



AGOSTO 2022

SKI 31 S.R.L.

VIA CARADOSSO 9 – 20123 Milano

C.F. 12416980964

**WIND FARM TARQUINIA – IMPIANTO
EOLICO DA 52,8 MW E SISTEMA DI
ACCUMULO DA 30 MW**

COMUNE DI TARQUINIA (VT)

Località “Pian d’Arcione”

**ELABORATI TECNICI DI PROGETTO
ELABORATO R19
IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

Mantar

Progettista

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n.1726

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Codice elaborato

2800_5100_TARQ1_PD_R19_Rev0_IMPATTO
ELETTROMAGNETICO.docx



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2800_5100_TARQ1_PD_R19_Rev0_IMPATT O ELETTROMAGNETICO.docx	08/2022	Prima emissione	G.d.L.	E.Lamanna	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Eleonora Lamanna	Coordinamento Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Tecnico competente in acustica	ENTECA n. 3965
Carla Marcis	Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Ali Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Massimiliano Kovacs	Geologo - Progettazione Civile	Ord. Geologi Lombardia n. 1021
Massimo Busnelli	Geologo – Progettazione Civile	
Davide Lo Conte	Geologo	Ord. Geologi Umbria n. 445
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Giuseppe Ferranti	Architetto – Progettazione Civile	Ord. Arch. Prov. Palermo – Sez. A Pianificatore Territoriale n. 6328
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	



Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Lorenzo Griso	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	Ord. Ing. Cagliari n. 8788 – Sez. A
Matthew Piscedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto Ambientale e GIS Junior	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





1. PREMESSA

Il progetto riguarda la realizzazione di un nuovo Parco eolico della potenza complessiva di **52,8 MW**, che prevede l'installazione di n. **8** aerogeneratori da **6,6 MW** e relativo sistema di accumulo da **30 MW**, da installarsi nei territori comunali di Tarquinia e Tuscania in provincia di Viterbo, Località "Pian d'Arcione" e relative opere di connessione nel comune di Tuscania.

La Società proponente è la **SKI 31 S.R.L.**, con sede legale in Via Caradosso 9, 20123 Milano.

Tale opera si inserisce nel quadro istituzionale di cui al D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna alla nuova sezione 36 kV di futura realizzazione all'interno della Stazione Elettrica (SE) denominata "Tuscania", nel territorio comunale di Tuscania. La connessione verrà realizzata mediante due linee cavo interrato 36 kV di lunghezza pari a circa 200 m di collegamento tra lo stallo dedicato in stazione Terna e la cabina di connessione utente esercita a 36 kV.

Il presente documento costituisce Relazione Campi Elettromagnetici (CEM) per il progetto in oggetto.

La popolazione, in generale, è esposta a campi elettromagnetici prodotti da una grande varietà di sorgenti che utilizzano l'energia elettrica a varie frequenze.

Tali campi, variabili nel tempo, occupano la parte dello spettro che si estende dai campi statici alle radiazioni infrarosse. In questa gamma di frequenze (0 Hz – 300 GHz) i fenomeni di ionizzazione nel mezzo interessato dai campi sono trascurabili: pertanto le radiazioni associate a queste frequenze rientrano in quelle cosiddette radiazioni non-ionizzanti.

Alle più basse frequenze, quando i campi sono caratterizzati da variazioni lente nel tempo, per esempio alle frequenze industriali di 50/60 Hz, o, più in generale, quando l'esposizione ai campi elettromagnetici avviene a distanze dalla sorgente piccole rispetto alla lunghezza d'onda, i campi elettrici e i campi magnetici possono essere considerati indipendentemente.

Alle frequenze più alte o, più in generale, a distanze elevate rispetto alla lunghezza d'onda, i campi elettrici e i campi magnetici sono strettamente correlati tra di loro: dalla misura di uno di essi si può in genere risalire all'altro.

Contrariamente a quanto succede con le radiazioni ionizzanti, per le quali il contributo delle sorgenti naturali rappresenta la porzione più elevata dell'esposizione della popolazione, per le radiazioni non-ionizzanti le sorgenti di campi elettromagnetici realizzati dall'uomo tendono a diventare sempre più predominanti rispetto alle sorgenti naturali.

Negli ultimi decenni l'uso dell'elettricità è aumentato considerevolmente, sia per la distribuzione dell'energia elettrica sia per lo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione, con conseguente aumento dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

I campi variabili nel tempo più comuni a cui le persone sono permanentemente esposte sono quelli derivanti dai sistemi di generazione, trasmissione, distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica a 50/60 Hz, dai sistemi di trazione ferroviaria, dai sistemi di trasporto pubblico (da 0 Hz a 3 kHz) e dai



sistemi di telecomunicazioni (trasmettitori radiofonici e televisivi, ponti radio a microonde, stazioni radiobase per telefonia mobile, radar, ecc.).

I campi generati dalle diverse sorgenti possono essere di vario tipo. La forma d'onda può essere sinusoidale, modulata in ampiezza (AM) o in frequenza (FM) nel caso di comunicazioni radio, o modulata ad impulsi come nei radar dove l'energia delle microonde viene trasmessa in brevi pacchetti di impulsi della durata di microsecondi.

L'esposizione umana dipende non solo dall'intensità dei campi elettromagnetici generati, ma anche dalla distanza dalla sorgente e, nel caso di antenne direzionali, quali quelle dei sistemi di comunicazione radar o satellitari, anche dalla vicinanza dal fascio principale di radiazione.

La maggior parte delle persone è esposta ai campi prodotti dai trasmettitori a radiofrequenza di bassa potenza, quali quelli delle stazioni base della telefonia cellulare, e dai sistemi di sicurezza e di controllo degli accessi, dove i campi possono provocare un'esposizione non uniforme del corpo. Generalmente le intensità dei campi prodotti da queste sorgenti decrescono rapidamente con la distanza.

Per proteggere la popolazione dagli eventuali effetti nocivi dell'esposizione ai campi elettromagnetici prodotti da tali sorgenti, sono stati sviluppati in ambiti nazionali e internazionali diversi tipi di linee-guida: esse sono generalmente basate sull'individuazione di valori da non superare per alcune grandezze di base, derivanti da valutazioni biologiche (grandezze interne al corpo, quali la densità di corrente e la sovratemperatura corporea), cui corrispondono altre grandezze derivate esterne, facilmente misurabili, quali il campo elettrico e il campo magnetico.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

L'area oggetto di studio ricade all'interno del territorio comunale di Tarquinia, in provincia di Viterbo, a breve distanza dalla costa. Il tracciato di connessione attraversa i Comuni di Tarquinia e Tuscania dove è localizzata anche la Stazione RTN per la connessione finale.

