

COMMITTENTE



GRV WIND SARDEGNA 7 S.R.L.
Via Durini, 9 Tel. +39.02.50043159
20122 Milano PEC: grwindsardegna7@legalmail.it

GRV WIND SARDEGNA 7 S.r.l.
Via Durini, 9
20122 Milano (MI)
P. IVA 12038430968

PROGETTISTI



Progettazione e coordinamento:
Ing. Giuseppe Frongia
I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP
09122 Cagliari (I)
Tel./Fax. +39.070.658297
Email: info@iatprogetti.it
PEC: iat@pec.it



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA MEDIO CAMPIDANO



COMUNE VILLANOVAFRANCA



COMUNE FURTEI



COMUNE SANLURI



COMUNE VILLAMAR

PROGETTO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DENOMINATO "SU MURDEGU" COMPOSTO DA 7 AEROGENERATORI DA 6.0 MW, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 42 MW SITO NEL COMUNE DI VILLANOVAFRANCA (VS), CON OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI VILLANOVAFRANCA, VILLAMAR, FURTEI E SANLURI (VS)

ELABORATO

Titolo:

STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Tav./Doc.:

WVNF-RA11

Nome file:

WVNF-RA11 Studio previsionale per la valutazione dei campi elettromagnetici

Scala/Formato:

-

0	Aprile 2022	Prima emissione	IAT PROGETTI	IAT PROGETTI	GRVALUE
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE



31/03/2022

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DA 42 MW E DELLE OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI VILLANOVAFRANCA

PROPONENTE:

**GRV WIND SARDEGNA 7 S.R.L. - Via Durini,9 20122 Milano (MI)
pec grvwindsardegna7@legalmail.it**

**REGIONE SARDEGNA - PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO
COMUNI DI VILLANOVAFRANCA, FURTEI, SANLURI E VILLAMAR**

LOCALITÀ SU MURDEGU

ELABORATO N°RA11

**STUDIO PREVISIONALE PER LA
VALUTAZIONE DEI CAMPI
ELETTROMAGNETICI**

Progettazione

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
www.iatprogetti.it

Ing. Giuseppe Frongia / n. ordine 3453 CA

Codice elaborato

*WVNF-RA11_Studio previsionale per la
valutazione dei campi elettromagnetici.docx*



PROGETTAZIONE:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore tecnico)

Gruppo di progettazione:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Dott. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Ing. Gianluca Melis

Ing. Andrea Onnis

Dott.ssa Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Collaborazioni specialistiche:

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Maria Francesca Lobina e Dott. Geol. Mauro Pompei

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Maurizio Medda

Caratterizzazione pedologica: Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru

Aspetti archeologici: NOSTOI S.r.l. Dott.ssa Maria Grazia Liseno

INDICE

1. PREMESSA	4
2. PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	4
3. OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08	7
3.1 DESCRIZIONE GENERALE AEROGENERATORI.....	7
3.2 DESCRIZIONE LINEE DI DISTRIBUZIONE A MT	9
3.3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'ELETTRODOTTO AT	10
3.4 STAZIONE ELETTRICA 30/150KV PRODUTTORE.....	11
4. CALCOLO DPA AEROGENERATORI.....	12
5. CALCOLO DPA ELETTRODOTTI DI DISTRIBUZIONE MT A 30KV	13
6. CALCOLO DPA CAVO AT CONNESSIONE SSE UTENTE - SE TERNA	15
7. CALCOLO DPA STALLO AT STAZIONE ELETTRICA PRODUTTORE.....	17
8. PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO	18
9. CONCLUSIONI	19
10. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI	20
10.1 NORME LEGISLATIVE	20
10.2 NORME TECNICHE.....	20
10.3 GUIDE ENEL.....	20
10.4 ALTRI RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	20

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica è parte integrante del progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica che la società GRV Wind Sardegna 7 S.r.l. ha in programma di realizzare nel comune di Villanovafranca (VS).

L'impianto sarà composto da n. 7 aerogeneratori riferibili indicativamente al modello Siemens-Gamesa 6.0-170, con potenza nominale di 6.0 MW e diametro del rotore di 170 m, nonché da tutte le opere e infrastrutture accessorie funzionali alla costruzione ed esercizio della centrale.

L'intervento ha ottenuto il preventivo di connessione di cui al Codice pratica TERNA n. 202100690 relativo ad una potenza in immissione di 42 MW.

In accordo con la citata STMG, l'impianto sarà collegato in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entrata alla linea RTN 380 kV "Ittiri - Selargius".

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 così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di 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 μT (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.

2. PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI

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 μT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μT) e l'obiettivo di qualità (3 μT) 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 $3 \mu\text{T}$ 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 (Figura 2.1) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica \geq all'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

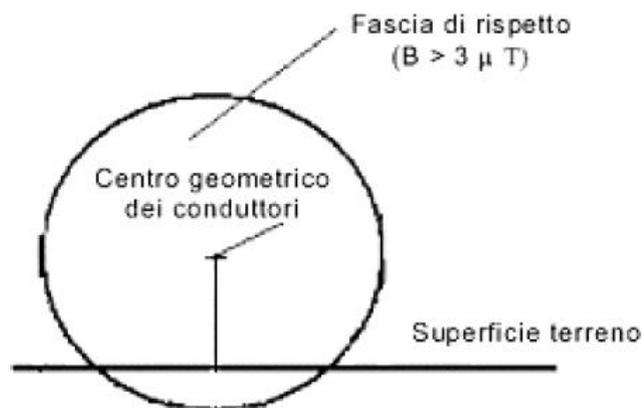


Figura 2.1 - Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti 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 ($B = 3 \mu\text{T}$);
- 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).

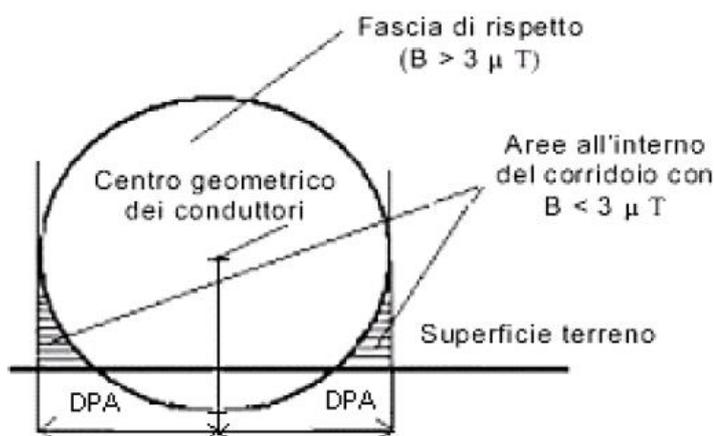


Figura 2.2- Calcolo della DPA per un elettrodotto

Per le cabine elettriche è 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 $< 3 \mu\text{T}$.

Elettrodotto: 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.

3. OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08

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

1. Aerogeneratori
2. Linee di distribuzione a MT per l'interconnessione degli aerogeneratori tra loro e con la stazione elettrica utente
3. Stazione elettrica Utente di connessione alla RTN 150 kV.
4. Cavo AT alla tensione di 150kV per la connessione dell'impianto di utente alla futura stazione RTN 380/150 kV.

3.1 DESCRIZIONE GENERALE AEROGENERATORI

L'impianto eolico in progetto, da realizzarsi in Comune di Villanovafranca (VS), è composto da n. 7 aerogeneratori per una potenza complessiva in immissione di 42 MW.

Il modello di aerogeneratore prescelto è riferibile in via preliminare al modello della Siemens-Gamesa SG 6.0 - 170, illustrato in Figura 3.1, avente altezza al mozzo di 165 m e diametro del rotore di 170 m.



Figura 3.1- Aerogeneratore Siemens-Gamesa tipo SG 6.0-170

Ferme restando le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore, infatti, non può escludersi, che la scelta definitiva possa ricadere su un modello simile con migliori prestazioni di esercizio, qualora disponibile sul mercato prima dell'ottenimento della Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 del D.Lgs. 387/2003.

I componenti 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 di rete;

Le caratteristiche geometriche principali delle macchine sono illustrate in Figura 3.2 e nell'allegato elaborato WVNF-TC15 (*Aerogeneratore tipo con segnalazioni per la navigabilità aerea*).

Le turbine avranno altezza al mozzo di 165 m ed altezza complessiva 200 m dal suolo.

