

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it		COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
ELABORAZIONI I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP, 09122 Cagliari (CA) Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it		PAGINA 1 di 22

REGIONE SARDEGNA

Provincia del Sud Sardegna

PARCO EOLICO "SA CORONA"

COMUNI DI NURAMINIS, SAMATZAI E USSANA (SU)



OGGETTO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI
PROGETTAZIONE I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA	GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Dott. Fabio Mancosu CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Ing. Gianluca Melis Dott. Fabrizio Murru Dott. Nat. Alessio Musu Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri Agr. Dott. Nat. Mauro Casti (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Matteo Tatti (Archeologia) Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia)

Cod. pratica 2023/0386 Nome File: **BLTX-NS-RA8**_Studio previsionale per la valutazione dei campi elettromagnetici.docx

0	Maggio 2024	Emissione	FMU	GF	BLTX
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEG.	CONTR.	APPR.

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 2 di 22

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	5
3	OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08.....	8
3.1	Descrizione generale aerogeneratori	8
3.2	Descrizione linee di distribuzione a 36 kV	9
4	RISULTATI DI CALCOLO	12
4.1	Calcolo DPA aerogeneratori.....	12
4.2	Calcolo DPA elettrodotti a 36 kV.....	12
4.2.1	<i>Cavidotti costituenti la distribuzione elettrica di impianto</i>	<i>13</i>
4.2.1.1	<i>Cavidotto composto da una terna di cavi di sezione pari a 630 mm²</i>	<i>13</i>
4.2.1.2	<i>Cavidotto composto da due terne di cavi a 36 kV di sezione pari a 185 e 630 mm²</i>	<i>14</i>
4.2.1.3	<i>Cavidotto composto da tre terne di cavi a 36 kV, due terne sezione pari a 185 mm² e una da 630 mm²</i>	<i>15</i>
4.2.1.4	<i>Cavidotto composto da quattro terne di cavi a 36 kV</i>	<i>16</i>
4.2.2	<i>Calcolo DPA cavidotto 36 kV di connessione alla RTN – 3 terne 630 mm² ...</i>	<i>17</i>
4.3	Cabina collettore a 36 kV	18
5	PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO	19
6	CONCLUSIONI	20
7	LEGGI, NORME E REGOLAMENTI	22
7.1	Norme legislative	22
7.2	Norme tecniche	22
7.3	Guide ENEL	22
7.4	Altri riferimenti bibliografici	22

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 3 di 22

1 INTRODUZIONE

La presente relazione di valutazione dei campi elettromagnetici è parte integrante del progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica che la società Baltex Progetti S.r.l., attraverso la controllata Baltex Sardegna 15 Nuraminis S.r.l., ha in programma di realizzare nei territori dei comuni di Nuraminis, Samatzai e Ussana (Provincia del Sud Sardegna).

Il progetto, denominato "Sa Corona", prevede l'installazione di n.11 turbine di grande taglia aventi potenza nominale pari a 6.2 MW, posizionate su torri di sostegno in acciaio dell'altezza pari a 135 m e aventi diametro del rotore pari a 170 m (altezza massima al *tip* 220 m), nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione della centrale.

Sulla base del preventivo di connessione, avente codice pratica Terna n. 202200701, la centrale eolica dovrà essere collegata in antenna alla sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Ittiri-Selargius". Affinchè possa essere rispettato il valore massimo di potenza in immissione di 68,0 MW stabilito da predetta STMG, la potenza dei singoli aerogeneratori sarà operativamente limitata al valore di potenza che concorre a determinare suddetto limite.

Dal punto di vista della configurazione elettrica, gli aerogeneratori verranno raggruppati in n. 4 sottocampi che, per mezzo di cavidotti interrati costituiti da cavi a 36 kV, convoglieranno l'energia prodotta dall'impianto verso la cabina colletttrice prevista in area di impianto.

Tale cabina di impianto sarà connessa tramite cavidotto interrato a 36 kV, il cui tracciato interesserà anche i comuni di Serrenti (SU) e Furtei (SU), ad un'ulteriore cabina colletttrice prevista nei pressi della futura SE RTN 380/150/36 kV, in località *Tremini Mannu* nel comune di Sanluri (SU).

Il cavidotto di collegamento della suddetta cabina alla sezione a 36 kV della SE RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione RTN costituisce impianto di rete per la connessione.

La relazione, in conformità al procedimento per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 del D.M. 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), fornisce una valutazione previsionale dei campi elettromagnetici associati all'esercizio delle opere impiantistiche relative alla messa in esercizio delle infrastrutture elettriche necessarie, stimando quantitativamente i valori delle fasce di rispetto (distanza di prima approssimazione - DPA) dalle opere previste dal progetto.

La determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle opere elettromeccaniche che insistono sulla porzione di territorio interessata dal progetto è stata condotta in accordo con i seguenti criteri:

- sono stati considerati i dati caratteristici delle linee e si è assunta, come portata in corrente circolante nelle linee, la relativa "corrente in servizio normale" così come definita all'interno della norma CEI 11-60 per le parti aeree e la CEI 11-17 per le linee in cavo;
- le linee sono schematizzate secondo quanto previsto dalla norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 4 di 22

calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;

- delimitazione delle regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a 3 μ T (art. 4 DPCM 8 luglio 2003, obiettivi di qualità);
- le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto arrotondando all'intero più vicino le dimensioni espresse in metri;
- detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 5 di 22

2 PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI

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

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

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al D.M. 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

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

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

Fascia di rispetto: Spazio circostante un elettrodotto (Figura 2.1) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T) valutata alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 6 di 22

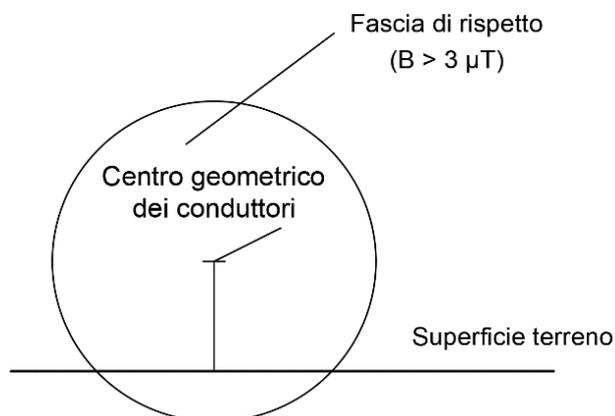


Figura 2.1 - Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto

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

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità ($B = 3 \mu T$);
- portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17).

