa:* Durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro devono essere applicati ai conduttori, e non devono superare i 60 N/mm² di sezione totale.
- *Raggi di curvatura:* Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 830 mm
- *Messa a terra degli schermi metallici:* Lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo dovrà essere messo a terra da entrambe le estremità della linea. è vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

Modalità di posa dei conduttori di terra

Il conduttore di terra deve essere interrato ad una profondità di circa 1,2m dal piano di campagna. I conduttori in corda di rame nuda di sezione pari a 150 mm² dovranno essere interrati in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm ubicato nel fondo scavo della trincea come indicato nel documento.

4.2.1.1 Modalità di posa della fibra ottica

I cavi in fibra ottica saranno allestiti direttamente nello strato di sabbia.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 21 a 40

Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- *Tracciato delle linee: Il tracciato delle linee in cavo in fibra ottica dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto.*
- *Posa diretta in tubazioni: I cavi saranno posizionati all'interno di tubi protettivi flessibili (tubi corrugati).*
- *Sforzi di tiro per la posa: Durante le operazioni di posa, lo sforzo di tiro che può essere applicato a lungo termine sarà al massimo di 3000 N.*
- *Raggi di curvatura: Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 20 cm*
- *Durante le operazioni di posa è indispensabile che il cavo non subisca deformazioni temporanee. Il rispetto dei limiti di piegatura e tiro è garanzia di inalterabilità delle caratteristiche meccaniche della fibra durante le operazioni di posa. Se inavvertitamente il cavo subisce deformazioni o schiacciamenti visibili, la posa deve essere interrotta e dovrà essere effettuata una misurazione con OTDR per verificare eventuali rotture o attenuazioni eccessive provocate dallo stress meccanico.*
- *Nel caso che il cavo subisca degli sforzi di taglio pronunciati, con conseguente rottura della guaina esterna, deve essere segnalato il punto danneggiato e si potrà procedere alla posa del cavo dopo aver preventivamente isolato la parte di guaina lacerata con nastro gommato vulcanizzante tipo 3M.*

Coesistenza tra cavi elettrici ed altre condutture interrato



4.2.1.2 Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici

I cavi aventi la stessa tensione possono essere posati alla stessa profondità, ad una distanza di circa 3 volte il loro diametro nel caso di posa diretta.

4.2.1.3 Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

Negli incroci il cavo elettrico, di regola, deve essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione.

La distanza fra i due cavi non deve essere inferiore 0,30 m ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, mediante un

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 22 a 40

dispositivo di protezione identico a quello previsto per i parallelismi. Tali dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta per il cavo situato superiormente.

Non è necessario osservare le prescrizioni sopraindicate quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi.

4.2.1.4 *Parallelismo tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione*

Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione i cavi elettrici devono, di regola, essere posati alla maggiore distanza possibile fra loro e quando vengono posati lungo la stessa strada si devono posare possibilmente ai lati opposti di questa.

Ove, per giustificate esigenze tecniche, non sia possibile attuare quanto sopra è ammesso posare i cavi in vicinanza purchè sia mantenuta tra i due cavi una distanza minima, in proiezione sul piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m

Qualora detta distanza non possa essere rispettata è necessario applicare sui cavi uno dei seguenti dispositivi di protezione:



- *Cassetta metallica zincata a caldo;*
- *Tubazione in acciaio zincato a caldo;*
- *Tubazione in PVC o fibrocemento, rivestite esternamente con uno spessore di calcestruzzo non inferiore a 10 cm.*

I predetti dispositivi possono essere omessi sul cavo posato alla maggiore profondità quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0,15 m.

Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la parte interessata in appositi manufatti (tubazione, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la possibilità di effettuare scavi.

4.2.1.5 *Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni o strutture metalliche interrato*

La distanza in proiezione orizzontale tra cavi elettrici e tubazioni metalliche interrato parallelamente ad esse non deve essere inferiore a 0,30 m.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 23 a 40

Si può tuttavia derogare dalla prescrizione suddetta previo accordo tra gli esercenti quando:

1. la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
2. tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubi convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro tipo di posa è invece consentito, previo accordo tra gli Enti interessati, purchè il cavo elettrico e la tubazione non siano posti a diretto contatto fra loro.

Le superfici esterne di cavi d'energia e tubazioni metalliche interrato non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni stesse.



Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio.

Nessuna prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi elettrici e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m.

Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano si venga interposto un elemento separatore non metallico (ad esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

Le distanze suddette possono ulteriormente essere ridotte, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in un manufatto di protezione non metallico.

Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare prescrizioni sul distanziamento.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 24 a 40

5 CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI

5.1 CAMPI ELETTRICI INTERNI ALL'IMPIANTO

Linee elettriche in corrente alternata



Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è tenuto conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a $3 \mu\text{T}$, anche se per la particolarità dell'impianto le aree al suo interno sono da classificare ai sensi della normativa come luoghi di lavoro, e quindi con livelli di riferimento maggiori rispetto a questi ultimi.

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei conduttori in esame e della disposizione geometrica dei conduttori. Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

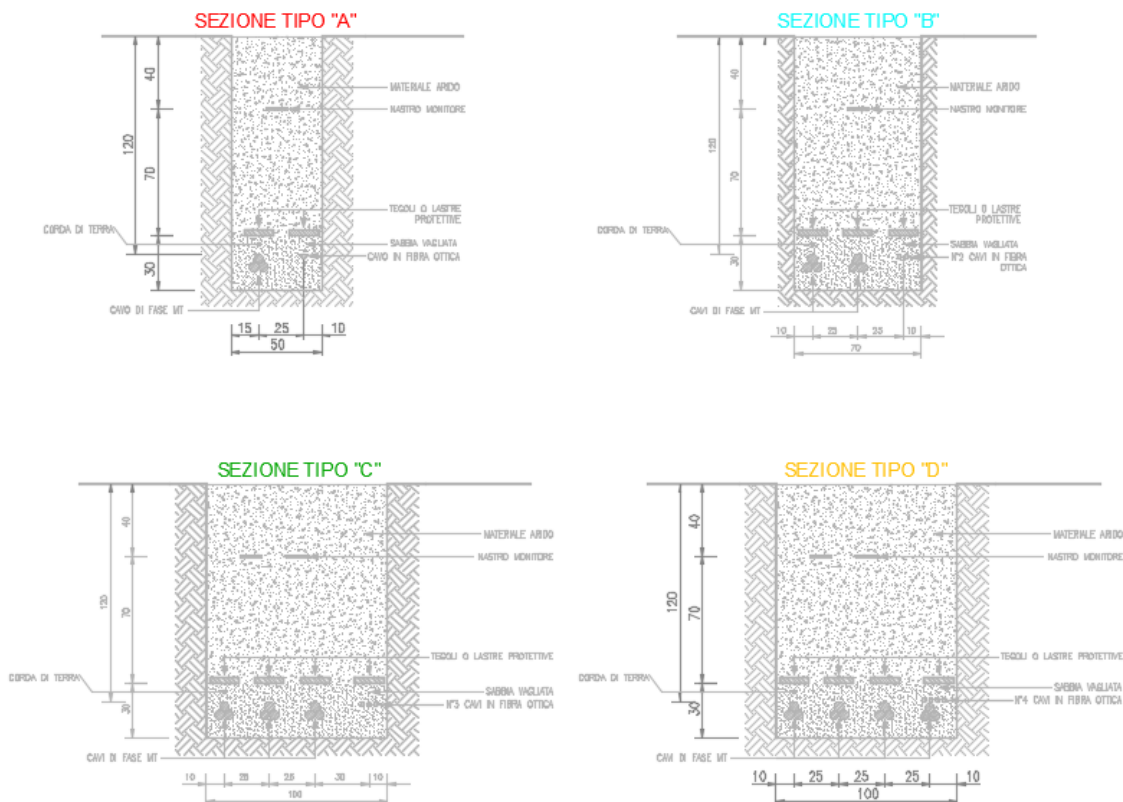
Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