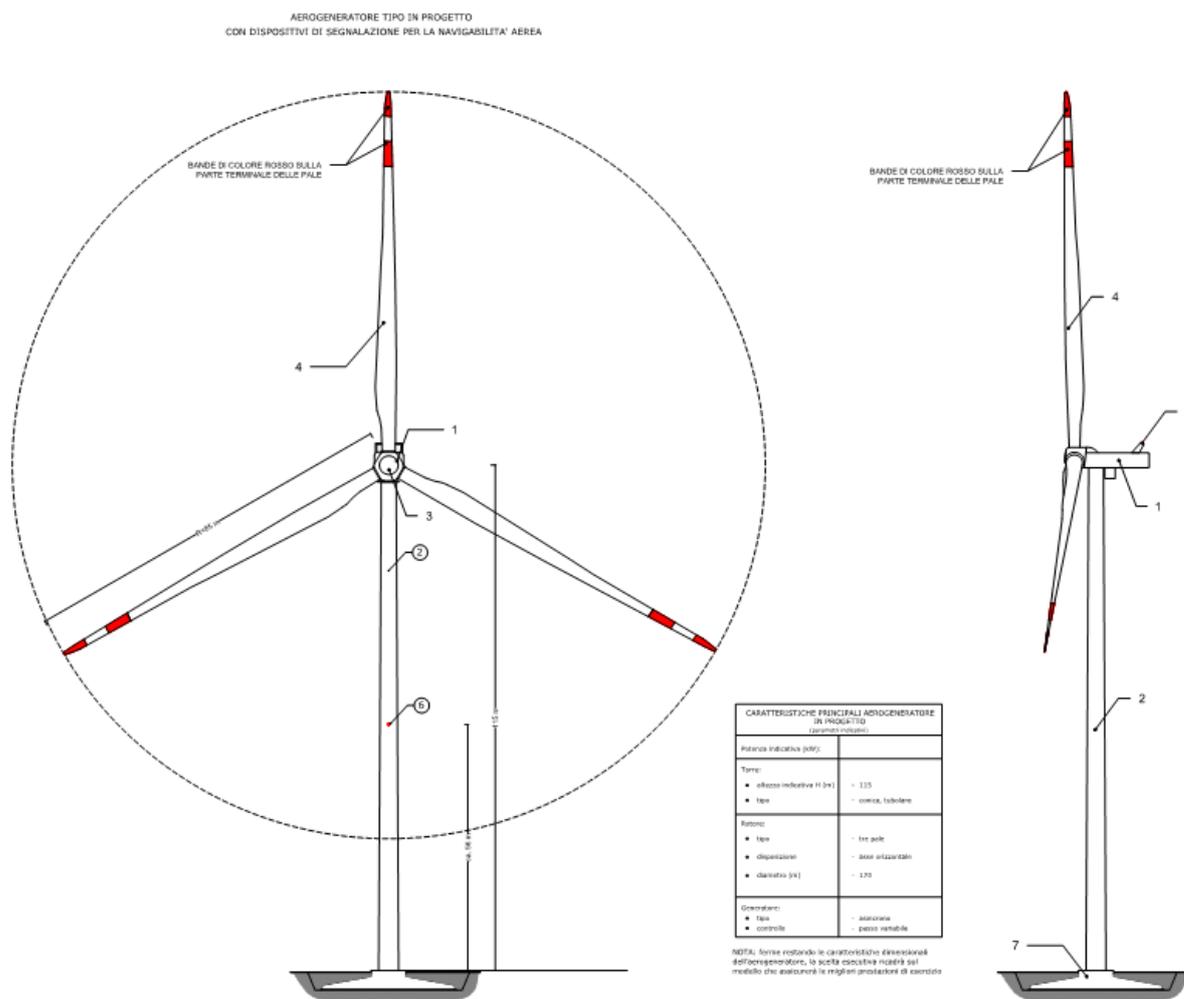


Figura 3.2 – Aerogeneratore tipo SG170 – 6.0 MW altezza al mozzo (1) 165m, e diametro rotore (2) di 170m

Le caratteristiche principali della macchina eolica che sarà installata sono di seguito riportate:

- rotore tri-pala a passo variabile, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- controllo della potenza attraverso la regolazione automatica dell'angolo di calettamento delle pale (*pitch control*);
- velocità del vento di stacco (*cut-in wind speed*) di circa 3 m/s;
- velocità del vento di stallo (*cut-out wind speed*) 25 m/s;
- vita media prevista di 30 anni.

La curva di potenza della macchina tipo è illustrata in Figura 3.3.