Il paesaggio limitrofo è caratterizzato da un andamento del territorio pianeggiante ad uso prettamente agricolo. La successiva Figura 2-1 illustra l'inquadramento territoriale dell'area di interesse su ortofoto.

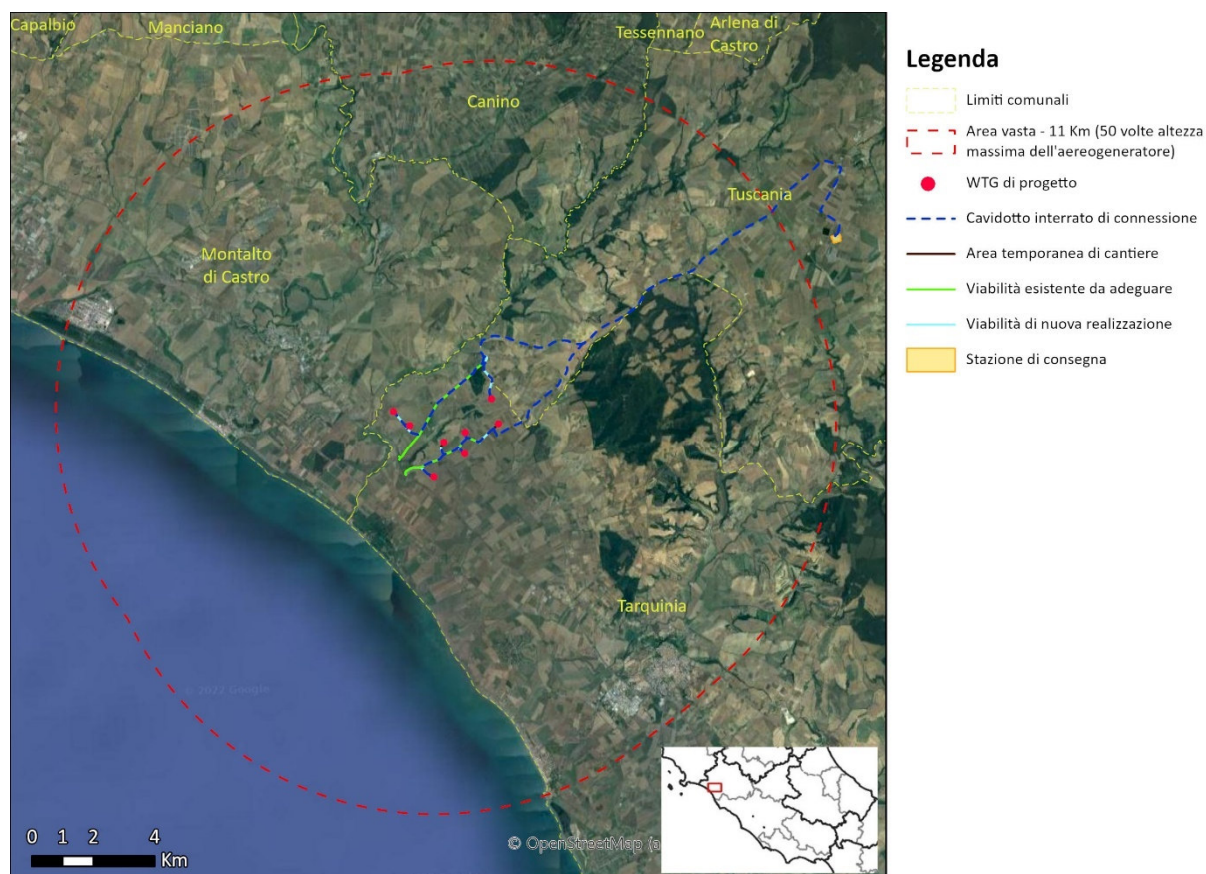


Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto

La Tabella 2-1 elenca le coordinate degli aerogeneratori di cui al layout proposto.

Tabella 2-1: Coordinate WTGs proposte (WGS84 UTM32 N – EPSG 32632)

WTG	LATITUDINE N	LONGITUDINE E
TRQ01	4689539	720428
TRQ02	4688865	720859
TRQ03	4689244	719091
TRQ04	4687392	719840
TRQ05	4688496	720190
TRQ06	4688157	720844
TRQ07	4689164	721965
TRQ08	4690032	721735

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

3.1 AEROGENERATORI

Una turbina eolica o aerogeneratore trasforma l'energia cinetica posseduta dal vento in energia elettrica senza l'utilizzo di alcun combustibile e passando attraverso lo stadio di conversione in energia meccanica di rotazione effettuato dalle pale.

Il parco eolico in progetto è costituito da n. 8 pale eoliche modello SG 6.6-170 o similari con una potenza di 6,6 MW.

Le pale eoliche scelte per questo impianto sono alimentate ad una tensione di 690 V.

Al fine di sfruttare l'energia cinetica contenuta nel vento convertendola in energia elettrica disponibile per l'immissione in rete o per l'alimentazione dei carichi in parallelo, una turbina eolica utilizza diversi componenti sia meccanici che elettrici.

In particolare il rotore (pale e mozzo) estrae l'energia dal vento convertendola in energia meccanica di rotazione e costituisce il "motore primo" dell'aerogeneratore, mentre la conversione dell'energia meccanica in energia elettrica è effettuata grazie alla presenza del generatore elettrico.

All'interno di ciascuna turbina eolica sono installate tutte le apparecchiature elettriche necessarie al funzionamento del generatore ed alla sua connessione alla rete di distribuzione del parco eolico.

I componenti principali che costituiscono una turbina eolica sono indicati nella figura seguente e sono:

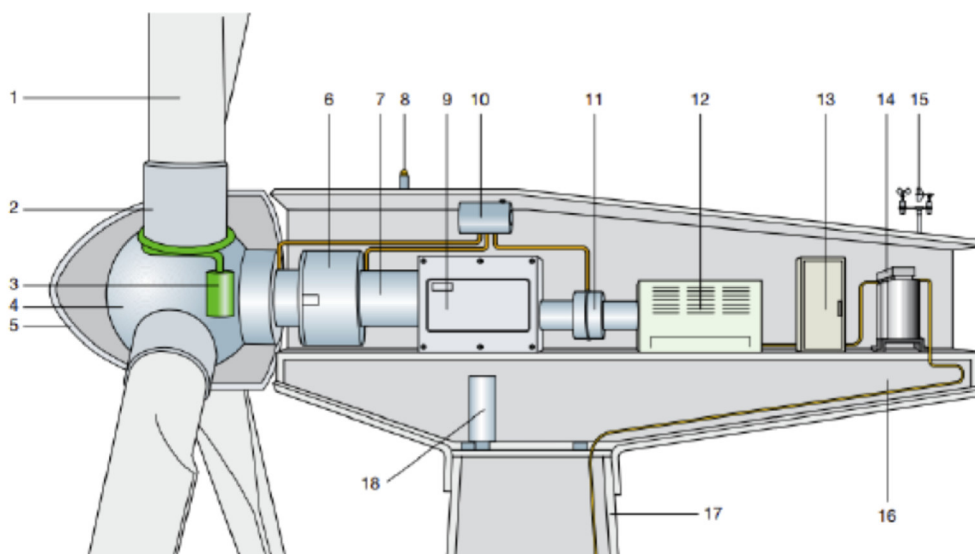


Figura 3.1: schema navicella aerogeneratore

1. Pala
2. Supporto della pala
3. Attuatore dell'angolo di Pitch
4. Mozzo
5. Ogiva
6. Supporto principale
7. Albero principale
8. Luci di segnalazione aerea