5.1.1.1 Configurazioni di calcolo

Per il calcolo dei campi magnetici dei collegamenti MT con la stazione di trasformazione di utenza sono state esaminate le configurazioni più significative, rappresentate nella figura sottostante.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI	Page 25 a 40	

SEZIONI TIPICHE VIE CAVO MT SU STRADE STERRATE *



SEZIONI TIPICHE VIE CAVO MT SU STRADE ASFALTATE *

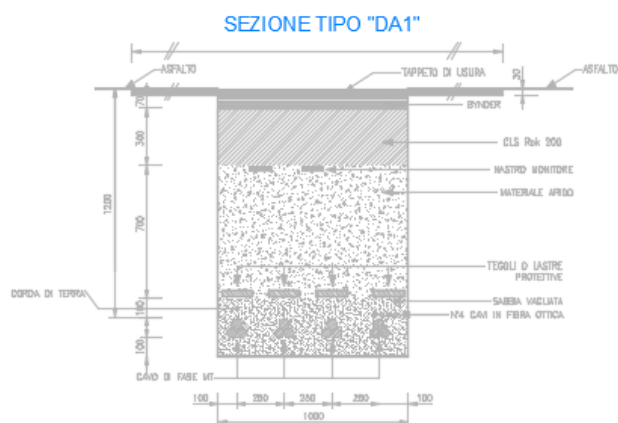




Figura 3: Sezione tipica di posa della linea MT in cavo

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 26 a 40

Per il dettaglio del layout dei cavidotti MT con indicazione dei gruppi ed il dettaglio delle tratte corrispondenti a ciascuna delle sezioni di calcolo utilizzate si rimanda alla tavola "HH0694A-IG-PD-EC-01 - MODALITA' DI POSA ELETTRODOTTI"

Per quanto concerne i cavidotti MT, per il collegamento delle WTG tra loro e di ciascun gruppo ai quadri MT principali della stazione d'utenza, si prevede l'utilizzo di cavi unipolari con conduttore in alluminio di sezione pari a 400 e 630 mm², posati a trifoglio all'interno dei cavidotti in differenti configurazioni, determinate dalla presenza delle diverse linee di collegamento di cui è composto l'impianto.

La corrente massima che può interessare le linea di collegamento MT per l'impianto in oggetto è, per ciascuno dei gruppi di container, la seguente:

Da	a	D [m]	n° WTG	U(kV)	Ib [A]	Cavo	vie parall.	S [mm2]
WTG5	WTG4	1117	1	30	141.13	ARE4H5E	1	1 x 400
WTG4	WTG6	1418	2	30	282.26	ARE4H5E	1	1 x 400
WTG6	CABINA	20860	3	30	423.39	ARE4H5E	2	1 x 630
WTG3	WTG1	1155	1	30	141.13	ARE4H5E	1	1 x 400
WTG1	WTG2	805	2	30	282.26	ARE4H5E	1	1 x 400
WTG2	CABINA	20718	3	30	423.39	ARE4H5E	2	1 x 630



Nel calcolo, essendo il valore della induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, si prendono in considerazione le configurazioni di carico più cautelative ai fini della presente valutazione. In particolare, per la determinazione dell'induzione magnetica in corrispondenza delle sezioni di calcolo si considera, per ciascuna linea, un valore di corrente pari alla portata massima di ciascuna linea nelle condizioni normali, senza correzioni, secondo la Norma CEI 20-21.

Pertanto, le condizioni di calcolo sono certamente più gravose di quelle effettive.

La configurazione dell'elettrodotto è quella di assenza di schermature e distanza minima dei conduttori dal piano viario. Il calcolo è effettuato al suolo.

Si noti che nessuna delle sezioni di calcolo è relativa a configurazioni esterne all'area di impianto.

Nelle seguenti figure sono riportati gli andamenti dell'induzione magnetica per una sezione trasversale a quella di posa, per le diverse sezioni rappresentative elencate nel precedente