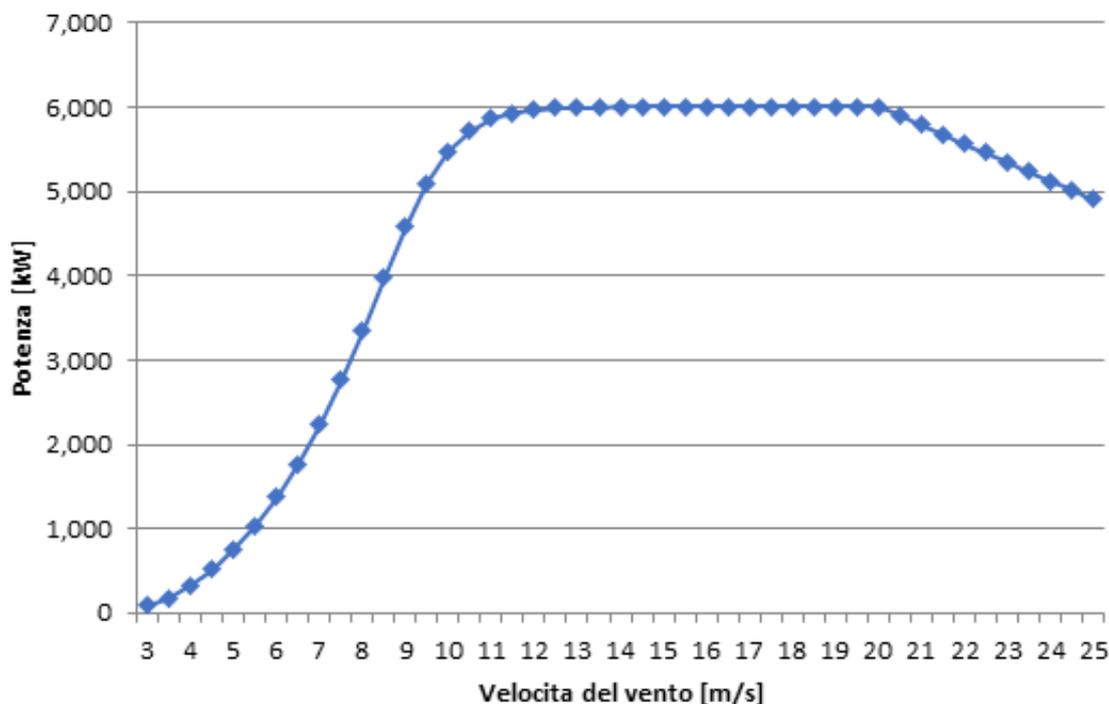


Figura 3.3 – Curva di potenza generatore tipo SG 6.0-170

3.2 DESCRIZIONE LINEE DI DISTRIBUZIONE A MT

I cavi MT saranno del tipo cordato ad elica con conduttore in alluminio della tipologia ARE4H1RX il cui utilizzo è indicato per impianti eolici, adatti per posa con interrimento diretto, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Le principali caratteristiche tecniche del cavo a 18/30 kV sono:

- 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 ($R \max 3 \Omega/\text{km}$);
- Guaina esterna: PVC di qualità Rz/ST2;
- Colore: Rosso;
- Costruzione e requisiti: EC 60502-2;
- Prova di non propagazione della fiamma: secondo normative CEI 20-35;
- Tensione nominale U_0/U : 18/30 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.

Le sezioni tipiche di posa dei cavidotti MT in progetto sono riportate nell'Elaborato WVNF-TE5 (*Sezioni tipo vie cavo*).

3.3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'ELETTRODOTTO AT

L'impianto sarà collegato in antenna alla futura stazione RTN 380/150 kV a mezzo di nuovo elettrodotto AT interrato. Per il collegamento tra la sottostazione elettrica SE del produttore e la SE di TERNA si utilizzerà una terna di cavi unipolari isolati in XLPE (*Cross-linked polyethylene*), tipo ARE4H1H5E per tensioni di esercizio 87/150 kV conformi al documento Cenelec HD 632 ovvero alla norma IEC 60840.

In Figura 3.4 si riporta a titolo illustrativo la sezione del cavo che verrà utilizzato:

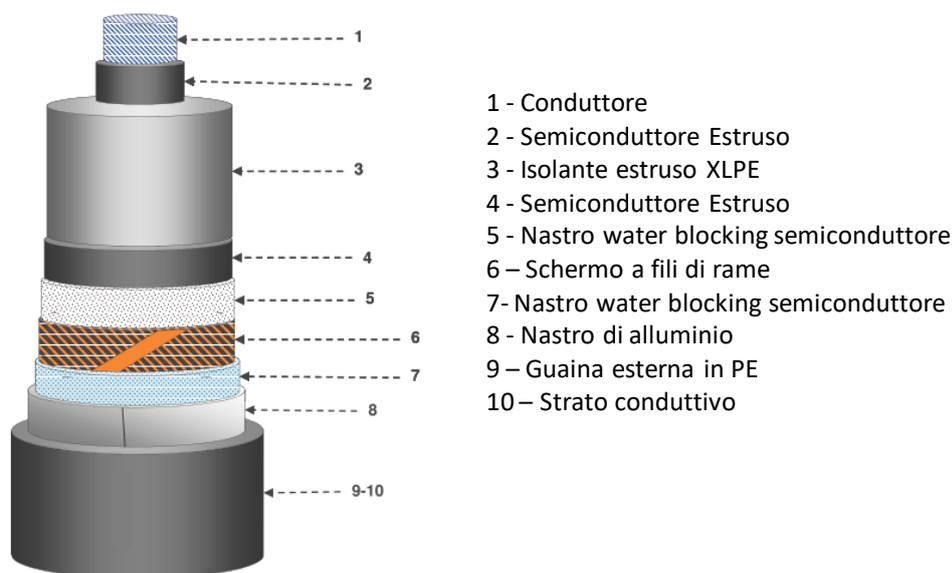


Figura 3.4 - Cavo AT 150 kV tipo ARE4H1H5E 87/150kV

Le principali caratteristiche tecniche del cavo a 150 kV sono di seguito riportate:

- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione nominale ($U_0/U/U_m$): 87/150/170 kV
- Corrente nominale: 1000 A
- Sezione nominale del conduttore: 1600 mm²

La tipologia di posa prevalente prevista è quella a trifoglio con cavi direttamente interrati in trincea schematizzata in Figura 3.5.