Distanza di prima approssimazione (DPA): Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 2.2).

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia). Per le cabine elettriche rappresenta la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti (tetto e pavimento compresi).

All'interno della DPA sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica $< 3 \mu T$.

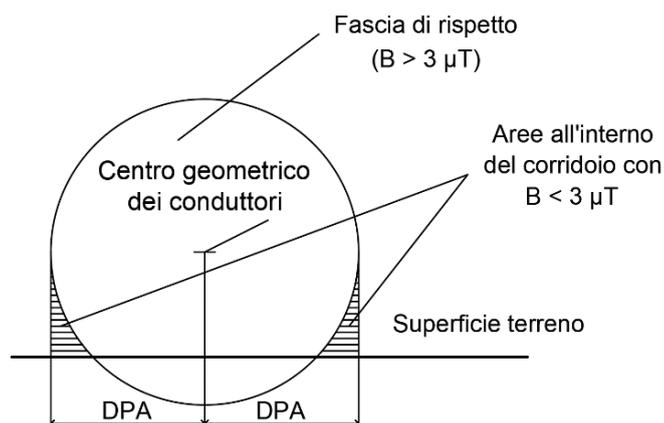


Figura 2.2- Calcolo della DPA per un elettrodotto

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 7 di 22

Elettrodotta: insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

Linea: collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione;

Tronco: collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti);

Tratta: porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN;

Impianto: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie e Cabine utente).

Il DM 29.05.08 fornisce quindi le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto, in particolare, secondo quanto previsto al § 3.2, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee in corrente continua);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i..

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 8 di 22

3 OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08

Riguardo l'assoggettamento alla disciplina del D.M. 29.05.08, le opere da realizzare nell'impianto in esame, per quanto riguarda l'area Produttore, si riferiscono a:

1. Aerogeneratori;
2. Linee di distribuzione a 36 kV per l'interconnessione degli aerogeneratori e di collegamento diretto alla Stazione RTN di trasformazione a 380/150/36 kV;
3. Cabine collettrici a 36 kV.

3.1 Descrizione generale aerogeneratori

Gli elementi principali dell'aerogeneratore sono i seguenti:

- il rotore;
- il generatore elettrico;
- il sistema di orientamento che consente la rotazione orizzontale del sistema motore;
- la gondola o navicella (carenatura che racchiude il sistema motore e gli ausiliari);
- la torre di sostegno;
- il trasformatore di macchina che modifica la tensione generata in quella richiesta della rete.

Nello specifico, l'aerogeneratore di progetto avrà le seguenti caratteristiche:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo di 170 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore di macchina e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza massima fino all'asse del rotore pari a 135 m;
- altezza complessiva massima fuori terra (altezza al tip) pari a 220 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: ~6 m;
- vita media prevista 30 anni.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 9 di 22

Power [kW]