9. Moltiplicatore di giri
10. Dispositivi idraulici di raffreddamento.
11. Freni meccanici
12. Generatore
13. Convertitore di potenza e dispositivi elettrici di controllo, di protezione e sezionamento
14. Trasformatore
15. Anemometri
16. Struttura della navicella
17. Torre di sostegno
18. Organo di azionamento dell'imbardata

Come detto precedentemente, la pala (rotore) estrae l'energia dal vento e la converte in energia meccanica, mentre il generatore converte l'energia meccanica in energia elettrica.

La potenza in uscita dal generatore è in bassa tensione (690 V) e viene convertita a 36 kV attraverso un trasformatore elevatore; la conversione risulta necessaria per ridurre le perdite sul punto di connessione di impianto.

Il convertitore ed il trasformatore possono essere inseriti direttamente nella navicella oppure essere posizionati alla base della torre.

L'installazione del trasformatore nella navicella consente il bilanciamento del peso del rotore, mentre il posizionamento alla base permette di ridurre le dimensioni ed il peso della navicella.

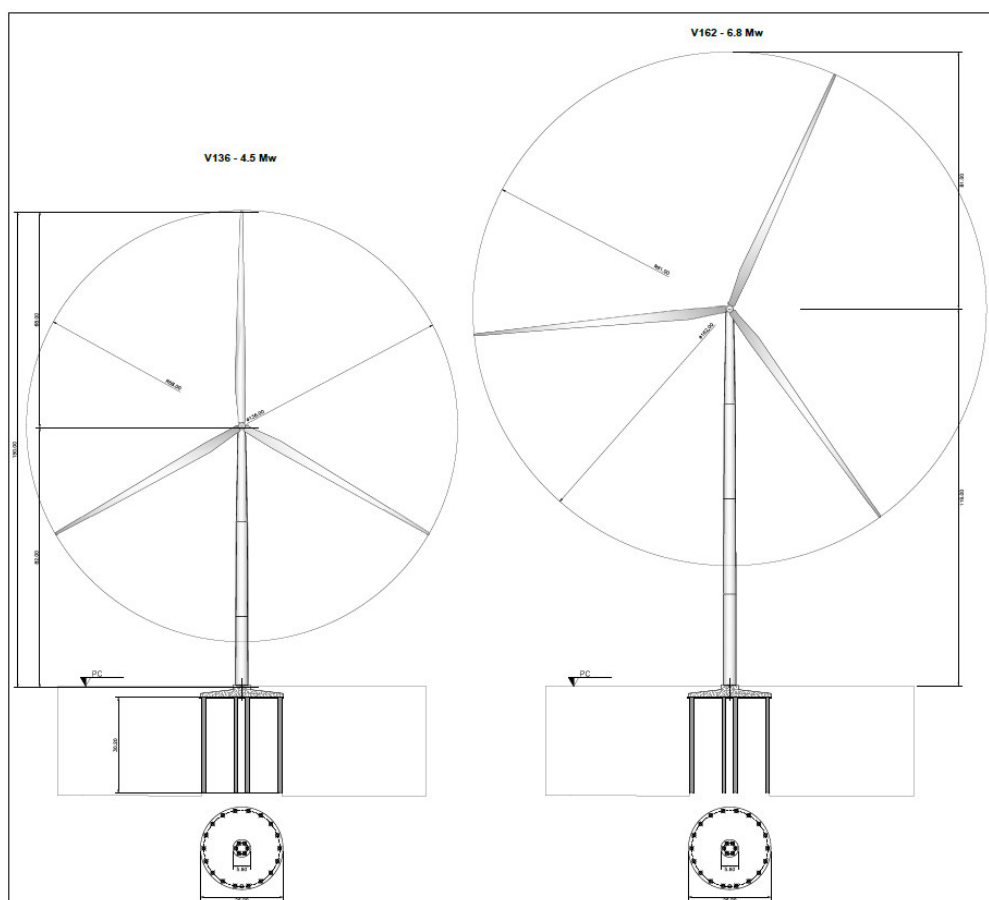


Figura 3-2: Meccanica aerogeneratore

L'aerogeneratore SIEMENS GAMESA SG 6.6-170 o similare è equipaggiato con un rotore di 170 m circa di diametro costituito di tre pale ed un mozzo. Le pale sono controllate per mezzo di un microprocessore nel sistema del controllo del passo. Basandosi sulle prevalenti condizioni del vento, le pale sono continuamente posizionate per ottimizzare l'angolo di passo.

Tabella 3.1: Caratteristiche WTG

MODELLO AEROGENERATORE	SIEMENS GAMESA SG 6.6-170
Potenza Nominale Aerogeneratore	6,6 MW
Diametro massimo rotore	170 m
Altezza totale	200 m
Area spazzata	22698 mq
Altezza al mozzo	115 m
Numero di pale	3

Tabella 3.2: Caratteristiche geometriche e funzionali dell'aerogeneratore di progetto

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI AEROGENERATORE DI PROGETTO	
Modello	SIEMENS GAMESA SG 6.6-170
Potenza Nominale	6,6 MW (6600kW)
N. Pale	3
Tipologia Rotore	Tubolare
Diametro Rotore	170 m
Altezza al mozzo	115 m
Altezza massima dal piano di appoggio (alla punta della pala)	200 m
Area spazzata	22698 mq
Velocità vento di avvio	3,0 m/s
Velocità vento nominale	11 m/s
Velocità vento di stacco	25 m/s
Temperatura di funzionamento	- 40° + 50°