La profondità media di scavo sarà di circa 1,5 / 1,6 metri mentre la profondità media di interrimento (letto di posa) sarà di 1,3 metri sotto il piano di calpestio; tale profondità potrà variare in relazione al tipo di terreno attraversato. Saranno inoltre previsti opportuni nastri di segnalazione. Normalmente la larghezza dello scavo della trincea è limitata entro 1 metro salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro, saranno altresì utilizzate piastre di protezione del cavo in CAV.

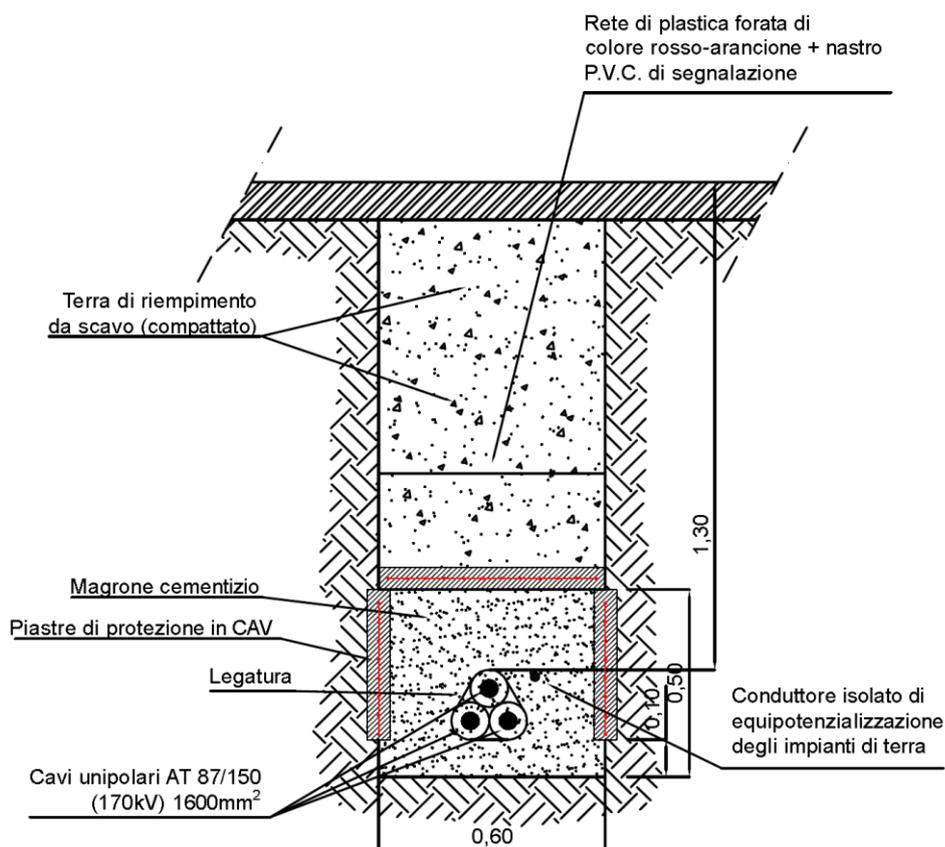


Figura 3.5 - Modalità di posa Cavo AT 150 kV

3.4 STAZIONE ELETTRICA 30/150KV PRODUTTORE

L'impianto eolico verrà connesso alla RTN mediante la realizzazione di una nuova stazione elettrica MT/AT 30kV/150kV di utenza completa di locali tecnici funzionali all'impianto per l'alloggiamento delle apparecchiature del Sistema di Protezione Comando e Controllo e di alimentazione dei Servizi Ausiliari e Servizi Generali.

L'impianto utente per la connessione dell'impianto eolico si comporrà di:

- Stallo AT trasformatore composto da: trasformatore elevatore 30/150 +-12x1,25% kV da 50 MVA, scaricatori AT, TV AT ad uso combinato fiscale/misura/protezione fiscale, TA AT ad uso combinato fiscale/misura/protezione, interruttore tripolare 150kV e sezionatore rotativo 150kV con lame di terra.
- Quadro di media tensione 30kV isolato in gas SF6 al quale si attestano i cavidotti provenienti dal parco eolico. Il quadro di media tensione si completa di scomparti arrivo trafo e scomparto trasformatore servizi ausiliari.
- Edificio servizi composto da: sala quadri BT, sala quadri MT, locale trasformatore servizi ausiliari, locale gruppo elettrogeno, locale SCADA e telecomunicazioni, WC.
- Cavo AT 150kV connessione SSE Produttore - SE RTN.