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 27 a 40

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

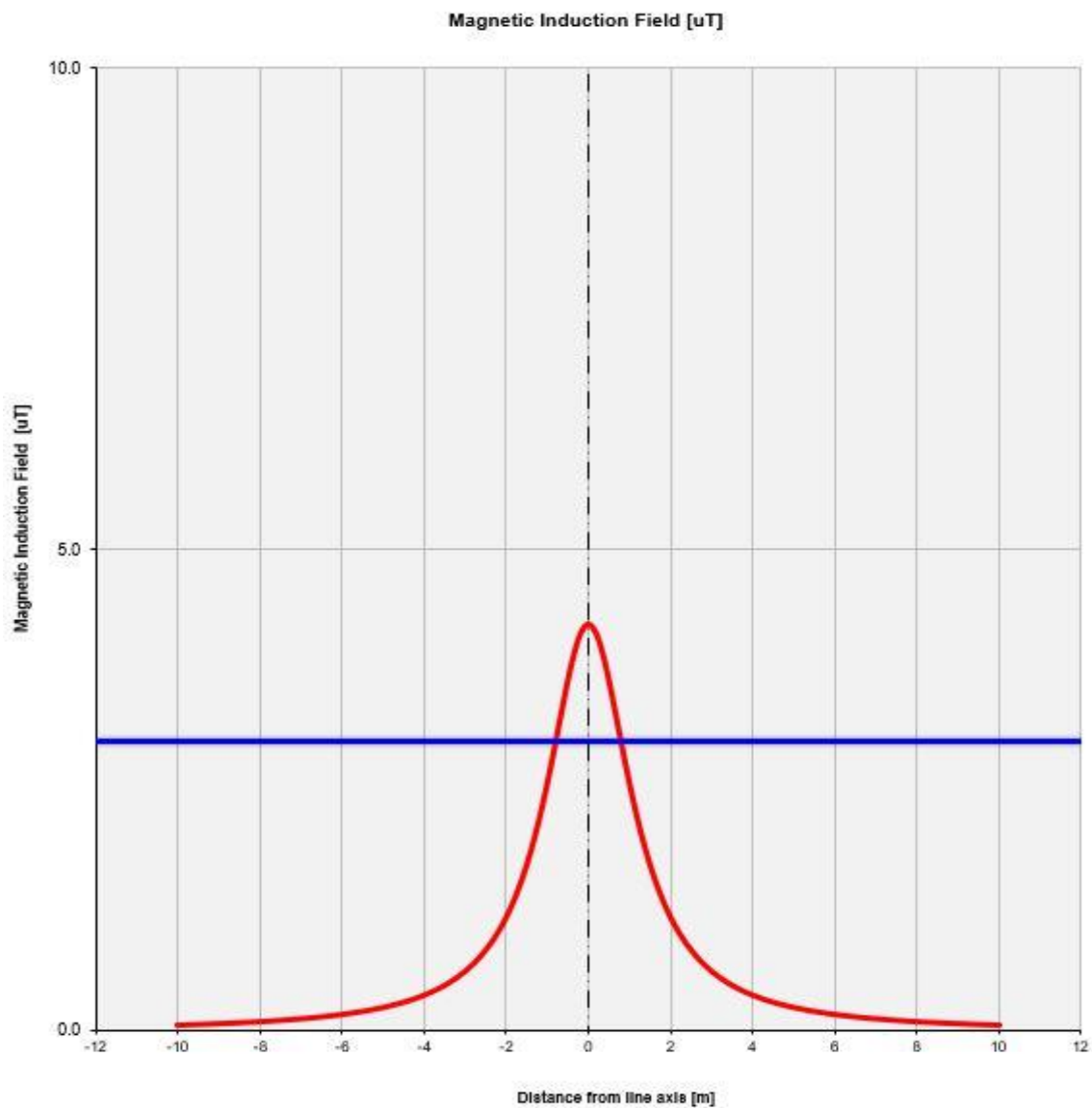




Figura 4: *Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la sezione A*

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 28 a 40

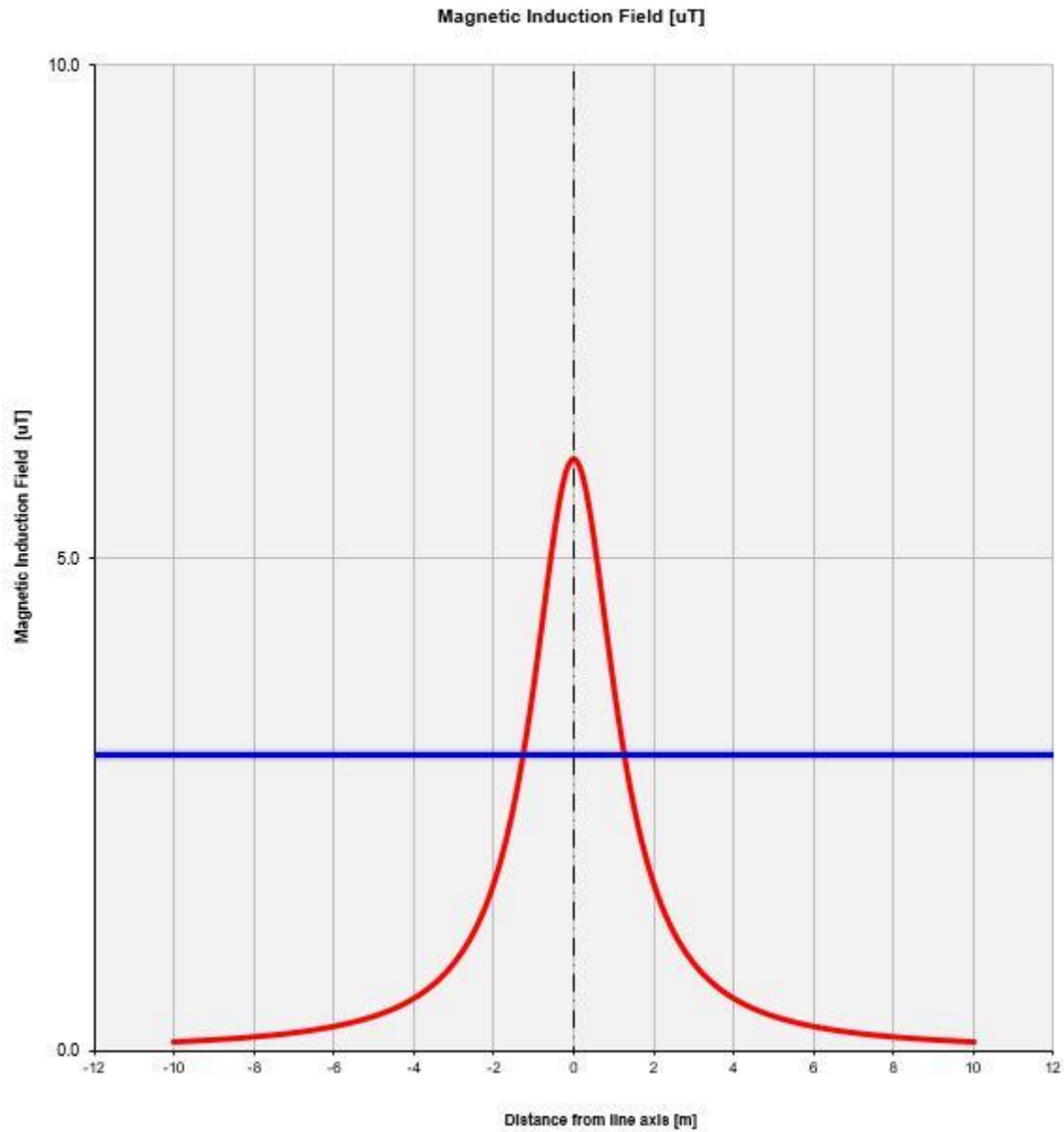




Figura 5: *Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la sezione B*

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 29 a 40

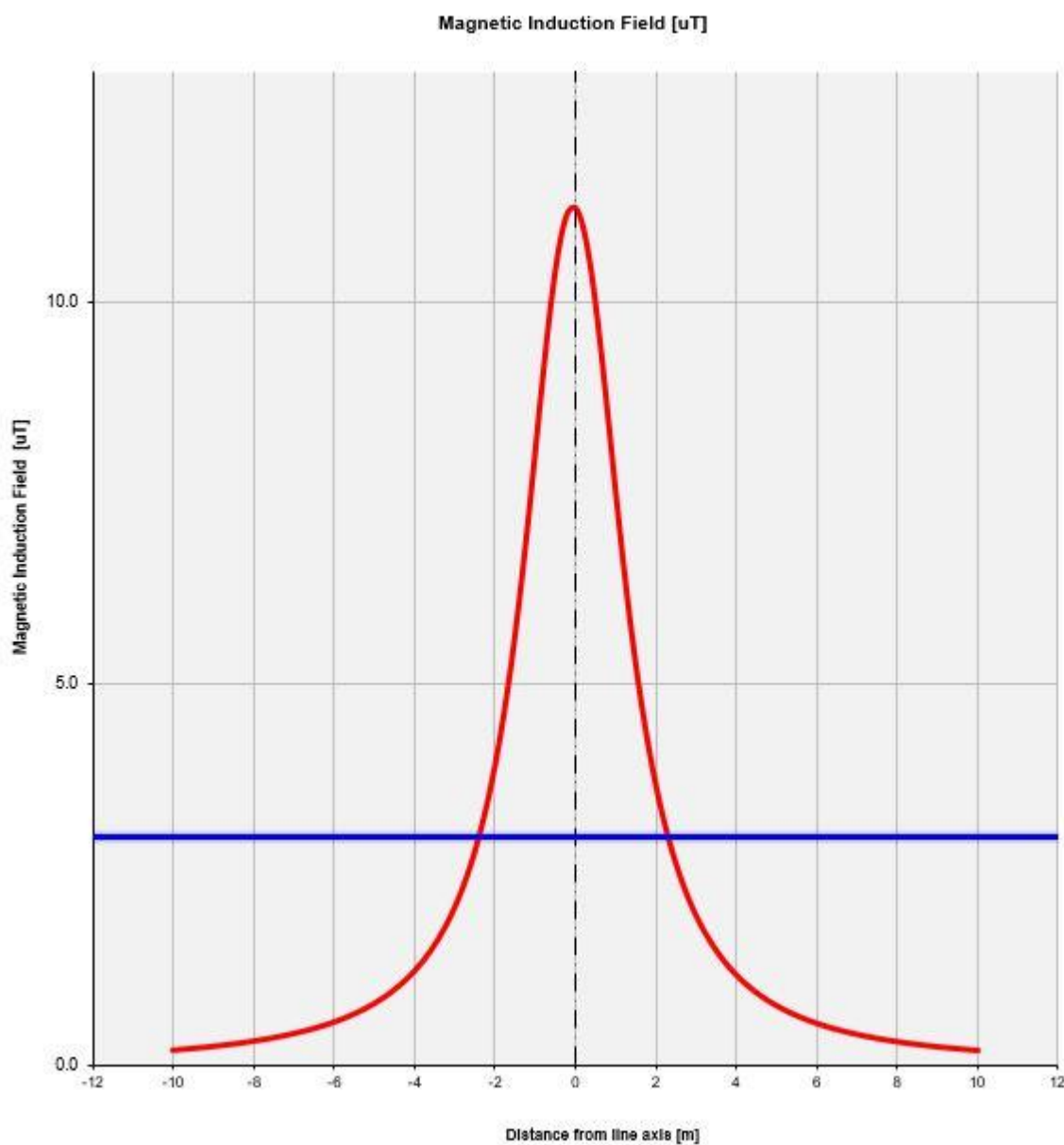




Figura 7: *Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la sezione C*