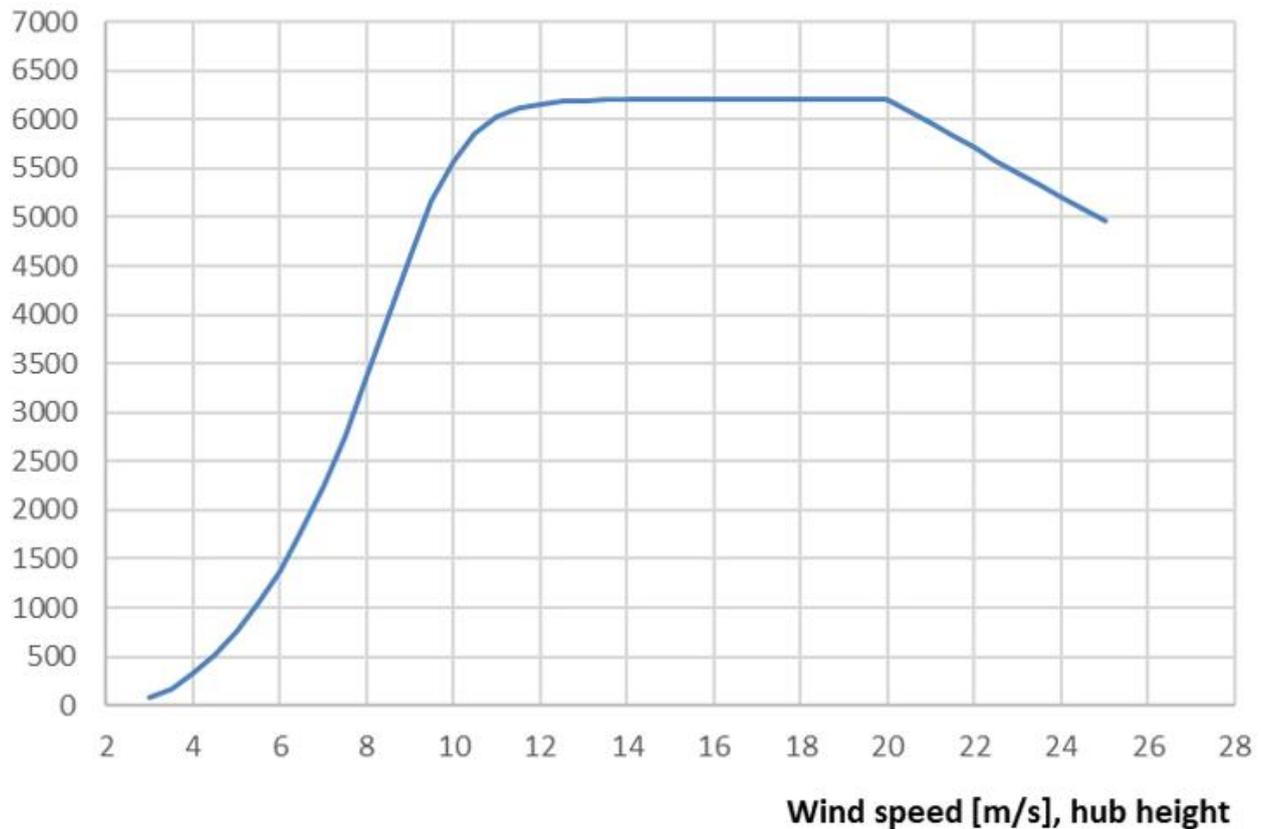


Figura 3.1 - Curva di potenza aerogeneratore di progetto

3.2 Descrizione linee di distribuzione a 36 kV

L'energia prodotta dagli aerogeneratori in BT verrà trasformata al livello di 36 kV in corrispondenza del trasformatore di macchina - posto sulla navicella di ogni torre eolica - e convogliata verso la cabina collettiva di impianto per mezzo di cavi interrati a 36 kV costituenti la distribuzione elettrica di impianto (di seguito per brevità distribuzione interna).

La centrale eolica sarà connessa alla RTN per mezzo di cavidotto interrato costituito da n.3 linee a 36 kV costituiti da cavi unipolari non elicordati di sezione pari a 630 mm². Nello specifico, la tratta del cavidotto in esame collegherà le n.2 cabine collettive previste in progetto, che insisteranno rispettivamente in agro di Nuraminis e di Furtei, per poi attestarsi alla sezione a 36 kV della futura SE di trasformazione 380/150/36 kV.

Le linee a 36 kV saranno, in funzione della sezione di cavo utilizzata, della tipologia tripolare con conduttori cordati ad elica visibile (ARE4H1RX o equivalenti) oppure unipolari non elicordati (ARE4H1R o equivalenti); entrambi risultano adatti alla posa con interrimento diretto, in conformità

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 10 di 22

all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Nel seguito sono elencate le principali caratteristiche delle tipologie di cavo previste in progetto:

- Caratteristiche costruttive;
 - Conduttore: corda rotonda compatta di alluminio;
 - Semiconduttivo interno: mescola estrusa;
 - Isolamento: mescola di polietilene reticolato;
 - Semiconduttivo esterno: mescola estrusa;
 - Schermatura: Fili di rame rosso e controspirale;
 - Guaina esterna: PVC di qualità Rz/ST2 di colore rosso;
- Costruzione e requisiti: EC 60502-2;
- Prova di non propagazione della fiamma: secondo normative CEI 20-35;
- Caratteristiche funzionali:
 - Tensione di esercizio: 36 kV;
 - Tensione massima U_m : 36 kV;
 - Temperatura massima di esercizio del conduttore di fase: 90°C;
 - Temperatura massima di corto circuito: 250°C;
 - Temperatura minima di posa: 0°C.

I cavi verranno posati direttamente interrati, riempiendo la trincea con il materiale di risulta dello scavo, senza usare ulteriori protezioni meccaniche, e riducendo notevolmente il materiale di risulta eccedente. Facoltativamente si potranno posare su un eventuale letto di sabbia al fine di garantire una maggior protezione agli urti e allo schiacciamento.

Nelle seguenti Figura 3.2 e Figura 3.3 sono riportati i tipici di posa progettuali in accordo con quanto rappresentato nell'elaborato grafico BLTX-NS-TE5_Sezioni tipo vie cavo.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICI	PAGINA 11 di 22

