

# PARCO EOLICO SV3 - BRIC CIAN DE VACHÈ

Il Committente: **Duferco**  
**Sviluppo**

Sede Legale DUFERCO Sviluppo S.p.A. :  
via Armando Diaz n. 248  
25010, San Zeno Naviglio (BS)  
P.IVA e C.F. 03594850178

Oggetto:  
**RELAZIONE SPECIALISTICA**

Titolo:  
**RELAZIONE TECNICA DISTANZA DI PRIMA  
APPROSSIMAZIONE**

Il Progettista



Ing. Silvio Mario Bauducco

Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
01/2024	MP	Emissione	01/2024	MP	01/2024	SMB

SCALA: N.A.

FORMATO: A4

GENNAIO 2024

Commessa	Tip. impianto	Fase Progetto	Disciplina	Tip. Doc	Titolo	N. Elab	REV
23056	EO	DE	EL	R	09	0002	A

RICERCA, SVILUPPO E COORDINAMENTO IMPIANTI EOLICI E FOTOVOLTAICI A CURA DI:

  
**EMME CONSULTING** s.r.l.s.

Sede Amministrativa e Operativa  
via Benessia, 14 12100 Cuneo (CU)  
tel 335.6012098  
e-mail: emmecsrsls@gmail.com

Geom. Domenico Bresciano

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

  
**BAUTEL** s.r.l.

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

I Tecnici:

Coord. gruppo di progettazione  
Ing. Silvio Mario Bauducco

Collaboratori

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

File: testalini relazioni.dwg

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva del progettista ivi indicato sul quale si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dallo stesso progettista.

**Regione Liguria**  
Provincia di Savona

**COMUNI DI**  
**STELLA E ALBISOLA SUPERIORE**

**PARCO EOLICO**  
**SV3 – BRIC CIAN DE VACHE’**

**RELAZIONE DI VERIFICA**  
**DELLA “DPA”**  
**DISTANZA DI PRIMA**  
**APPROSSIMAZIONE IN MATERIA DI**  
**INQUINAMENTO**  
**ELETTROMAGNETICO**

DATA: 11/03/2024

IL PROGETTISTA  
Dott. Ing.  
Ing. Silvio Mario Bauducco  


**INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>5</b>
<b>3. PROGETTO .....</b>	<b>6</b>
<b>4. ORARI DI ATTIVITÀ E PRESENZA DI PERSONALE.....</b>	<b>8</b>
<b>5. CALCOLO DPA .....</b>	<b>9</b>
5.1. Aerogeneratore .....	9
5.2. Elettrodotti a 36 KV .....	10
5.3. Cabine di raggruppamento .....	12

## 1. PREMESSA

La presente relazione riguarda la verifica del rispetto dei parametri di inquinamento elettromagnetico imposti dalla normativa vigente per l'impianto eolico previsto al di sotto dei crinali montani afferenti a Stella e collocati nei territori comunali di Stella e Albisola Superiore.

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (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  $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l'obiettivo di qualità (3  $\mu$ 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  $\mu$ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati.