4. CALCOLO DPA AEROGENERATORI

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 30kV 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 che si calcola con la relazione (3) e risulta pari a 121A:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{6M}{\sqrt{3} \cdot 30k \cdot 0.95} = 121A \quad (3)$$

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[μT] in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, con R >> S, è data dalla seguente equazione (4) :

$$B = 0.2 \cdot \sqrt{3} \frac{S \cdot I}{R^2} \quad (4)$$

Dalla relazione (4) si può calcolare la distanza R corrispondente ad un valore di B pari a 3 μT (soglia obiettivo di qualità D.P.C.M. 8 luglio 2003).

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

Assumendo S pari a 0,1m, quindi risulta, $R = 0,34 \sqrt{0,1 \cdot 121} = 1,18m$ e viene quindi assunta una DPA di 1,5m misurata a partire dalle pareti esterne della torre.

5. CALCOLO DPA ELETTRODOTTI DI DISTRIBUZIONE MT A 30KV

Gli aerogeneratori verranno inseriti su un elettrodotto (dorsale) costituito da cavi interrati a 30 kV, che si svilupperanno all'interno dell'area di centrale mediante collegamenti in entra-esce verso gli aerogeneratori stessi, per attestarsi quindi alla stazione di trasformazione 30/150 kV.

I cavi in MT impiegati per la distribuzione interna all'impianto saranno del tipo ARE4H1RX 18/30kV di varie sezioni (cavi per Media Tensione tripolari ad elica visibile per posa interrata) o equivalente, posati con interrimento diretto o entro tubi corrugati a doppia parete interrati con resistenza allo schiacciamento di 750N ad una profondità di 1,2 m, con una quota maggiore di 1 m all'estradosso (Figura 5.1).