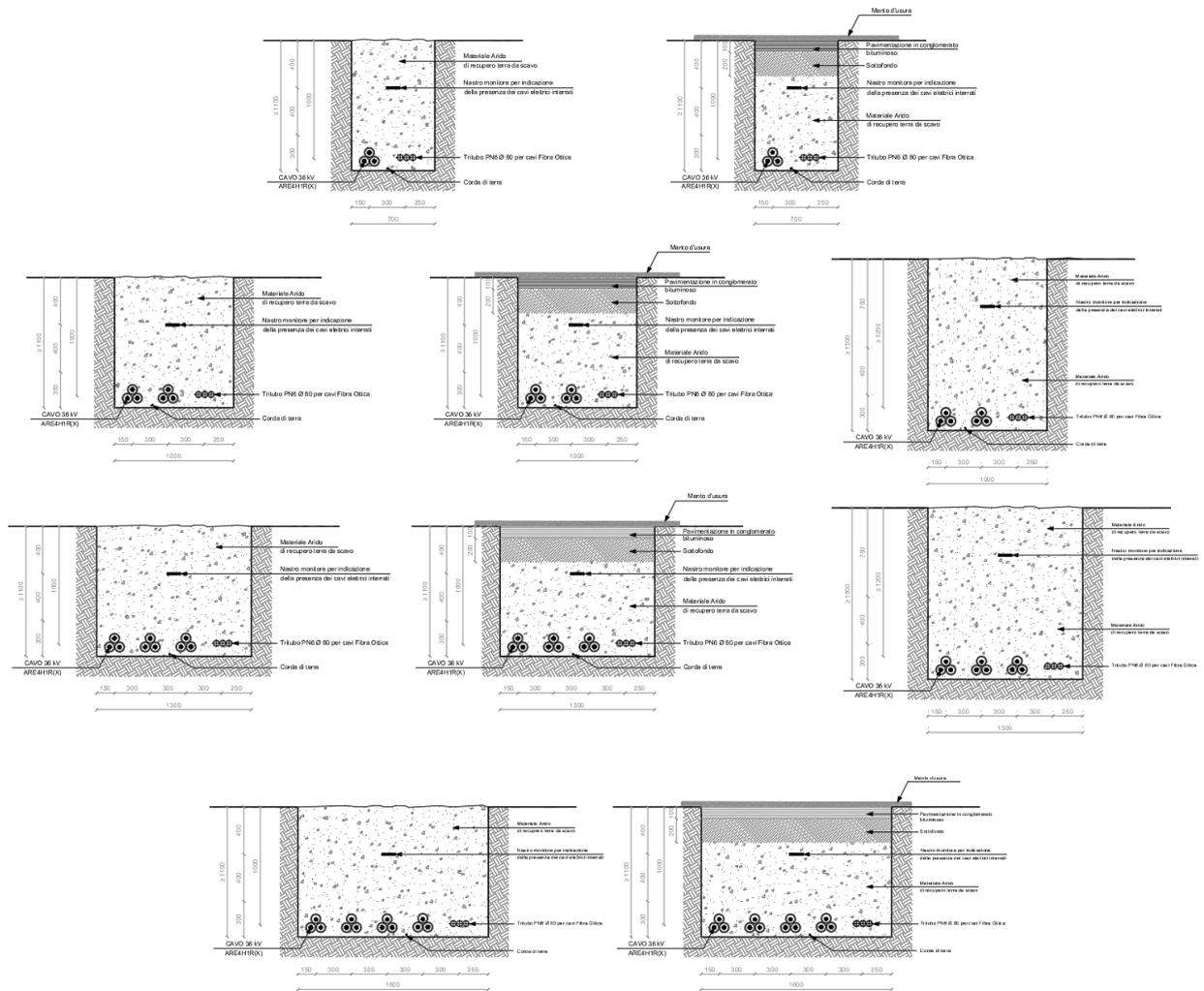


Figura 3.2 – Tipico modalità di posa cavidotto 36 kV (distribuzione interna)

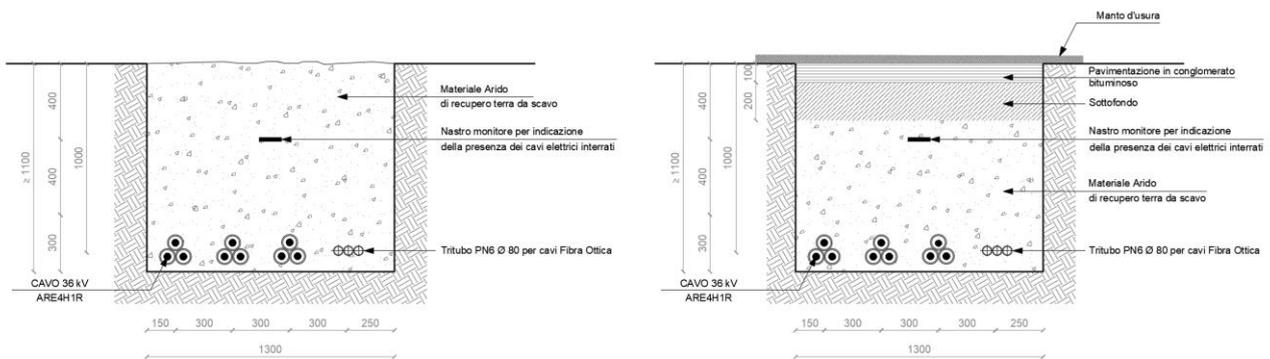


Figura 3.3 - Tipico modalità di posa cavidotto 36 kV di collegamento alla RTN

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 12 di 22

4 RISULTATI DI CALCOLO

4.1 Calcolo DPA aerogeneratori

I componenti principali dell'aerogeneratore rappresentanti fonte di emissione di campi elettromagnetici sono:

- il generatore elettrico;
- le linee a 36 kV dalla navicella fino al quadro a 36 kV posto a base torre.

Ai fini della valutazione del campo magnetico si considererà il cavidotto di collegamento al generatore elettrico nell'ipotesi che questo sia attraversato dalla corrente I in condizioni di massima potenza:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{6200}{\sqrt{3} \cdot 36 \cdot 0,95} = 105 \text{ A} \quad (3)$$

In merito ai conduttori sulla parete del sostegno dell'aerogeneratore, il campo generato può essere calcolato mediante la relazione (4) ottenuta dalla norma CEI 116-11 che è valida per una terna di conduttori disposti in piano o in verticale (a bandiera) con distanza tra i conduttori adiacenti pari a S [m] e percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Pertanto l'induzione magnetica B [μT] valutata in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale (con $R \gg S$) sarà data dalla seguente equazione:

$$B = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad (4)$$

Dalla relazione (4) è possibile ricavare la distanza R corrispondente ad un valore di B pari a $3 \mu\text{T}$ (soglia obiettivo di qualità D.P.C.M. 8 luglio 2003):

$$R = 0,34 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad (5)$$

Nell'ipotesi di una distanza tra i conduttori S pari a 0,1 m:

$$R = 0,34 \cdot \sqrt{0,1 \cdot 105} = 1,1 \text{ m} \quad (6)$$

Verrà considerata una DPA di 1,5 m misurata a partire dalle pareti esterne della torre.