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

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

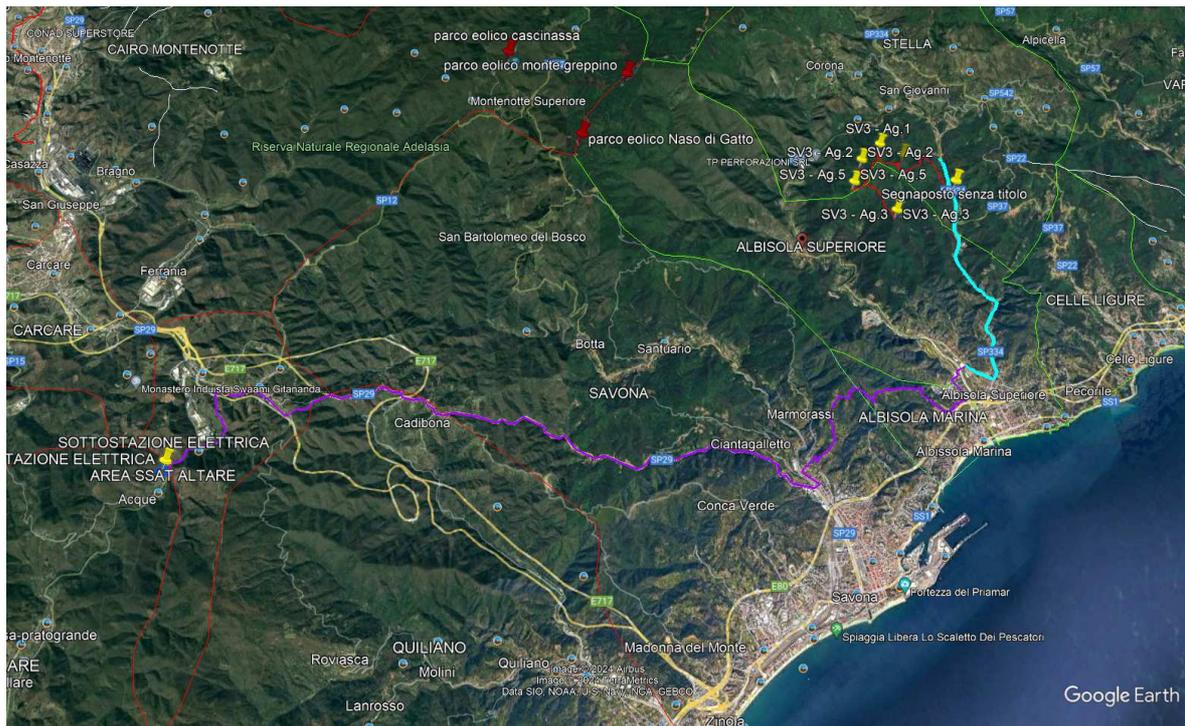
All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h) giornaliera.

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

- Aerogeneratori;
- linee in media tensione (MT) a 36K interrata che, su 2 dorsali, dalle turbine vano alla area cabine di raggruppamento;
- Cabine di raggruppamento (cabina celle 36 kV);

Si evidenzia che gli aerogeneratori trasformano già nella navicella la tensione innalzandola a 36KV; pertanto, il percorso di connessione tra le turbine (suddivise in 2 gruppi) e l'area di raggruppamento (costituita da cabine elettriche prefabbricate affiancate) è composto da una condotta per ogni dorsale (una dorsale per ognuno dei 2 gruppi di aerogeneratori) senza interposizione di altri elementi.

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



Il percorso cavo interrato di connessione a Terna è definito fino alla futura stazione di Terna prevista ma non ancora ufficializzata a Mallare dove verrà realizzata l'entra esci sulla 380KV della linea Magliano Lapi – Vado Ligure.

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

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- DPCM 8 luglio 2003 n.199 “Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 1000 kHz e 300GHz”.
- DPCM 8 luglio 2003 n.200 “Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi

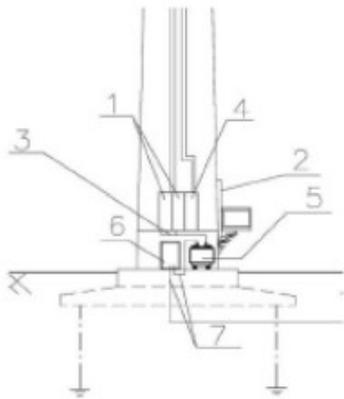
elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”.

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

### **3. PROGETTO**

L’impianto servito dal tratto di connessione in esame è costituito da 5 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2MW previsti nei crinali montani presenti a Stella e Albisola superiore e collocati nei rispettivi territori comunali.

### Aerogeneratori



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

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

Le previste turbine eoliche V162 (aventi 125 m di altezza al mozzo e 162 m di diametro), a differenza di quanto sopra rappresentato, hanno la possibilità di ospitare il trasformatore, che porta la tensione a 36KV, all'interno della navicella posta in sommità al fusto. Con una serie di entra esci sulle turbine, gestite da celle di protezione e sezionamento poste entro la base delle stesse, si raccoglie la produzione elettrica su 2 distinti gruppi di turbine.