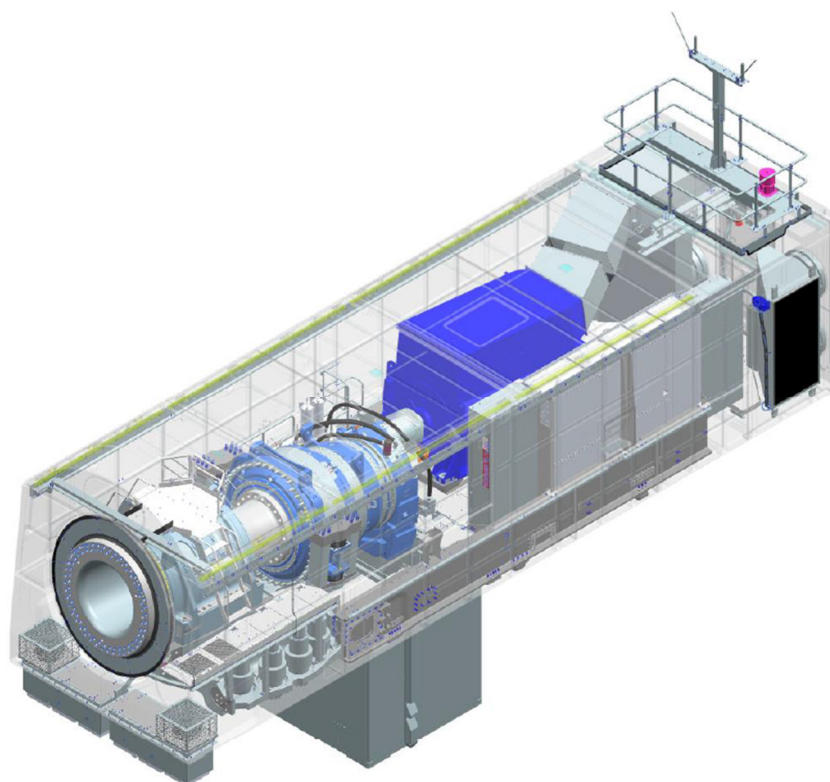


Figura 3.3 - Struttura navicella

All'interno della navicella sono alloggiati l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari. All'estremità dell'albero lento, corrispondente all'estremo anteriore della navicella, è fissato il rotore costituito da un mozzo sul quale sono montate le pale, costituite in fibra di vetro rinforzata. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata); inoltre è dotata di un sistema di controllo del passo che, in corrispondenza di alta velocità del vento, mantiene la produzione di energia al suo valore nominale indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell'aria; in corrispondenza invece di bassa velocità del vento, il sistema a passo variabile e quello di controllo ottimizzano la produzione di energia scegliendo la combinazione ottimale tra velocità del rotore e angolo di orientamento delle pale in modo da avere massimo rendimento. Il funzionamento dell'aerogeneratore è continuamente monitorato e controllato da un'unità a microprocessore.

Da un punto di vista elettrico schematicamente l'aerogeneratore è composto da:

- generatore elettrico;
- interruttore di macchina BT;
- trasformatore di potenza MT/BT;
- cavo MT di potenza;
- quadro elettrico di protezione MT;
- servizi ausiliari;
- rete di terra.

Il generatore produce corrente elettrica in bassa tensione (BT) che viene innalzata a 30 kV (MT) da un trasformatore posto internamente alla navicella.

Infine, gli aerogeneratori saranno equipaggiati con un sistema di segnalazione notturna con luce rossa intermittente posizionato sulla sommità posteriore navicella dell'aerogeneratore, mentre la segnalazione diurna verrà garantita da una verniciatura della parte estrema delle pale con tre bande di



colore rosso ciascuna di 6 m. L'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) potrà fornire eventuali prescrizioni concernenti la colorazione delle strutture o la segnaletica luminosa, diverse o in aggiunta rispetto a quelle precedentemente descritte.

3.2 LINEE ELETTRICHE DI IMPIANTO

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico verrà trasportata all'interno della cabina di smistamento 36 kV e poi confluirà verso lo stallo designato in stazione Terna mediante la cabina di raccolta 36 kV, in posizione adiacente rispetto all'area Terna.

I collegamenti tra il parco eolico e la cabina di smistamento e tra la cabina di smistamento e la cabina di raccolta avverranno tramite linee elettriche interrate esercite a 36 kV; queste per quanto possibile transiteranno lungo la rete stradale esistente ovvero lungo la rete viaria da adeguare/realizzare ex novo nell'ambito del presente progetto.

Ciascun aerogeneratore sarà dotato di un generatore e relativo convertitore. Inoltre, sarà equipaggiato con un trasformatore elevatore oltre a tutti gli organi di protezione ed interruzione attiva per proteggere la macchina e la linea elettrica in partenza dalla stessa.

I trasformatori per impianti eolici devono costantemente sopportare problemi di sovratensioni di esercizio e vibrazioni meccaniche che mettono a dura prova la loro affidabilità nel tempo.

All'interno del generatore eolico, la tensione BT a 0.69 kV in arrivo dalla macchina verrà elevata a 36 kV tramite un trasformatore elevatore dedicato. Ogni aerogeneratore avrà al suo interno:

- L'arrivo del cavo BT (0.69 kV) proveniente dal generatore-convertitore;
- il trasformatore elevatore (0.69/36 kV);
- la cella 36 kV per la partenza verso i quadri di macchina e da lì verso la Stazione di trasformazione.

La rete elettrica 36 kV sarà realizzata con posa completamente interrata allo scopo di ridurre l'impatto della stessa sull'ambiente, assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.

Il tracciato planimetrico della rete, lo schema unifilare dove sono evidenziate la lunghezza e la sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo e la modalità e le caratteristiche di posa interrata sono mostrate nelle tavole del progetto allegate.

Per il collegamento degli aerogeneratori si prevede la realizzazione di linee a 36 kV a mezzo di collegamenti del tipo "entra-esce".

I cavi verranno posati ad una profondità di circa 120 cm, con una placca di protezione in PVC (nei casi in cui non è presente il tubo corrugato) ed un nastro segnalatore nelle area di campagna e fuori dai centri abitati mentre verranno posati ad una profondità minima 180 cm, con una placca di protezione in PVC (nei casi in cui non è presente il tubo corrugato) nei tragitti ubicati nei centri abitati. .

I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligatoria che avrà una larghezza di 60 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di terra.

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

La posa dei cavi si articolerà nelle seguenti attività:

- *scavo a sezione obbligatoria della larghezza e della profondità precedentemente menzionate;*
- *posa del cavo di potenza e del dispersore di terra;*
- *eventuale rinterro parziale con strato di sabbia vagliata;*
- *posa del tubo contenente il cavo in fibre ottiche;*



- *posa dei tegoli protettivi;*
- *rinterro parziale con terreno di scavo;*
- *posa nastro monitore;*
- *rinterro complessivo con ripristino della superficie originaria;*
- *apposizione di paletti di segnalazione presenza cavo.*

3.3 CABINA DI CONNESSIONE

È stato ipotizzato il posizionamento della cabina di connessione nelle vicinanze della stazione Terna lato utente di riferimento; a valle della ricezione della soluzione di connessione tale posizionamento potrebbe subire delle variazioni. All'interno della cabina di connessione, esercita ad un livello di tensione 36 kV, saranno presenti i quadri a 36 kV, a 0,4 kV e a bassissima tensione, necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto. La configurazione del quadro all'interno della cabina sarà a semplice sistema di sbarre.