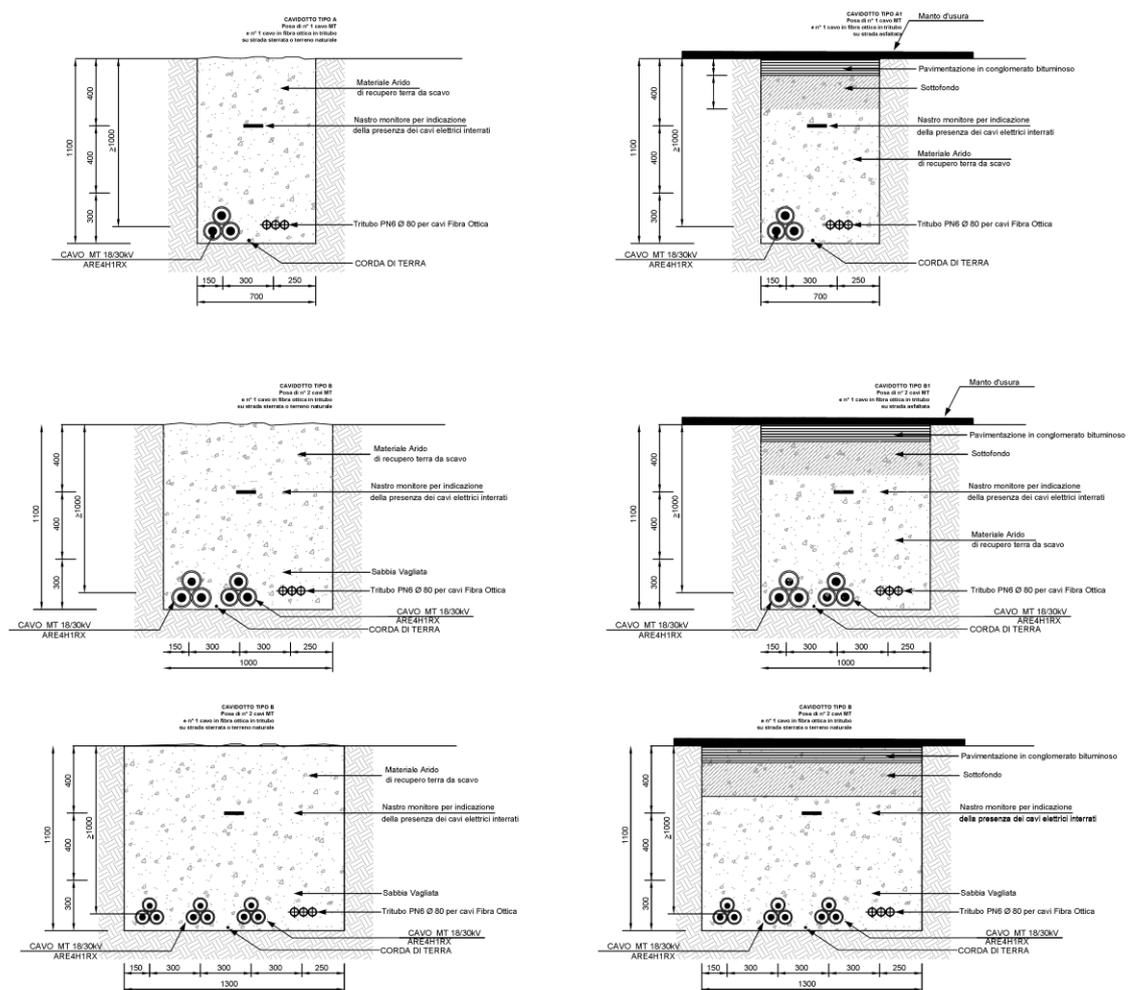


Figura 5.1 – Cavidotti in progetto tipo ARE4H1RX 18/30kV con sezioni variabili 50 a 300mm²

Per la tipologia di cavidotti in progetto, le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta e inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i. e non è dunque, necessario assumere alcuna DPA. Alla stessa conclusione giunge la norma CEI 106-11, che permette di determinare le fasce di rispetto per linee MT in cavo cordato ad elica sotterraneo. Ciò viene illustrato graficamente in Figura 5.2 per un cavo MT interrato costituito da una terna di conduttori posti a trifoglio ciascuno di sezione pari a 185 mm² e corrente pari a 360 A.

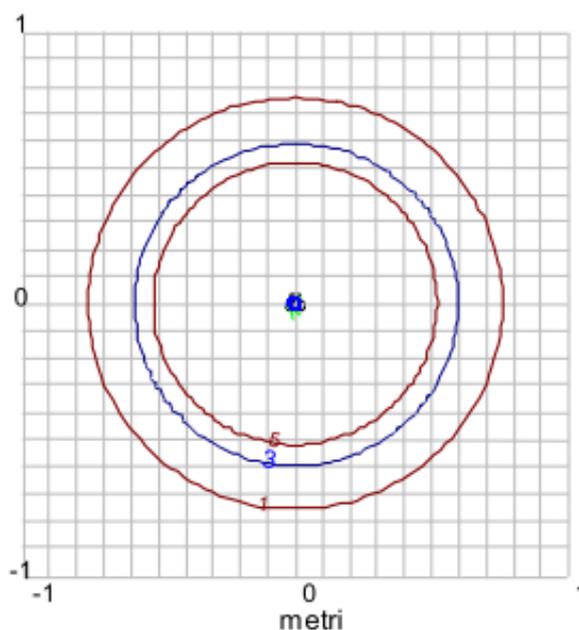


Figura 5.2 - Curve equilivello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica.

Dalla Figura 5.2 si vede chiaramente che la curva a $3 \mu\text{T}$ dista dai 0,5 ai 0,7 m dal centro della terna di cavi. Nell'impianto in progetto, le linee in cavo sotterraneo sia di media tensione sia di bassa tensione saranno posate ad una profondità di circa $0,80 \div 1,20$ m per cui, in base alle valutazioni riportate nella 106-11, già a livello del suolo sulla verticale del cavo e nelle condizioni limite di portata si determina una induzione magnetica inferiore a $3 \mu\text{T}$. Ciò significa che per questa tipologia di cavidotti interrati non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque.

Tenuto conto del fatto che in alcuni tratti possono essere presenti più conduttori elicordati i cui effetti dal punto di vista dei campi elettromagnetici possono cumularsi, si assume cautelativamente una DPA pari a 2m dall'asse del cavidotto, soprattutto nei tratti in cui sono presenti 3 o più cavidotti di potenza.

6. CALCOLO DPA CAVO AT CONNESSIONE SSE UTENTE – SE TERNA

Per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29/05/08" Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche" si deve considerare la portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata e, nel caso in esame di cavi a 150 kV con sezione di 1600mm², si considera un valore di corrente pari a 1000 A.

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 ($3 \mu\text{T}$).

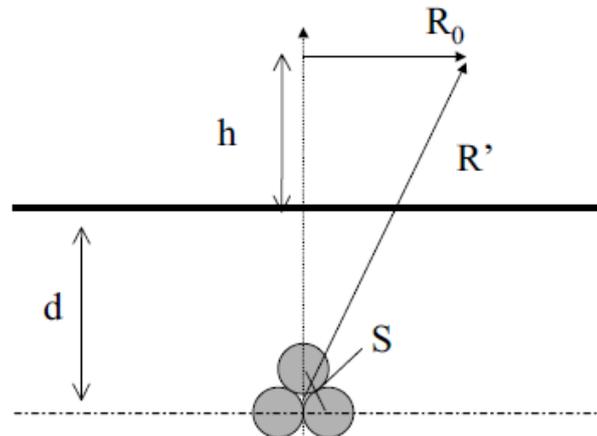


Figura 6.1 - Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$)

La formula semplificata per il calcolo diretto della distanza R_0 dall'asse della linea al livello del suolo ($h=0$) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore di $3 \mu\text{T}$ è la seguente equazione (1):

$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot S \cdot I - d^2} \quad (1)$$

Applicando la formula indicata nella norma CEI 106-11 per il calcolo della distanza da terne di cavi unipolari interrati posati a trifoglio oltre la quale la distanza è inferiore all'obiettivo di qualità per il caso considerato, $S = 0,25 \text{ m}$ e $d=1,15 \text{ m}$ (equivalente alla profondità di posa di 1,2 m), ne deriva $R_0=2,63\text{m}$; si assume pertanto una DPA=3m dall'asse della linea.