Da ogni gruppo di turbine è prevista la partenza di un circuito tripolare che giunge fino alla cabina di raggruppamento posta in area specifica mediante un apposito e dedicato cavidotto interrato. Il tracciato di collegamento, nella sua massima ampiezza, sarà costituito da n. 2 tubi distanziati di diametro pari a circa 250 mm, uno per gruppo di aerogeneratori, fino alla cabina di raggruppamento.

L'area di raggruppamento sarà collocata nei pressi dell'aerogeneratore 04, ovvero nell'area della piazzola necessaria al montaggio dell'aerogeneratore che, da analisi dei territori limitrofi, è risultata essere la più idonea alla sua collocazione.

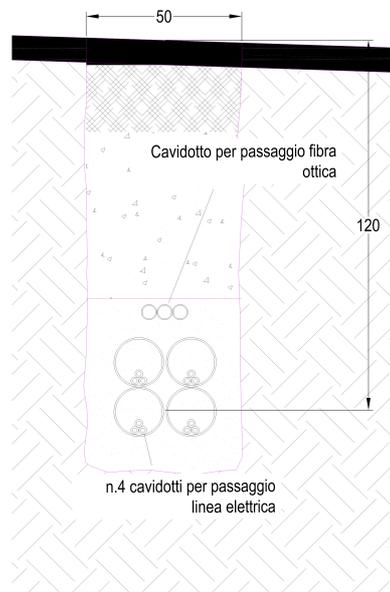
La cabina di raggruppamento è appositamente realizzata per far convergere i cavi di collegamento con le turbine (per gruppi) così da poter trasportare l'energia, mediante un condotto unico interrato a 36 kV, al punto di consegna.

Il condotto di connessione a 36 kV tra stallo condiviso su stazione AT Terna e la cabina di raggruppamento è stato ipotizzato come percorso fermo restando che potrebbe cambiare l'ubicazione della cabina terna a Mallare.

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

## SEZIONE TIPICA POSA ELETTRODOTTI 36 KV

Sezione alla massima quantità di cavidotti



## 4. ORARI DI ATTIVITÀ E PRESENZA DI PERSONALE

L'impianto eolico ha un funzionamento che dipende dal vento presente sul sito. Dalle prime valutazioni si ritiene che abbia un funzionamento di circa 2.200 h equivalenti all'anno.

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

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

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

Il personale sarà presente solo saltuariamente per controlli e quindi con permanenze limitate e prevalentemente inferiori alle quattro ore, oppure per manutenzione

straordinaria o programmata con permanenze sicuramente superiori alle quattro ore.

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

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

## 5. CALCOLO DPA

La valutazione di seguito effettuata rimane valida per le attuali scelte progettuali, e dovrà essere ripetuta se verrà modificato, anche solo in parte, qualsiasi elemento che determinerà una variazione delle emissioni elettromagnetiche caratteristiche dell'impianto.

### 5.1. Aerogeneratore

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

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

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

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

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

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

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

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

Assumendo S pari a 0,1m, quindi risulta,  $R = 0,34 \sqrt{0,1 \cdot 110} = 1,13 \text{ m}$

Viene quindi assunta una:

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

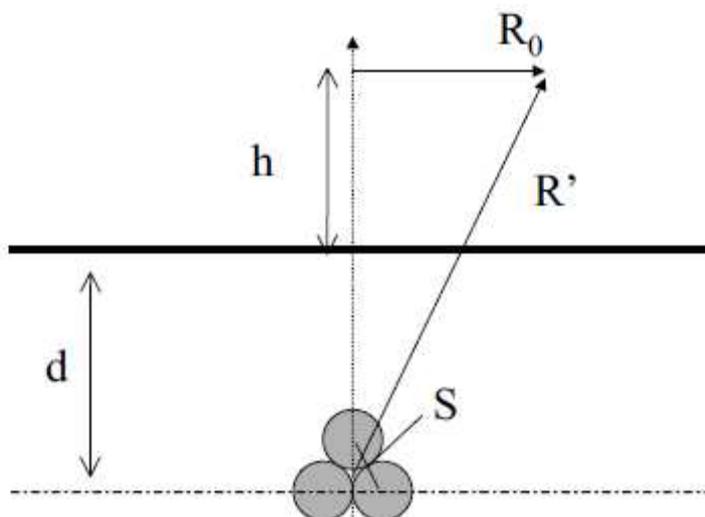
## 5.2. Elettrodotti a 36 KV

Il progetto prevede la realizzazione di cavidotti interrati con posa in opera di singole terne di cavi con disposizione a trifoglio, aventi sezione di  $240 \text{ mm}^2$ .