4.2 Calcolo DPA elettrodotti a 36 kV

Secondo la configurazione elettrica dell'impianto, sono previste varie configurazioni di cavidotto con terne multiple di cavi di differenti sezioni. Pertanto, ai fini della valutazione delle fasce di rispetto (e dunque delle DPA), si farà riferimento al caso peggiore prendendo in considerazione le sezioni di cavo maggiori presenti per ogni sezione tipo di cavidotto (BLTX-NS-TE5_Sezioni tipo vie cavo).

Nel seguito sono riportati i risultati di calcolo dell'induzione magnetica, valutata ad una quota di 1 m dal piano di calpestio, tramite software di simulazione di campi elettromagnetici Magnetic Induction

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 13 di 22

Calculation (MAGIC) della società Be Shielding s.r.l..

4.2.1 Cavidotti costituenti la distribuzione elettrica di impianto

4.2.1.1 Cavidotto composto da una terna di cavi di sezione pari a 630 mm²

In riferimento al caso di un cavidotto interrato costituito da una terna di cavi a 36 kV, nella seguente Figura 4.1 viene riportata la curva di equilivello a 3 μT dell'induzione magnetica generata da una terna di cavi non elicordati (ARE4H1R-36 kV), con sezione pari a 630 mm² e disposti a trifoglio, attraversati dalla corrente nominale della sezione sopracitata pari a 710 A.

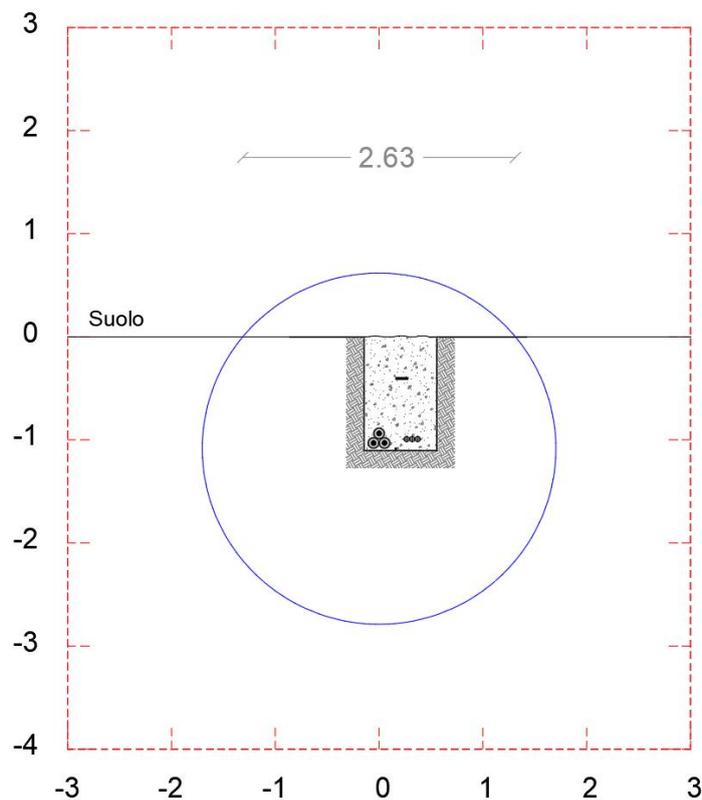


Figura 4.1 - Curva equilivello 3μT – 1 terna di cavi a 36 kV

Le analisi effettuate evidenziano che nel caso di elettrodotto costituito da una terna di cavi a 36 kV attraversati da una corrente di 710 A, pari alla portata della sezione maggiore presente nella tipologia di cavidotto in esame, i valori di induzione magnetica calcolati ad una quota di 1 m dal suolo sono inferiori alla soglia di 3 μT per una distanza di circa 2,6 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotto. Pertanto, per le tratte in cui è presente una terna di conduttori, si assumerà cautelativamente una fascia di rispetto pari a 3 m.

In Tabella 4.1 si riportano i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software:

Tabella 4.1 - Sezione Tipo "A" - 1 terna di cavi interrati

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 14 di 22

Formazione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro conduttore [m]
3x1x630	710	1,00	0,05

4.2.1.2 Cavidotto composto da due terne di cavi a 36 kV di sezione pari a 185 e 630 mm²

Si riporta nella seguente Figura 4.2 la curva equilivello a 3 μ T dell'induzione magnetica generata da due terne interrate disposte a trifoglio di sezione pari a 185 e 630 mm² e attraversate dalle rispettive correnti nominali pari a 371 e 710 A.