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 30 a 40

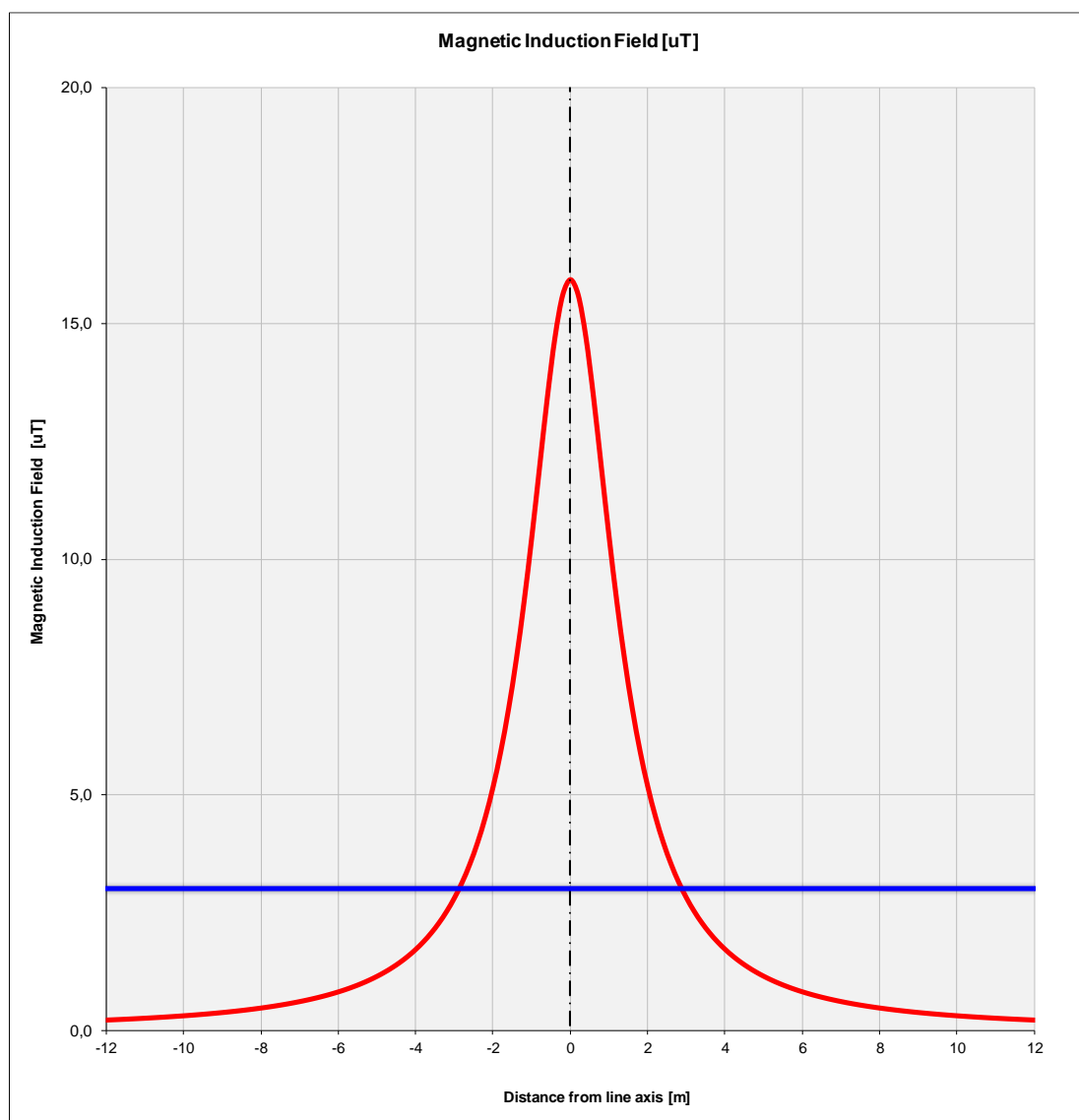




Figura 7: *Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la sezione D*

Si può osservare come nel caso peggiore, che si verifica in corrispondenza della sezione identificata dalla lettera D il valore di $3 \mu\text{T}$ è raggiunto a circa 3,5 m dall'asse del cavidotto.

E' da notare che la condizione di calcolo è ampiamente cautelativa, in quanto la corrente che fluirà nel cavidotto sarà quella prodotta dall'impianto di accumulo, che, come detto, è inferiore a quella di calcolo.

Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a $3 \mu\text{T}$ in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 31 a 40

prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata), **pertanto è esclusa la presenza di tali recettori all'interno della fascia calcolata.**

5.1.1.2 *Calcolo delle fasce di rispetto*

Per la determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto è stata effettuata la simulazione di calcolo per i casi presentati nei paragrafi precedenti.

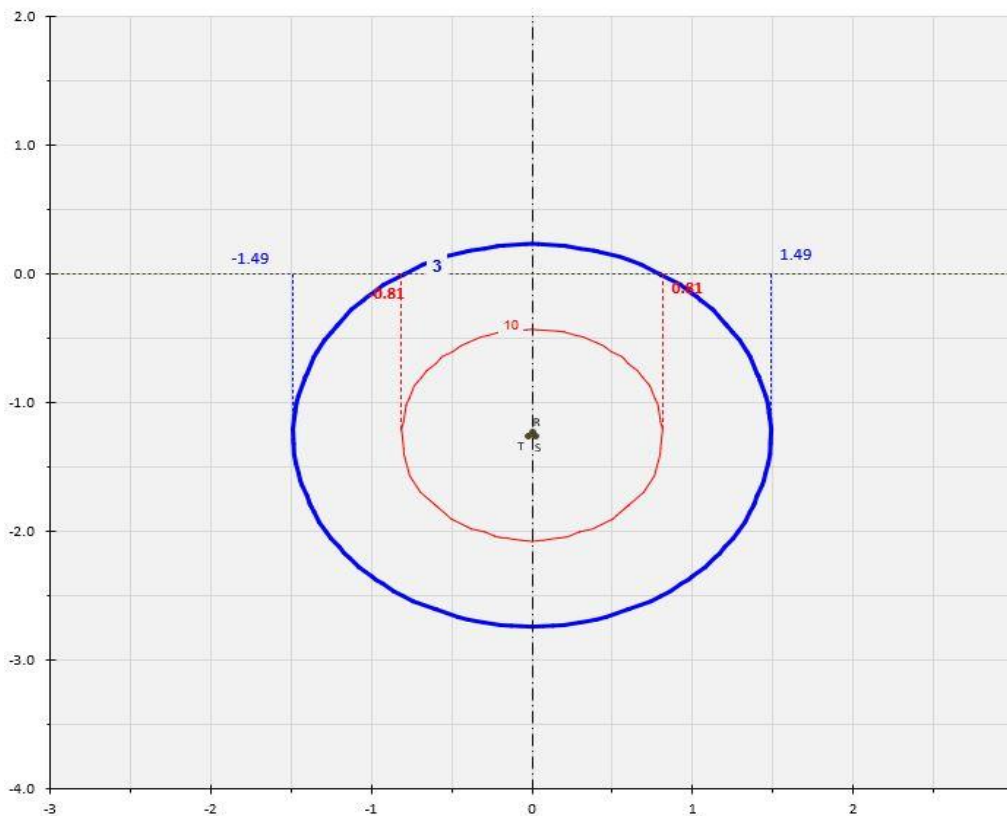




Figura 9: *Curve di equilivello per il campo di induzione magnetica generato dalla linea MT (sezione A)*