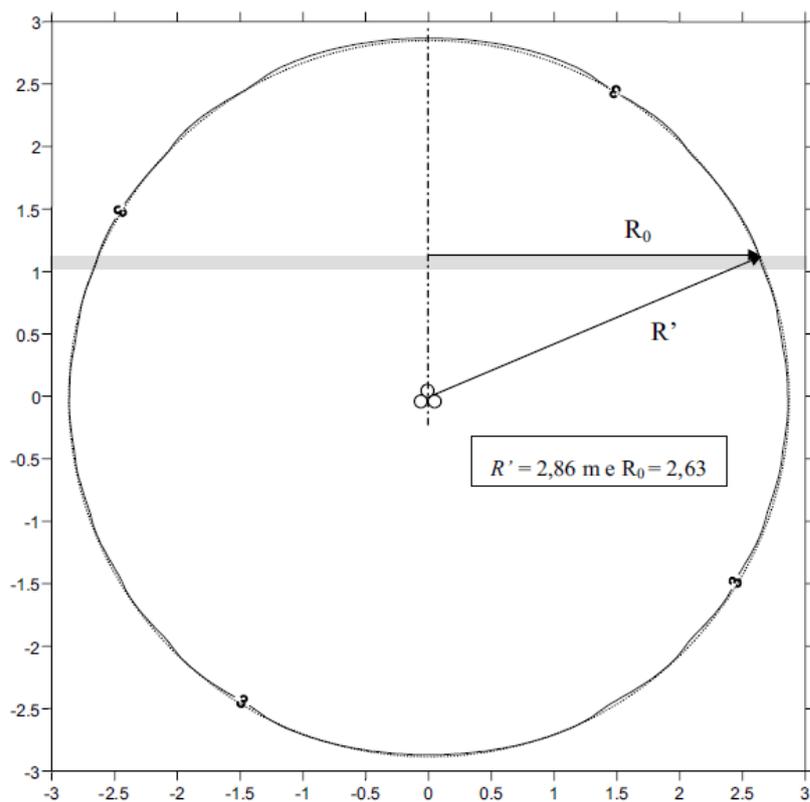


Figura 6.2 – Visualizzazione grafica calcolo R_0 Cavi AT posati a trifoglio

7. CALCOLO DPA STALLO AT STAZIONE ELETTRICA PRODUTTORE

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

Per le stazioni, la DPA e, quindi, la fascia di rispetto, rientrano generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso (DM del 29 maggio 2008).

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

$$d = 0.34 * \sqrt{(S * I)} \quad (2)$$

Dalla quale si ricava una distanza pari a 17 m.

Nel funzionamento atteso della stazione con la potenza complessiva di connessione sullo stallo di 42MW, e correnti previste fino a 162A, si ricava una d=6,5m, si assume in tal caso una DPA pari a 7m.

8. 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.

9. CONCLUSIONI

La presente relazione ha valutato le fasce di rispetto per gli elementi dell'impianto eolico in progetto, avente potenza di 42 MW.

Le parti di impianto, assoggettabili al DM 29.05.08 sono costituite da:

- aerogeneratori;
- cavidotti interrati MT per la interconnessione degli aerogeneratori con percorso interrato;
- sottostazione utente MT/AT;
- cavidotto AT 150 kV.

Dal punto di vista del calcolo delle fasce di rispetto dalle opere assoggettabili al DM 29.05.08 si può concludere che:

1. Per gli aerogeneratori viene assunta una DPA di 1,5m misurata a partire dalle pareti esterne della torre;
2. Per le linee MT relative alle connessioni tra aerogeneratori non è necessario assumere alcuna DPA in quanto il cavidotto sarà del tipo elicordato;
3. Nei tratti in cui sono presenti 3 o più cavidotti di potenza si assume comunque cautelativamente una DPA pari a 2m dall'asse del cavidotto.
4. Per la stazione MT/AT l'obiettivo di qualità è raggiunto all'interno dell'area della stazione stessa e non è pertanto necessario considerare alcuna DPA;
5. Per il cavidotto AT a 150kV la DPA si può assumere pari a 3 m;
6. All'interno delle succitate DPA, 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.

10. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

10.1 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).

10.2 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.

10.3 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.

10.4 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.