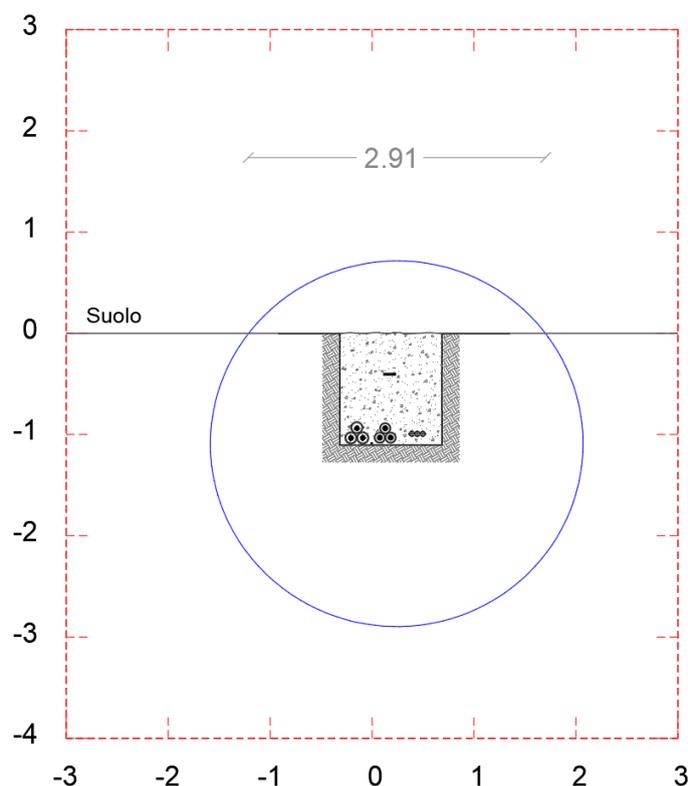


Figura 4.2 - Curva Equilivello 3 μ T – 2 terne di cavi a 36 kV

Come si può vedere, nel caso di elettrodotto composto da due linee a 36 kV attraversate da correnti di valore pari alla loro portata, i valori di induzione magnetica sono inferiori alla soglia di 3 μ T per una distanza di circa 2,9 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotto. Pertanto, per il caso in esame si assumerà cautelativamente una fascia di rispetto pari a 3 m.

Nella seguente Tabella 4.2 sono riportati i parametri utilizzati per i calcoli dell'induzione elettromagnetica mediante software.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 15 di 22

Tabella 4.2 - Sezione Tipo "B" - 2 terne di cavi interrati

Formazione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro conduttore [m]
3x1x185	371	1,00	0,05
3x1x630	710	1,00	0,05

4.2.1.3 Cavidotto composto da tre terne di cavi a 36 kV, due terne sezione pari a 185 mm² e una da 630 mm²

In Figura 4.3 è riportata la curva equilivello a 3 μT dell'induzione magnetica generata da un cavidotto interrato costituito da due terne di cavi di sezione pari a 185 mm² e una terna da 630 mm², con disposizione a trifoglio.

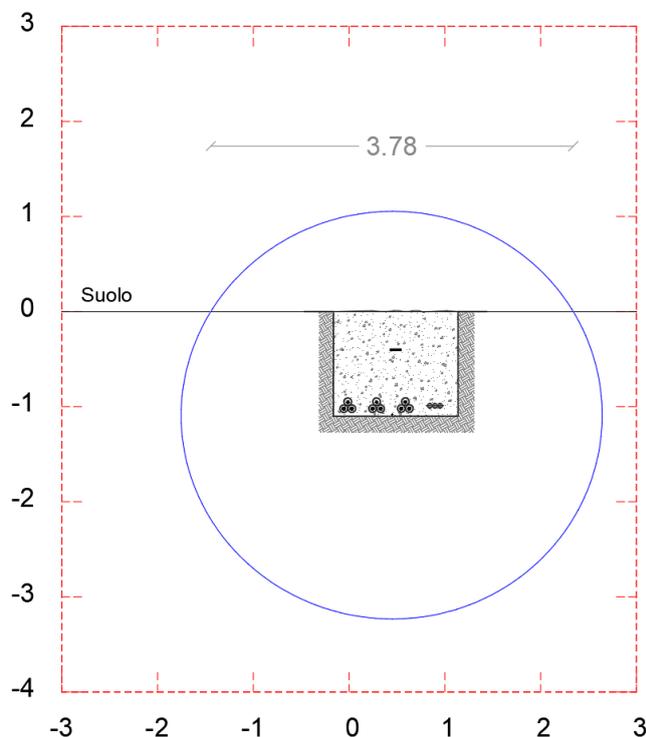


Figura 4.3 - Curva Equilivello 3μT – 3 terne di cavi a 36 kV

Nel caso di elettrodotto realizzato con tre terne di cavi a 36 kV attraversate da correnti pari alle corrispettive portate (371 A per cavi da 185 mm² e 710 per cavi da 630 mm²), i valori di induzione magnetica calcolati ad una quota di 1 m dal suolo sono inferiori alla soglia di 3 μT per una distanza di circa 3,8 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotto.

Di conseguenza, per le tratte di cavidotto con tre terne di conduttori, si assumerà una fascia di rispetto di 4 m.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 16 di 22

In Tabella 4.3 si riportano i parametri utilizzati per effettuare il calcolo attraverso il software:

Tabella 4.3 - Sezione Tipo "C" - 3 terne di cavi interrati

Formazione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro conduttore [m]
2x(3x1x185)	371*	1,00	0,05
3x1x630	710	1,00	0,05

*Valore di corrente per ciascuna terna

4.2.1.4 Cavidotto composto da quattro terne di cavi a 36 kV

Nel caso in cui il cavidotto sia formato da n.4 linee a 36 kV, la risultante curva di equilivello a 3 μ T dell'induttanza magnetica di Figura 4.4 valutata considerando il caso peggiore in cui nello stesso scavo sono presenti:

- n.2 terne a 36 kV di sezione pari a 185 mm²;
- n.1 terna a 36 kV da 400 mm²;
- n.1 terna a 36 kV avente sezione di 630 mm².