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 32 a 40

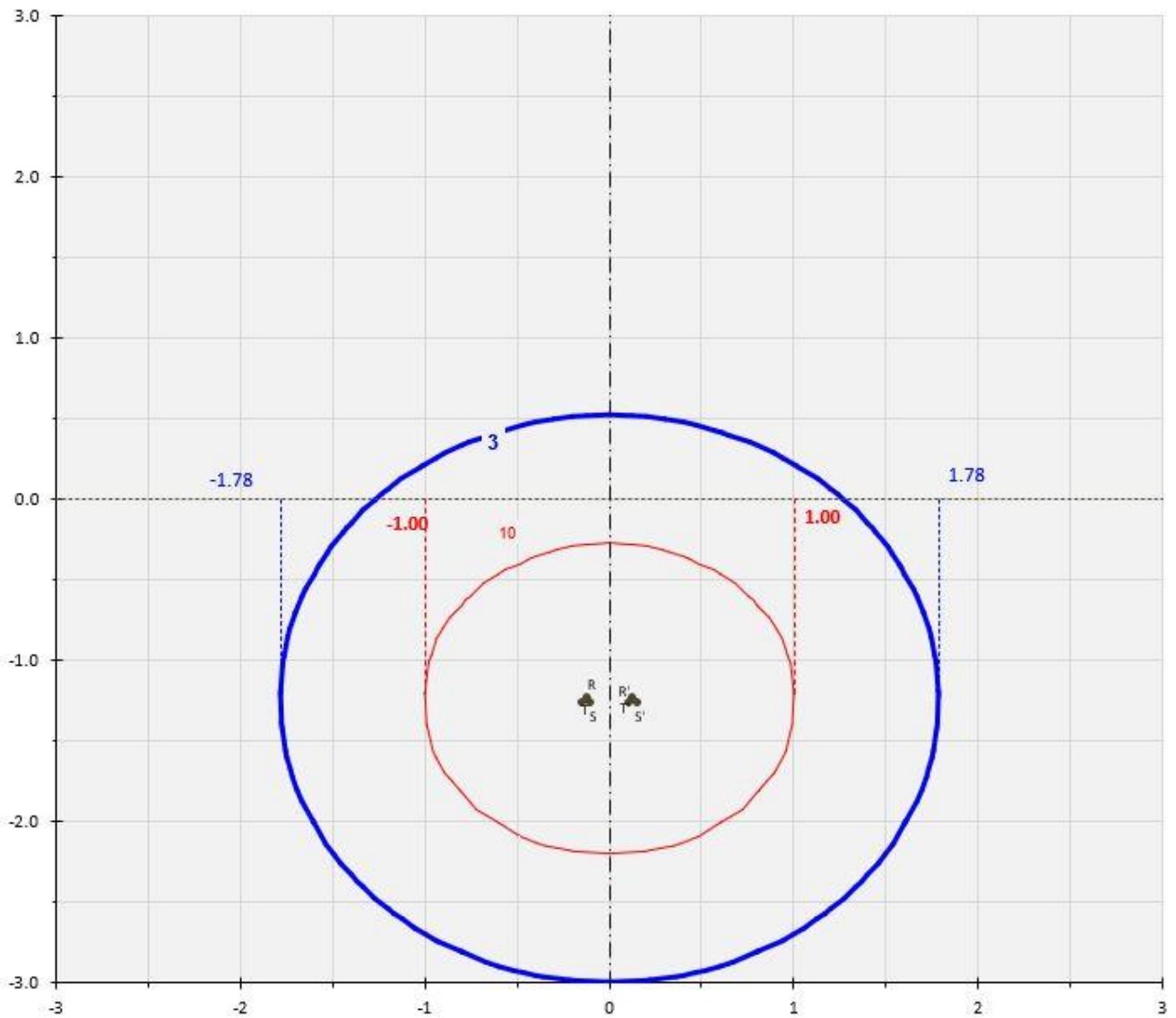




Figura 10: *Curve di equivello per il campo di induzione magnetica generato dalla linea MT (sezione B)*

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 33 a 40

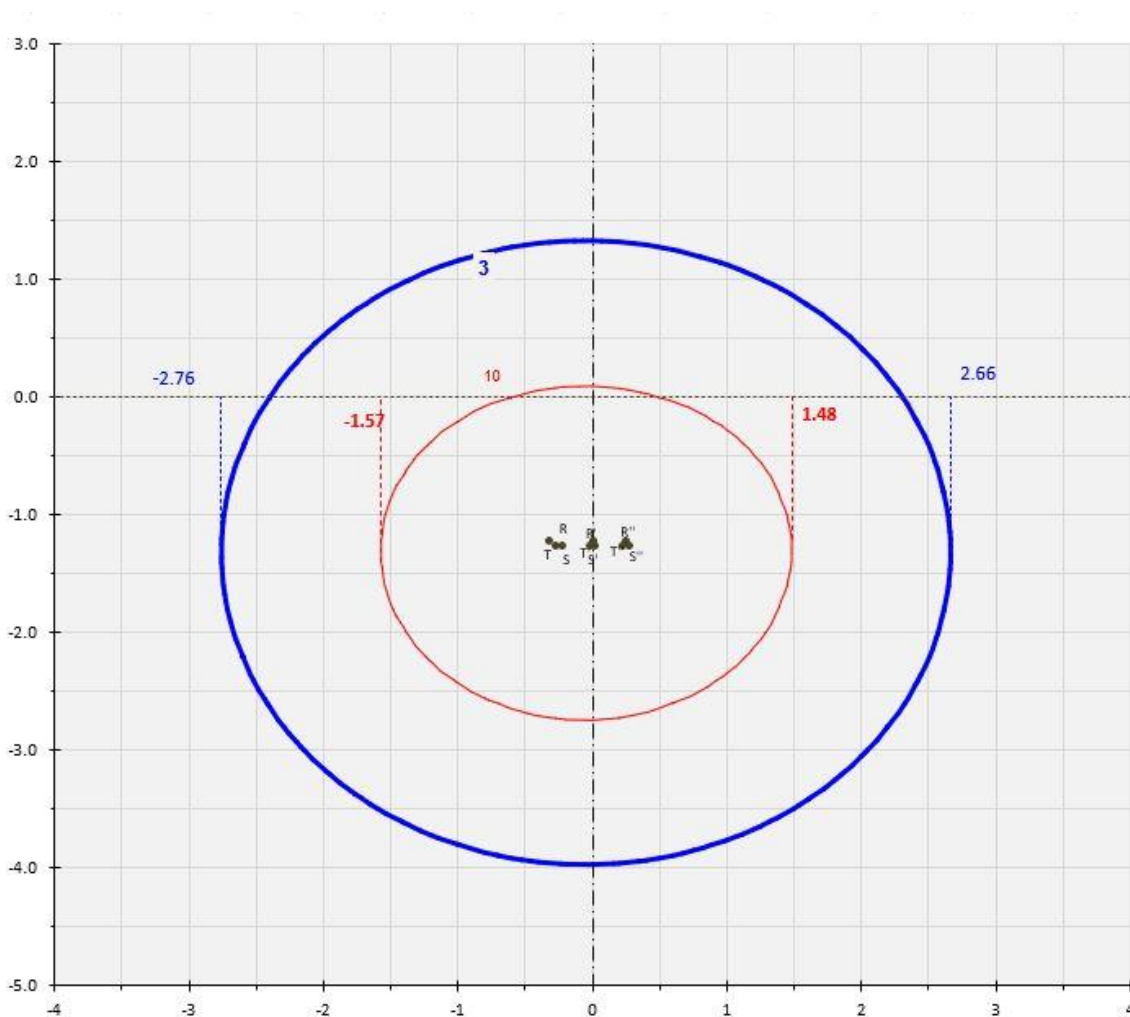




Figura 11: *Curve di equilivello per il campo di induzione magnetica generato dalla linea MT (sezione C)*