All'interno della cabina di connessione oltre alla sala quadri 36 kV sarà inoltre presente un locale contatori, una sala controllo (con presenza di personale inferiore alle 4 ore/giorno) e un locale dedicato al trasformatore ausiliari di cabina.

3.4 QUADRI 36 KV

All'interno della cabina di connessione 36 kV verranno allocati n°1 Quadri direttamente connessi allo stallo di connessione 150/300 kV in stazione Terna, in conformità sia con le specifiche del Codice di Rete, sia con le specifiche che il gestore di rete dedicherà all'impianto eolico.

Indicativamente il quadro 36 kV sarà così configurato:

- *N°1 scomparto di arrivo*
- *N°1 scomparto dedicato alle misure, al Dispositivo Generale (DG) e al Dispositivo di Interfaccia (DDI) avente la funzione di apparecchiatura di manovra e protezione la cui apertura determina la separazione dal generatore della rete.*
- *N°1 scomparti dedicato all'alimentazione del trasformatore per i servizi ausiliari*
- *N°1 ramo destinato alla cabina Bess*
- *N°1 ramo destinato alla cabina di smistamento*
- *N°1 scomparto rifasamento (opzionale)*
- *N°1 scomparto per le reattanze shunt (opzionale)*
- *N°2 scomparto riserva*

Al suo interno dovranno essere presenti i TA ed i TV (con tensione di isolamento adeguata) per la lettura fiscale dell'energia prodotta nonché il relativo contatore fiscale MID; i dispositivi di protezione abbinati agli interruttori di protezione installati nella cabina di connessione dovrà colloquiare con le protezioni presenti lato stazione elettrica Terna. Nei particolari il Quadro con tensione di isolamento fino a 36 kV, sarà costruito secondo le disposizioni indicate nella Specifica Tecnica dedicata.

3.5 CABINA DI SMISTAMENTO

All'interno della cabina di connessione 36 kV verranno allocati n°1 Quadri direttamente connessi allo stallo di connessione 150/300 kV in stazione Terna, in conformità sia con le specifiche del Codice di Rete, sia con le specifiche che il gestore di rete dedicherà all'impianto eolico.

Indicativamente il quadro 36 kV sarà così configurato:

- *N°1 scomparto di arrivo*
- *N°1 scomparto dedicato alle misure, al Dispositivo Generale (DG) e al Dispositivo di Interfaccia (DDI) avente la funzione di apparecchiatura di manovra e protezione la cui apertura determina la separazione dal generatore della rete.*
- *N°1 scomparti dedicato all'alimentazione del trasformatore per i servizi ausiliari*
- *N°3 rami destinati alle WTG*
- *N°1 scomparto riserva*

Al suo interno dovranno essere presenti i TA ed i TV (con tensione di isolamento adeguata) per la lettura fiscale dell'energia prodotta nonché il relativo contatore fiscale MID; i dispositivi di protezione abbinati agli interruttori di protezione installati nella cabina di connessione dovrà colloquiare con le protezioni presenti lato stazione elettrica Terna. Nei particolari il Quadro con tensione di isolamento fino a 36 kV, sarà costruito secondo le disposizioni indicate nella Specifica Tecnica dedicata.

3.6 CAVI DI POTENZA

La connessione delle apparecchiature relative al campo eolico e bess avverrà tramite linee in cavo a 18/36 kV e 0,4/1 kV. Le linee 36 kV saranno direttamente interrate oppure posate entro cavidotto.

3.7 RETE DI TERRA

Gli impianti di terra saranno progettati tenendo in considerazione i seguenti criteri:

- *Avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione*
- *Essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasti prevedibili*
- *Evitare danno ai componenti elettrici ed ai beni*
- *Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.*

Il trasformatore elevatore avrà l'avvolgimento primario lato bassa collegato a stella con il centro stella posto a terra e collegato con lo stesso impianto di messa a terra della turbina eolica; mentre il secondario lato 36 kV sarà con avvolgimento a triangolo con neutro isolato da terra.

Una parte fondamentale del sistema di messa a terra della singola turbina eolica è la barra principale di messa a terra, posta all'interno del generatore in prossimità dell'ingresso cavi. Tutti i dispersori faranno capo a questa barra principale garantendo collegamenti equipotenziali.

3.8 CONNESSIONE

L'impianto dovrà essere connesso nel rispetto di quanto indicato dalla CEI 0-16 ed in particolare:

- *Il parallelo non dovrà causare perturbazioni alla continuità ed alla qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per agli utenti connessi; in caso contrario la connessione si deve interrompere automaticamente e tempestivamente.*
- *L'impianto di produzione non dovrà connettersi o la connessione in regime di parallelo dovrà interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione dalla rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti.*



3.9 SISTEMA SCADA

Tutti i componenti dell'impianto eolico e bess saranno predisposti per comunicare con un sistema SCADA in modo da rendere possibile la eventuale gestione remota dell'impianto eolico da parte del Gestore della Rete Nazionale e/o del gestore locale dell'impianto il tutto attraverso il controllo dei parametri rilevanti dell'impianto (potenza attiva/reattiva, tensione, frequenza, fattore di potenza, performance di produzione e tele-distacco).

Tutti i parametri rilevanti dell'impianto eolico e bess saranno continuamente monitorati da un sistema dedicato, compatibile con tutte le altre apparecchiature e, in caso di guasto di un componente, la porzione di impianto verrà isolata automaticamente dalle protezioni e sarà segnalato su un sistema HMI, sia localmente che remoto.

Ogni funzione dell'aerogeneratore verrà monitorata e controllata in tempo reale attraverso un sistema di controllo dedicato, basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM che si estenderà sull'intero parco eolico.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e la valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica ed effettiva.

3.10 CAVI DI CONTROLLO E TLC

Sia per le connessioni dei dispositivi di montaggio che di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- *Cavi in rame multipolari / twistati e non*
- *Cavi in fibra ottica*

I primi verranno utilizzati, data la loro versatilità, per consentire la comunicazione su brevi distanze; mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante con nel caso di invio di dati.

3.11 MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare i dati climatici ed i dati di ventosità sull'impianto eolico, dove la ventosità è da considerarsi come parametro fondamentale per la quantizzazione dell'energia eolica.

I parametri rilevati puntualmente della stazione di monitoraggio ambientale di campo saranno inviati al sistema di producibilità teorica, parametro fondamentale per il calcolo delle performance dell'impianto eolico.

Infine tutti i dati monitorati saranno gestiti ed archiviati da un sistema SCADA. I dati climatici da rilevare principalmente sono:

- *Dati ambientali*
- *Velocità del vento*
- *Direzione del vento*

Le misure attinenti al vento saranno effettuate mediante l'utilizzo di anemometri.