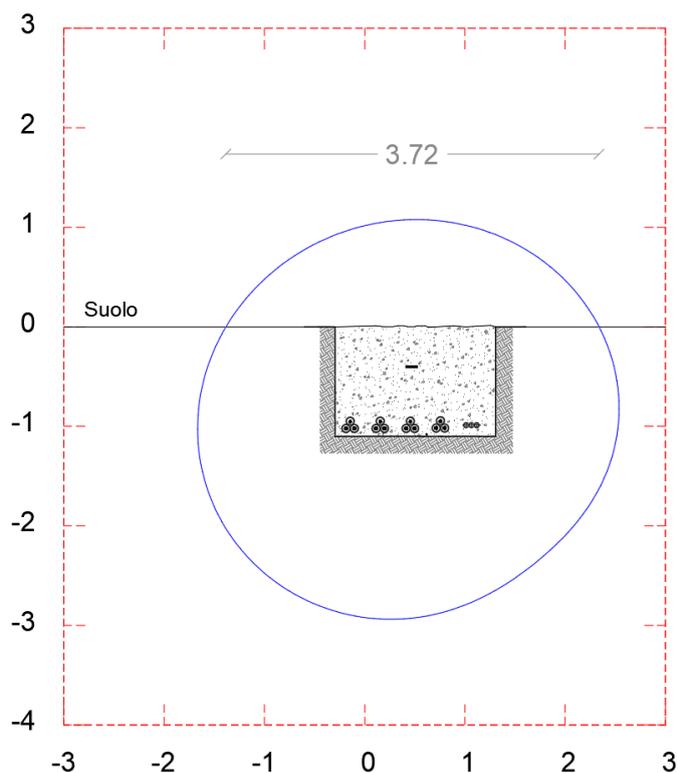


Figura 4.4 - Curva Equilivello 3 μ T – 4 terne di cavi a 36 kV

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 17 di 22

Dalle analisi si può constatare che nel caso di cavidotto formato da n.4 terne di cavi attraversati dalle rispettive correnti pari al valore della corrispondente portata, i valori di induzione magnetica calcolati ad una quota di 1 m dal suolo sono inferiori alla soglia di 3 μT per una distanza di circa 3,7 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotta. Pertanto, per le tratte in cui è presente una terna di conduttori, si assumerà cautelativamente una fascia di rispetto pari a 4 m.

In Tabella 4.1 si riportano i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software:

Tabella 4.4 - Sezione Tipo "D" - 4 terne di cavi interrati

Formazione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro conduttore [m]
3x1x185	371	1,00	0,05
3x1x400	470	1,00	0,05
3x1x630	710	1,00	0,05

4.2.2 Calcolo DPA cavidotto 36 kV di connessione alla RTN – 3 terne 630 mm²

Si riporta in Figura 4.5 la curva di equilivello a 3 μT dell'induzione magnetica generata da n.3 terne di cavi a 36 kV disposti a trifoglio aventi sezione pari a 630 mm² e, analizzando la situazione più gravosa, attraversati dalla corrente pari alla portata della sezione di cavo considerata (710 A).

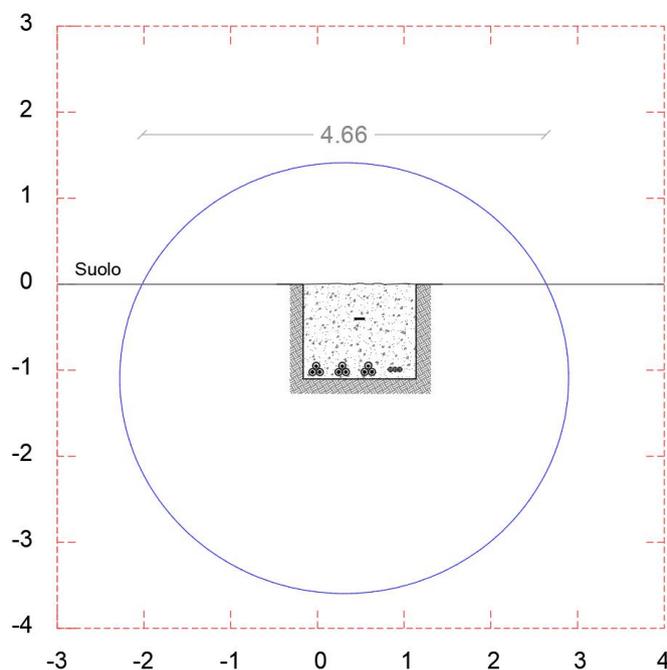


Figura 4.5 - Curva Equilivello 3 μT – 2 terne di cavi a 36 kV non elicordati

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 18 di 22

Le analisi effettuate evidenziano che nel caso di elettrodotto realizzato con n.3 terne di cavi, attraversati da una corrente di 710 A, i valori di induzione magnetica calcolati ad una quota di 1 m da suolo sono inferiori alla soglia di 3 μ T per una distanza di circa 4,7 m a cavallo dell'asse dell'elettrodotto; pertanto, la fascia di rispetto per il cavidotto di collegamento dell'impianto con la cabina elettrica utente verrà ipotizzata pari a 6 m a cavallo dell'asse del cavidotto considerato.

Si riportano in Tabella 4.5 i parametri presi in considerazione per effettuare il calcolo attraverso il software di simulazione:

Tabella 4.5 - Cavidotto interrato sezione tipo C - 3 terne di cavi interrati

Sezione [mm ²]	Corrente [A]	Profondità di posa [m]	Diametro del conduttore [m]
3X(3x1x630)	710*	1,00	0,05
*Valore di corrente per ciascuna terna			

4.3 Cabina colletttrice a 36 kV

La configurazione elettrica dell'impianto ha previsto la realizzazione di n.2 cabine colletttrici a 36 kV, da ubicarsi all'interno di un'area recintata di pertinenza del Produttore, rispettivamente nei pressi dell'area di impianto e nelle vicinanze della futura SE RTN 380/150/36 kV.

Al loro interno è prevista l'installazione di un quadro a 36 kV con funzioni di sezionamento e protezione delle linee a 36 kV provenienti dal parco eolico e dalla quale partiranno le n.3 tratte di cavidotto che collegheranno la centrale alla nuova SE RTN. Considerato che non è prevista l'installazione di trasformatori, se non per l'alimentazione dei servizi ausiliari, i valori dei campi elettromagnetici saranno molto ridotti.

Per entrambi i casi, anche in prospettiva di potenziali ampliamenti futuri e installazione di trasformatori di potenza, si assume comunque un valore cautelativo di DPA pari a 2 m che ricade interamente all'interno dell'area di progetto.