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

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

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



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

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

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

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

Cavo	RG7H1-M1
Composizione	3x(1x240mmq)
Carico massimo di progetto	330 A
Parametro S (m)	0.038 m
Parametro d (m)	1.0 m
Parametro $R_0$ (m)	0.17 m

Viene qui assunta, con ampia approssimazione di cautela, una:

Distanza DPA 1 m

### **5.3. Cabine di raggruppamento**

Secondo quanto riportato nel DM del 29/05/08 si è esaminato il controllo delle fasce di rispetto nel caso specifico della prevista cabina di raggruppamento dorsali provenienti dai generatori oggetto del presente progetto.

In particolare, in base all'art. 6 del DPCM 08/07/2003, si sono determinate e rappresentate le fasce di rispetto in prossimità delle cabine previste in area di raggruppamento per raccogliere i circuiti dorsali, proteggerli e dare origine alla dorsale verso stallo Terna ancora da definire, comprendendo allo scopo, in ottemperanza alle Norme vigenti, anche servizi ausiliari e sistemi di monitoraggio.

Tali fasce di rispetto, qualora rientrassero nei livelli di azione, verranno comunicati ad opportuno organo di controllo, che nel caso specifico sarà rappresentato dall' Arpa (art. 14 della legge 36/01). In fase di verifica dei DpA, si è fatta particolare attenzione all'area in prossimità dell'elettrodotto e della cabina; in particolare si è verificato che all'interno della fascia di rispetto (campo magnetico superiore a  $3 \mu\text{T}$ ) non vi siano edifici, scuole, aree giochi e abitazioni, ecc.

In base a quanto riportato dall'art. 6 del DPCM 08/07/2003, l'APAT definisce la metodologia di calcolo per la determinazione di tali fasce di rispetto; tale metodologia viene riportata nel D.M del 29/05/08.

La metodologia riportata nel DM 29/05/08 prevede l'individuazione di una distanza di prima approssimazione (Dpa) intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina oltre la quale il campo magnetico dovrebbe presentare valori inferiori ai  $3 \mu\text{T}$ .

Il calcolo della distanza di prima approssimazione (d.p.a.) viene applicato nel caso specifico di cabine realizzate secondo gli standard di riferimento nazionali.

Nel nostro caso si prevede uso di cabine monoblocco prefabbricate dotate di idonea certificazione ministeriale.

La struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la Dpa, a scopo di cautela prendendo a riferimento la condizione più gravosa, è un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale di bassa in uscita dal trasformatore servizi e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) dei cavi in uscita dal trasformatore stesso.

I dati di ingresso per il calcolo della Dpa nel caso specifico della cabina di trasformazione sono pertanto la corrente nominale di bassa tensione del trasformatore ed il diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso.

La formula utilizzata è la seguente:

$$DPA/\sqrt{I} = 0.40942 * x^{0.5241}$$

dove:

- Dpa = distanza di prima approssimazione [m]
- I = corrente nominale del trasformatore [A]
- x = diametro dei cavi in uscita dal trasformatore [m]

Ricavato il valore di Dpa esatto si approssima al mezzo metro superiore.

Il DM 29/05/08 riporta inoltre a titolo di esempio una serie di Dpa calcolate per casi reali e che viene preso a riferimento.

Diametro dei cavi (m)	Tipologia trasformatore (kVA)	Corrente (A)	Dpa (m)
0.010	250	361	1
	400	578	1
	630	909	1.5
0.012	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
0.014	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
0.018	250	947	1.5
	400	1.199	1.5
	630	1.503	2
0.022	250	361	1.5
	400	578	1.5
	630	909	2
0.027	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5
0.035	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5

Dato il cavo indicato per la connessione servizi e la potenza del trasformatore ricadiamo, con approssimazione a favore della sicurezza al primo dato utile disponibile, nella sezione 3 riga 1,

Viene assunta una:

Distanza DPA 1 m