Tabella 3.3 Tabella cavi 36 kV

CLUSTER	RAMO DI ALIMENTAZIONE	COLLEGAMENTO DA:	COLLEGAMENTO A:	POTENZA	FORMAZIONE	LUNGHEZZA LINEA	LIVELLO DI TENSIONE	CORRENTE DI IMPIEGO IB (PF 0.85)	PORTATA IZ DECLASSATA	CADUTA DI TENSIONE TOTALE LATO IMPIANTO (IB)	TIPO DI POSA	ISOLAMENTO	DESIGNAZIONE CAVO	MATERIALE CONDUTTORE	TEMPERATURA DI PROGETTO	FATTORE DI DECLASSAMENTO IN PORTATA
				[kW]	[mm ²]	[m]		[A]	[A]	[%]					[°C]	
1	RAMO 1 CLUSTER 1	STAZIONE ELETTRICA DI CONNESSIONE A 36 kV	CABINA DI CONNESSIONE	6000	3x(3x300)	31000	30 kV	135.85	421,4	2,73	Posa interrata	HEPR	ARG7H1RN R 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,89
2	RAMO 2 CLUSTER 2	STAZIONE ELETTRICA DI CONDIVISIONE MT/AT	WTG B03	12000	3x(1x630)	29600	30 kV	271.70	630,3	2,57	Posa interrata	HEPR	ARG7H1RN R 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,89
3	RAMO 2 CLUSTER 2	WTG B03	WTG B01	6000	3x(1x630)	2300	30 kV	135.85	630,3	2,70	Posa interrata	HEPR	ARG7H1RN R 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,89
4	RAMO 3 CLUSTER 3	STAZIONE ELETTRICA DI CONDIVISIONE MT/AT	WTG B05	12000	3x(1x630)	23400	30 kV	271.70	630,3	2,07	Posa interrata	HEPR	ARG7H1RN R 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,89
5	RAMO CLUSTER 3	WTG B05	WTG B04	6000	3x(1x630)	1500	30 kV	135.85	630,3	2,15	Posa interrata	HEPR	ARG7H1RN R 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,89
6	RAMO CLUSTER 4	STAZIONE ELETTRICA DI CONDIVISIONE MT/AT	WTG B07	12000	3x(1x630)	21200	30 kV	271.70	630,3	1,87	Posa interrata	HEPR	ARG7H1RN R 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,89
7	RAMO CLUSTER 4	WTG B07	WTG B06	6000	3x(1x300)	2300	30 kV	135.85	630,3	1,98	Posa interrata	HEPR	ARG7H1RN R 18/30 kV	ALLUMINIO	30	0,89



3.12 TRASFORMATORI

Tutti i trasformatori all'interno delle WTG di impianto saranno regolati e azionati secondo una logica di avviamento e funzionamento che limiti le correnti di energizzazione e che consenta una corretta regolazione delle protezioni.

All'interno dell'impianto saranno presenti i trasformatori abbinati alle WTG in progetto; saranno inoltre presenti i trasformatori per l'alimentazione dei carichi ausiliari di impianto. Di seguito un elenco dei trasformatori in progetto:

- Trasformatore elevatore 0,69/36 kV 7200 kVA (DYN11) utilizzato nelle WTG;
- Trasformatore 36/0.4 kV 160 kVA (DYN11) per l'alimentazione dei carichi ausiliari BT;
- Trasformatore 36/150 kV (YnD11)

I trasformatori saranno raffreddati a secco con avvolgimenti inglobati in resina epossidica e saranno autoestinguenti, resistenti alle variazioni climatiche e resistenti all'inquinamento atmosferico e all'umidità.

4. RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi vengono riportati nella tabella che segue:

Tabella 4.1 - Riferimenti normativi

RIFERIMENTI NORMATIVI	
L. n. 36 del 22.02.2001	Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
D.P.C.M. 08.07.2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti
Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999	Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0Hz a 300Ghz
Decreto Min. Amb. 29.05.2008	Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica
DM 21 marzo 1988, n. 449	Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i.
CEI 11-60	Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100kV
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo
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 211-4	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche
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
Linee guida ICNIRP	Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)
Circolare del Ministero dell'Ambiente del 15/11/2004	la Protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Determinazione fasce di rispetto



La Legge Quadro ha demandato la definizione dei limiti di esposizione per la popolazione al decreto attuativo 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”.

Tabella 4.2: Limiti di esposizione – DPCM 8 Luglio 2003

Tabella 1: Limiti di esposizione – DPCM 8 luglio 2003		
	Intensità di campo elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B (μ T)
Limite di esposizione * (da non superare mai)	5 ***	100
Valore di attenzione ** (da non superare in ambienti abitativi e comunque nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore)	-	10
Obiettivo di qualità ** (da non superare per i nuovi elettrodotti o le nuove abitazioni in prossimità di elettrodotti esistenti)	-	3
Note: * Valori efficaci ** Mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio *** Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.		

Come indicato dalla Legge 36/2001, il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione, mentre il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità si intendono riferiti alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio.

Inoltre, 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 36/2001 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 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 suddetta 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): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.



5. DEFINIZIONI

Campo magnetico

Il campo magnetico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di corrente elettrica o di massa magnetica.

Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale un corpo magnetizzato, questo risulta soggetto ad una forza. L'unità di misura del campo magnetico è l'A/m.

L'induzione magnetica è una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento ed è espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico si ricavano in base all'equazione: $1A/m = 4\pi \cdot 10^{-7} T$.

Campo elettrico

Il campo elettrico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica. Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale una carica elettrica, questa risulta soggetta ad una forza. L'unità di misura del campo elettrico è il V/m.

Campo elettromagnetico

Un campo elettrico variabile nel tempo genera, in direzione perpendicolare a sé stesso, un campo magnetico pure variabile che, a sua volta, influisce sul campo elettrico stesso. Questi campi concatenati determinano nello spazio la propagazione di un campo elettromagnetico. È importante la distinzione tra campo vicino e campo lontano. La differenza consiste essenzialmente nel fatto che in prossimità della sorgente irradiante, cioè in condizioni di campo vicino, il campo elettrico ed il campo magnetico assumono rapporti variabili con la distanza, mentre ad una certa distanza, cioè in campo lontano, il rapporto tra campo elettrico e campo magnetico rimane costante.

ELF

È la terminologia anglosassone per definire i campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse, comprese tra 30 Hz e 300 Hz.

L'esposizione a campi ELF dovuta ad una determinata sorgente è valutabile misurando separatamente l'entità del campo elettrico e del campo magnetico. Questo perché alle frequenze estremamente basse, le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici, piuttosto che a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri. I campi ELF sono quindi caratterizzati da due entità distinte: il campo elettrico, generato dalla presenza di cariche elettriche o tensioni, ed il campo magnetico, generato invece dalle correnti elettriche.