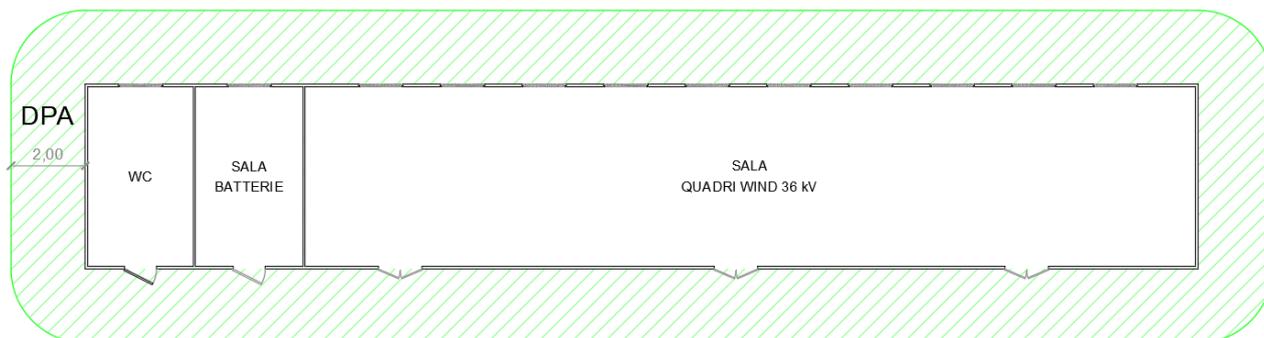


Figura 4.6 - DPA cabina colletttrice 36 kV

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 19 di 22

5 PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO

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

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

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

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

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

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 20 di 22

6 CONCLUSIONI

Il presente studio previsionale per la valutazione dei campi elettromagnetici ha valutato le fasce di rispetto per gli elementi dell'impianto eolico in progetto denominato "Sa Corona".

Le parti dell'impianto di produzione in progetto, assoggettabili al DM 29.05.08 in merito alla determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti, riguardano:

- Aerogeneratori;
- Cavidotti a 36 kV per la interconnessione degli aerogeneratori costituenti la distribuzione elettrica di impianto;
- Cavidotto a 36 kV di collegamento della centrale eolica alla futura SE RTN 380/150/36 kV;
- Cabine collettrici a 36 kV.

Come risultato delle analisi delle fasce di rispetto dei diversi componenti di impianto summenzionati, si è giunti alle seguenti conclusioni:

1. Per le linee di distribuzione dell'energia elettrica, la fascia di rispetto dagli elettrodotti varia a seconda del numero e della sezione (in termini di corrente nominale) delle terne dei cavi posate nello stesso scavo. In particolare, per le tipologie di cavidotti e le modalità di posa impiegate nel progetto, si sono individuate le fasce di rispetto riportate nella seguente Tabella 6.1:

Tabella 6.1 - DPA e fascia di rispetto in funzione del numero di terne all'interno dello stesso scavo

Numero terne/sezione posate nello stesso scavo	$B \leq 3\mu T$ [m]	DPA [m]	Fascia di rispetto [m]
1 terna da 630 mm ² disposizione a trifoglio	2,6	1,5	3
1 terna da 3x1x185 mm ² 1 terna da 630 mm ² disposizione a trifoglio	2,9	1,5	3
2 terne da 3x1x185 mm ² 1 terna da 630 mm ² disposizione a trifoglio	3,8	2,0	4
2 terne da 3x1x185 mm ² 1 terna da 400 mm ² 1 terna da 630 mm ² disposizione a trifoglio	3,7	2,0	4

2. Per il cavidotto di connessione alla futura SE RTN la DPA si può assumere pari a 3 m dall'asse del cavidotto;

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 21 di 22

3. Per la cabina colletttrice d'impianto, vista l'assenza di correnti elevate e in prospettiva di installazione di futuri trasformatori, anche per servizi ausiliari, si è valutata cautelativamente una DPA di 2m dalle pareti della cabina.

All'interno delle succitate DPA, alcune ricadenti all'interno di aree entro la quale non è consentito l'accesso al pubblico, non sono previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere, e non sono presenti insediamenti abitativi o altri recettori sensibili.

In conclusione, per quanto sopra esposto e secondo i criteri di valutazione adottati, non sono rilevabili rischi specifici a carico della salute umana attribuibili alla propagazione di campi elettromagnetici.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	COD. ELABORATO BLTX-NS-RA8
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	PAGINA 22 di 22

7 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

7.1 Norme legislative

- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”. G. U. n. 55 del 7 marzo 2001;
- DPCM 8 luglio 2003: “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti” - G. U. n. 200 del 29 agosto 2003;
- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156).

7.2 Norme tecniche

- CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana;
- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- CEI 106-11. Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6). Parte 1: linee elettriche aeree e in cavo;
- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.

7.3 Guide ENEL

- Enel. Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

7.4 Altri riferimenti bibliografici

- M. Bruni e altri. Modellistica previsionale applicata allo studio dei campi magnetici in prossimità di cabine di trasformazione elettrica (MT/BT). ARPA Emilia Romagna;
- G. Licitra, F. Francia, N. Colonna. Esposizione al campo magnetico generato da cabine elettriche MT/BT di U.O. Fisica Ambientale Dipartimento ARPAT di Livorno;
- Stefano Cheli, Federica Fratini, Mauro Salvadori. Enel. Aspetti tecnici e autorizzativi per l'installazione di cabine secondarie nel rispetto dei limiti normativi esposizione a campi elettromagnetici. Metodologia di valutazione semplificata della fascia di rispetto (DPA). Padova 19/06/09.