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 34 a 40

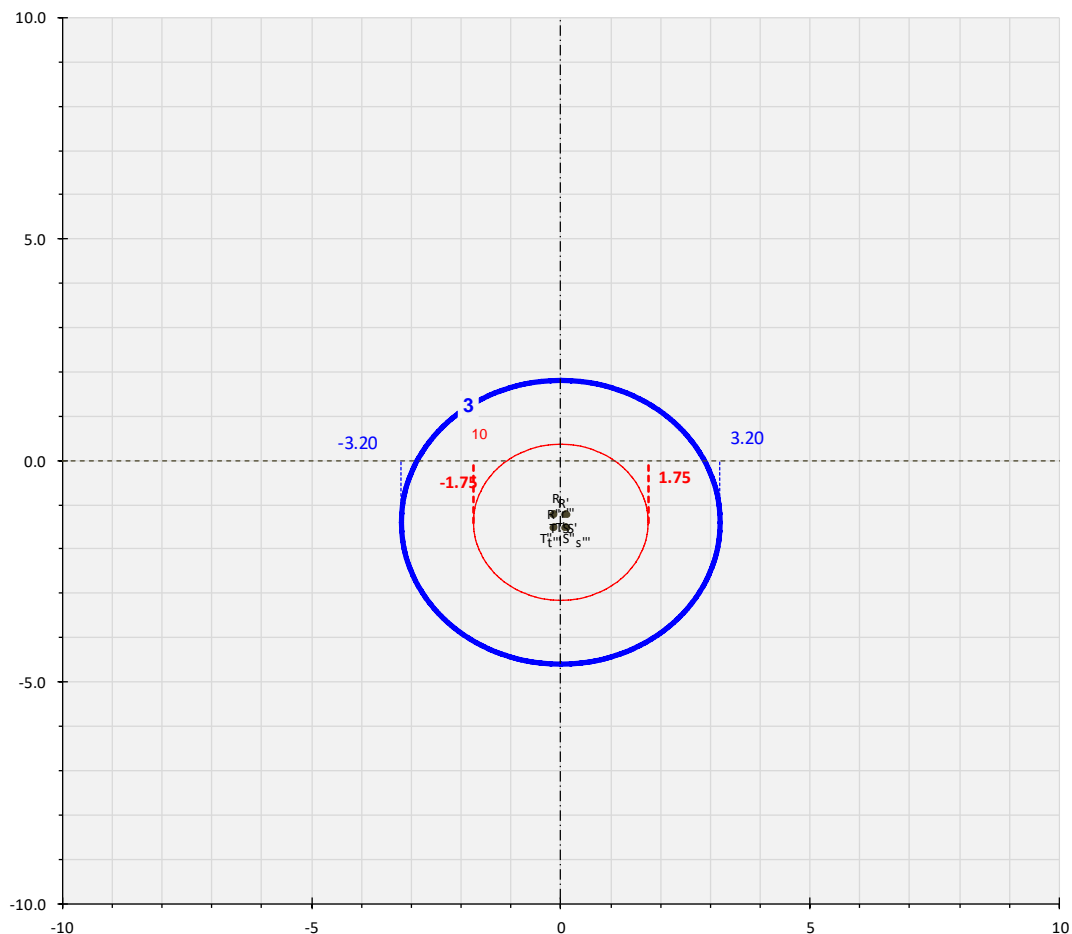




Figura 11: *Curve di equilivello per il campo di induzione magnetica generato dalla linea MT (sezione D)*

Si può quindi considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto per i cavidotti MT interni sia pari al massimo a 3,5m, a cavallo dell'asse del cavidotto.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 35 a 40

Linee elettriche in corrente alternata a 36 kV

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrato, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico



5.1.1.3 Configurazioni di calcolo

Per il calcolo dei campi magnetici dei collegamenti AT con la stazione di Terna sono state esaminate le configurazioni rappresentate nelle figure sottostanti prima per i cavidotti su strade sterrate.

SEZIONI TIPICHE VIE CAVO AT 36kV SU STRADE STERRATE



Figura 6: Sezioni tipiche di posa della linea in cavo 36kV su strade sterrate

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 36 a 40

Per quanto riguarda il cavidotto AT, si consideri la seguente tabella riepilogativa dove sono riportate le formazioni del cavo in uscita dalla stazione di utenza:

Da	a	D [m]	n° WTG	U(kV)	Ib [A]	Cavo	vie parall.	S [mm ²]
cabina utente	stazione terna	180	6	36	668.51	ARE4H5E	2	1 x 400



La corrente massima che può interessare una singola linea di collegamento per l'impianto in oggetto è 691 A, nelle tre terne in parallelo in uscita dall'edificio a 36 kV di utente verso la stazione RTN. Saranno inoltre considerati i casi con scavo due terne nello stesso scavo.

Nel calcolo, essendo il valore della induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede la posa dei cavi a trifoglio, come da sezioni precedenti, con un valore di corrente però pari alla portata massima di ciascuna linea elettrica in cavo nelle condizioni normali, senza correzioni, secondo la Norma CEI 20-21, che risulta essere uguale a 691 A per il conduttore da 400 mm². Nel caso dello scavo con due terne e tre da 400 mm² in parallelo, per entrambe saranno considerate le portate massime senza correzioni appena indicate. **Le condizioni di calcolo sono pertanto più gravose di quelle effettive.**

5.1.1.1 *Calcolo del campo magnetico indotto*

Nelle seguenti figure sono riportati gli andamenti dell'induzione magnetica per una sezione trasversale a quella di posa, per le configurazioni che comportano valori maggiori di induzione magnetica.