Intensità di corrente (J).

È definita come il flusso di corrente attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in ampere per metro quadro (A/m²).

Intensità di campo elettrico

È una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt per metro (V/m).

Intensità di campo magnetico

È una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere per metro (A/m).



Induzione magnetica

È una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. È espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione $1A \text{ m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

Densità di potenza (S).

Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte, per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in watt per metro quadro (W/m²).

Assorbimento specifico di energia (SA).

Si definisce mediante l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente raccomandazione il termine si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR).

Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa del tessuto corporeo ed è espresso in watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR riferito a tutto il corpo è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi all'esposizione a RF. Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a speciali condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF nella gamma inferiore di MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Linea

Le linee corrispondono ai collegamenti con conduttori elettrici aerei o in cavo, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione. Le linee a tre o a più estremi sono sempre definite come più tronchi di linea a due stremi. Gli organi di manovra connettono tra loro componenti delle reti (es. interruttori, sezionatori, ecc.) e permettono di interrompere il passaggio di corrente.

Elettrodotto

È l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

Tronco

I tronchi di linea corrispondono ai collegamenti metallici che permettono di unire fra loro due impianti gestiti allo stesso livello di tensione (compresi gli allacciamenti). Si definisce tronco fittizio il tronco che unisce due impianti adiacenti.

Tratta

La tratta è una porzione di tronco di linea, composto da una sequenza di campate contigue, avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (es. tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori sui tralicci, tratta singola, doppia, ammazettata, ecc.) e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale). Ad ogni variazione delle caratteristiche si individua una nuova tratta.

Campata

La campata è l'elemento minimo di una linea elettrica; è sottesa tra due sostegni o tra un sostegno e un portale (ultimo sostegno già all'interno dell'impianto).

Sostegni

Il sostegno è l'elemento di supporto meccanico della linea aerea in conduttori nudi o in cavo. I sostegni, i sostegni porta terminali ed i portali possono essere costituiti da pali o tralicci.



Impianto

Nell'ambito di una rete elettrica l'impianto corrisponde ad un'officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva fase di destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie, Cabine Utente AT. Inoltre rientrano in questa categoria anche quelle stazioni talvolta chiamate di Allacciamento.

Corrente

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

Portata in corrente in servizio normale

È la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

Portata in regime permanente

Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

Fascia di rispetto

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

Distanza di prima approssimazione (Dpa)

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Esposizione

È la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;

Limite di esposizione

È il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione. I valori limite di esposizione per la popolazione sono invece richiamati dalla Legge Quadro, e sono stati indicati con apposito decreto D.P.C.M. 08.07.2003, che prevede il rispetto dei seguenti valori: nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

Valore di attenzione

È il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

Obiettivi di qualità



Sono i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8 della L. 36/2001; sono anche i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a) della medesima legge, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi;

Limiti di base

Le limitazioni all'esposizione ai campi elettrici magnetici ed elettro-magnetici variabili nel tempo, che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico, sono denominate «limiti di base». In base alla frequenza del campo, le quantità fisiche impiegate per specificare tali limitazioni sono: la densità di flusso magnetico (B), la densità di corrente (J), il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR), e la densità di potenza (S). La densità di flusso magnetico e la densità di potenza negli individui esposti possono essere misurate rapidamente.

Livelli di riferimento.

Questi livelli sono indicati a fini pratici di valutazione dell'esposizione in modo da determinare se siano probabili eventuali superamenti dei limiti di base. Alcuni livelli di riferimento sono derivati dai limiti di base fondamentali attraverso misurazioni e/o tecniche informatiche e alcuni livelli di riferimento si riferiscono alla percezione e agli effetti nocivi indiretti dell'esposizione ai campi elettromagnetici. Le quantità derivate sono: l'intensità di campo elettrico (E), l'intensità di campo magnetico (H), la densità del flusso magnetico (B), la densità di potenza (S) e la corrente su un arto (I_L). Le grandezze che si riferiscono alla percezione e agli altri effetti indiretti sono la corrente (di contatto) (I_c) e, per i campi pulsati, l'assorbimento specifico di energia (SA). In qualunque situazione particolare di esposizione, i valori misurati o calcolati di una delle quantità sopra citate possono essere raffrontati al livello di riferimento appropriato. L'osservanza del livello di riferimento garantirà il rispetto delle restrizioni fondamentali corrispondenti. Se il valore misurato supera il livello di riferimento, non ne consegue necessariamente che sia superata la restrizione fondamentale. In tali circostanze, tuttavia, vi è la necessità di definire se il limite di base sia o meno rispettato.



6. CALCOLO DELLE DPA

Si è proceduto al calcolo della Distanze di Prima Approssimazione (DPA) per gli elementi costituenti il parco eolico possibili fonti di inquinamento elettromagnetico:

- Linee elettriche di impianto,
- Cabina di connessione, smistamento e bess
- WTG di impianto
- Area bess

Gli elementi sopra descritti sono tutti caratterizzati da una tensione nominale di 36 kV in AC (a frequenza 50 Hz). Tale valutazione si riferisce esclusivamente alla fase di esercizio dell'impianto in quanto durante la realizzazione e dismissione i campi daranno nulli data l'assenza di tensione nei circuiti.

6.1 CALCOLO DELLE DPA PER LA CABINA DI CONNESSIONE

In merito alla valutazione della distanza di prima approssimazione nella cabina di raccolta si considera la distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina stessa in quanto le stesse al loro interno non sono considerate luogo di lavoro stabile ma occupato dal personale tecnico in modo saltuario per una durata giornaliera inferiore alle 4 ore o durante i momenti in cui la tensione è assente.

La DPA è stata valutata impiegando la formula semplificata indicata nell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". La DPA va quindi calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale in bassa tensione in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) mediante la seguente formula di calcolo:

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

Per la cabina di raccolta e di smistamento a 36 kV la DPA da considerare è quella relativa alle linee elettriche entranti/uscenti dalla stessa.

Per tale cabina è stato preso come riferimento un diametro equivalente del cavo pari a 112 mm e una corrente a 36 kV massima pari a circa 1000 A; la corrispondente DPA sarà pertanto pari a circa 4 m; oltre tale distanza dalla cabina il campo di induzione magnetica è sicuramente inferiore all'obiettivo di qualità di 3 μ T.

All'interno della fascia introdotta dalla DPA intorno alla cabina di connessione non si rilevano presenti recettori sensibili e non è in alcun modo prevista la presenza di personale per un periodo superiore alla 4 ore giornaliere.