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

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 37 a 40

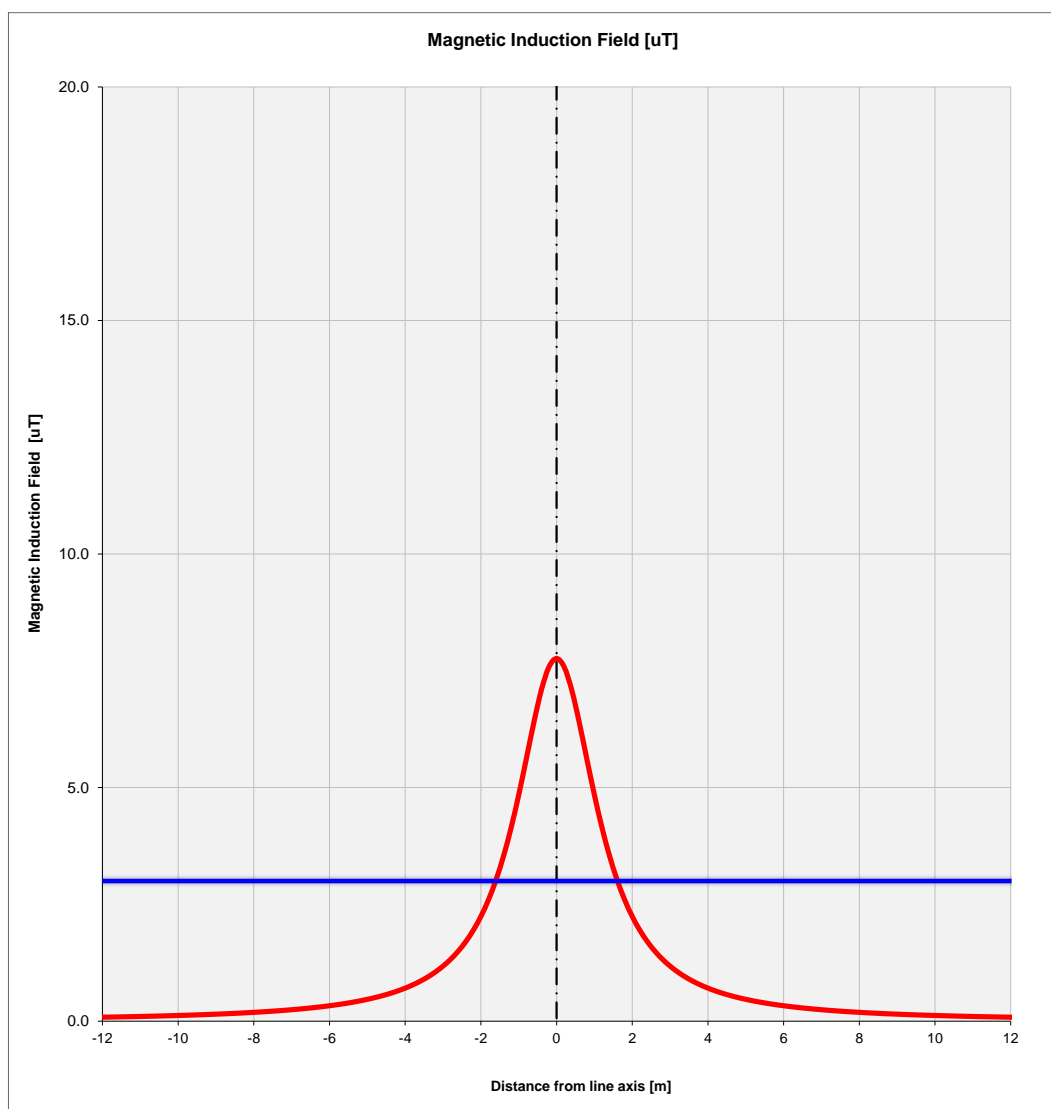




Figura 7: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la sezione 2 (due terne a 36 kV)

Si può osservare come il valore di 3 μT è raggiunto a circa 1,6 m dall'asse del cavidotto per la sezione AT

E' da notare che la condizione di calcolo è ampiamente cautelativa, in quanto la corrente che fluirà nel cavidotto sarà quella prodotta dall'impianto eolico, che, come detto, è inferiore a quella di calcolo.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 38 a 40

Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a $3 \mu\text{T}$ in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata), pertanto **è esclusa la presenza di tali recettori all'interno della fascia calcolata.**

5.1.1.2 Calcolo delle fasce di rispetto

Per la determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto è stata effettuata la simulazione di calcolo per i casi presentati nei paragrafi precedenti.

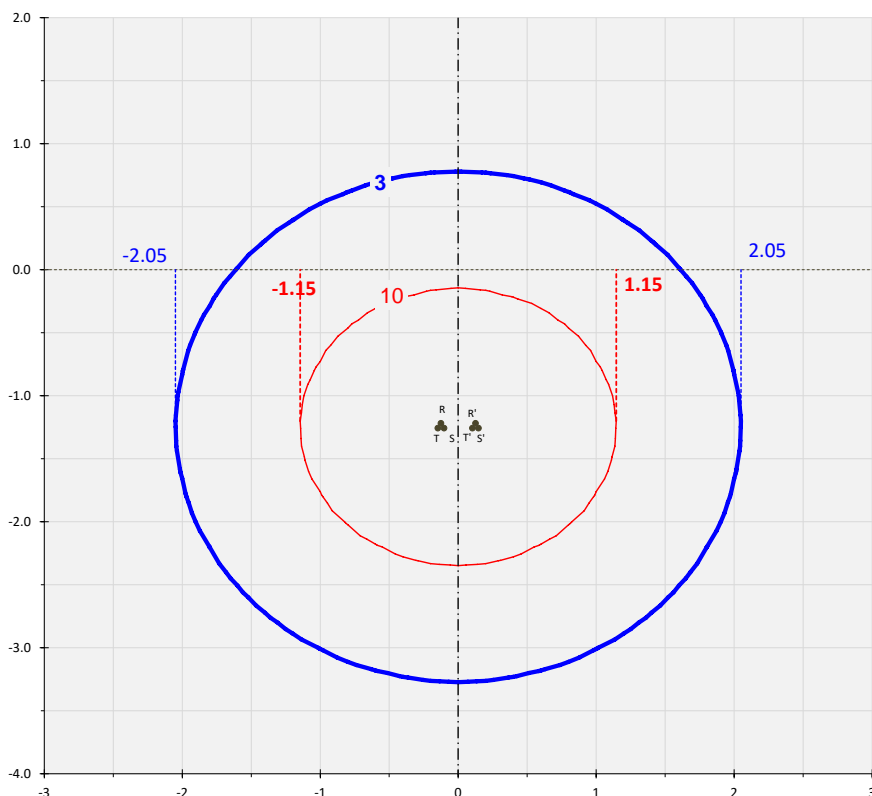






Figura 8: Curve di equilivello per il campo di induzione magnetica generato dalla linea (Sezione 2 – due terne a 36 kV)

Si può quindi considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto sia pari a, una fascia di circa **2 m** per lato per le sezioni con due terne.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 39 a 40

Come si può vedere dall'elaborato "Planimetria catastale con indicazione delle DPA" nel quale sono riportate le diverse fasce di rispetto calcolate, non ci sono recettori sensibili all'interno delle fasce suddette.

 	PROGETTO: Attività di Progettazione Windfarm Iglesias	NUMERO DI DOCUMENTO HH0694A-IG-PD-EE-09	INDICE DI REVISIONE 00
	TITLE RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI ELETTRICI		Page 40 a 40

6 PRECISAZIONI

Il presente documento è stato preparato da WSP E&IS per Nexta unicamente per gli scopi previsti dal contratto che regola la prestazione del presente servizio. Nessun'altra garanzia, espressa o implicita, diversa da quella definita nel contratto, viene data da WSP E&IS in relazione ai contenuti oggetto del presente documento o su qualsiasi altro servizio fornito da WSP E&IS. Il presente documento non potrà essere utilizzato da terze parti senza il previo ed espresso accordo scritto di WSP E&IS.

Le valutazioni effettuate sono basate sulle informazioni ricevute da Nexta in relazione alle quali WSP E&IS non assume alcun tipo di responsabilità. Qualora intervengano significative variazioni rispetto alle informazioni utilizzate relativamente al sito, il presente documento dovrà essere aggiornato.