6.2 CALCOLO DELLE DPA PER LA CABINA DI SMISTAMENTO

In merito alla valutazione della distanza di prima approssimazione nella cabina di smistamento si fanno ragionamenti analoghi a quelli sviluppati per la cabina di raccolta. Pertanto la DPA associata a tale cabina sarà pari a circa 4 m.

Come nel caso della cabina di raccolta anche all'interno della fascia introdotta dalla DPA della cabina di smistamento non si rilevano presenti recettori sensibili e non è in alcun modo prevista la presenza di personale per un periodo superiore alla 4 ore giornaliere.



6.3 CALCOLO DELLE DPA PER LA CABINA BESS

Il calcolo dell'impatto relativo ai campi elettromagnetici per quanto riguarda l'impianto BESS verrà calcolato considerando la massima corrente in ingresso/uscita rispetto all'area oggetto dell'installazione. Si dimostrerà che nell'intorno della recinzione dell'impianto, ad una distanza tale per cui l'obiettivo di qualità risulta rispettato, non sono presenti recettori potenzialmente esposti, pertanto l'impatto dei campi dovuti all'impianto BESS è escluso.

Trattandosi di apparecchiature esercite ad un livello di tensione 36 kV risulta esclusa l'esposizione ai campi elettrici in quanto il contributo per il livello di tensione 36 kV è considerato trascurabile.

Ai fini della valutazione preliminare dell'induzione magnetica generata all'interno dell'area di impianto BESS si è fatto riferimento alla corrente di ingresso/uscita in condizioni di esercizio nominale e pari a circa 485 A (associata ad una taglia di BESS di 30 MW). Il valore di induzione associata all'impianto BESS crea una fascia di rispetto attorno alla recinzione dell'impianto di circa 2,8 m oltre il quale l'obiettivo di qualità viene rispettato. Arrotondando per eccesso al mezzo metro successivo e quindi considerando una DPA di 3 m attorno alla recinzione dell'impianto BESS, non si rileva la presenza di recettori sensibili, pertanto è esclusa la possibilità che l'impianto risulti impattante rispetto alla generazione di campi elettromagnetici.

6.4 CALCOLO DELLA DPA PER LA LINEA 36 KV

Nella tabella a pagina 17 sono riepilogate le linee elettriche descritte per tipologia di posa, formazione, designazione e corrente nominale di impianto quali elementi considerati nella verifica delle DPA; il tratto più critico è quello percorso da 3 terne in parallelo, pertanto il calcolo delle DPA farà riferimento al tratto dalla cabina di connessione alla cabina di smistamento, caratterizzato da una corrente di circa 1000 A.

La stima delle DPA per le linee a 36 kV è stata valutata secondo il DM 29 maggio 2008 preliminarmente attraverso l'utilizzo del metodo semplificato riportato al paragrafo 6.2 della norma CEI 106-11.

Le premesse al calcolo sono:

- La corrente considerata è quella massima di erogazione dell'impianto eolico alla tensione di esercizio nominale
- La profondità di posa (d) è quella di progetto 1,2 m
- Le correnti si considerano equilibrate tra loro

Di seguito si riportano i risultati del calcolo delle DPA dei tratti considerati con i vari modelli, quali attraversati dalla maggior intensità di corrente e pertanto rappresentativi di tutte le linee elettriche a 36 kV presenti all'interno del parco eolico.

Il metodo semplificato per il calcolo dell'induzione magnetica per linee in cavo interrato a semplice terna, riportato al paragrafo 6.2.3 della norma CEI 106-11, prevede l'utilizzo della seguente relazione (specifica per cavi interrati a trifoglio):

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T]$$

Da tale formula si ricava il valore della distanza per la quale è garantita un'induzione magnetica inferiore ai 3 μT che coincide con l'obiettivo di qualità imposto dalla norma per gli effetti a lungo termine:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

Per cavi interrati il valore del raggio a induzione magnetica costante pari a 3 μT calcolato al livello del suolo è pari a:

$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot S \cdot I - d^2} \quad [m]$$



Tabella 6.1: Linea 36 kV maggiormente rappresentativa (3 terne in parallelo)

COLLEGAMENTO DA	COLLEGAMENTO A	TENSIONE NOMINALE [KV]	DISTANZA TRA LE FASI [MM]	PROFONDITÀ DEI CAVI DAL PIANO DI CALPESTIO [M]	INTENSITÀ DI CORRENTE [A]
Cabina di connessione	Cabina di smistamento	36	250	1,2	1000

Nel caso in esame l'obiettivo di qualità è garantito ad una distanza di circa 4,37 m dal punto di proiezione dell'elettrodotto sul piano di calpestio.

Pertanto si introduce lungo il tracciato degli elettrodotti una fascia di rispetto di raggio pari a circa 5 m (arrotondamento al mezzo metro successivo), oltre la quale è garantito l'obiettivo di qualità di induzione magnetica inferiore ai 3 μ T.

All'interno di questa fascia, lungo tutti i tratti di linea interessati, non si rileva la presenza di recettori sensibili; pertanto è esclusa l'esposizione ai campi elettromagnetici generati.

6.5 CALCOLO DELLA DPA PER LE WTG

In merito alla valutazione della distanza di prima approssimazione all'interno dell'area di impianto eolico, trattandosi di ambiente recintato entro il quale non saranno presenti operatori per un tempo maggiore di 4 ore giornaliere, si effettuerà esclusivamente una valutazione rispetto agli elementi di impianto maggiormente critici; vale a dire Pala Eolica del ramo più caricato (il carico è pari a 13,2 MW) intorno alle quali, data la corrente in uscita a livello di tensione a 36 kV, si genererà una induzione magnetica superiore rispetto alle cabine finora analizzate.

La DPA è stata valutata impiegando la formula semplificata indicata nell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". La DPA va quindi calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale in bassa tensione in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) mediante la seguente formula di calcolo:

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

Per tale cabina è stato preso come riferimento un diametro equivalente del cavo pari a circa 168 mm e una corrente 36 kV massima pari a circa 374 A; la corrispondente DPA sarà pertanto pari a circa 0,68 m; oltre tale distanza dalla cabina il campo di induzione magnetica è sicuramente inferiore all'obiettivo di qualità di 3 μ T.

All'interno della fascia introdotta dalla DPA intorno alle WTG non si rilevano presenti recettori sensibili e non è in alcun modo prevista la presenza di personale per un periodo superiore alla 4 ore giornaliere, pertanto si esclude la possibilità che ci siano pericoli legati all'esposizione ai campi elettromagnetici.

La generazione asincrona di ogni turbina eolica alimenta un trasformatore elevatore (da 690 V a 36 kV) e degli ausiliari per il controllo e la protezione del sistema. Il trasformatore con la relativa quadristica a 36 kV fa parte dell'aerogeneratore ed è interamente installato all'interno dell'aerogeneratore stesso, sulla navicella.



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