

				
COMUNE DI SEDINI	REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	CITTA' METROPOLITANA DI SASSARI		
<p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA SINGOLA TURBINA EOLICA DELLA POTENZA PARI A 975 kWp</p> <p align="center">Sito in Comune di Sedini (SS) – Loc. “Pedru Rui”</p>				
<p align="center">VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE Allegato B1 – DGR 45/24 del 27.9.2017</p>				
<p align="center">PROCEDURA P.A.U.R D.G.R. n. 11/75 del 24.03.2021 “Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)”</p>				
PROPONENTE:				
	<p>EWT ITALIA DEVELOPMENT S.r.l. Via Giuseppe Rovani, 7 20123 Milano (MI) P. IVA 10525690961 ewtitaliadevelopmentesrl@pecimprese.it</p>			
TITOLO ELABORATO:		CODICI ELABORATO:		
<p>Relazione Elettrica Impianto Relazione D.P.A</p>		R10		
SCALA / FORMATO	DATA EMISSIONE:	ELT		
Relazione (f.to) A4	21 ottobre 2022	PD0030-SDN.PRO.REL.R10		
SOCIETA' COMMITTENTE		<p align="center">SOCIETA' DI SVILUPPO PROGETTO EMAN S.r.l. <i>Sviluppo Energie Rinnovabili</i> Sede Operativa Sardegna: Via Corradino, 53 – 09016 Iglesias (SU) P.I. IT 11439230019 Mail technical@emansrl.it – PEC eman.srl@pec.it</p>		
EWT ITALIA DEVELOPMENT S.R.L.				
Responsabile Committenza Marco Sorbini	Responsabile Elaborato Ing. Marco Pisano			
Progettazione Definitiva	Estensori SIA			
Project Manager Alberto Laudadio	Dott. Geol. Annalisa Ruggia	N°	DATA	DESCRIZIONE
Ing. Andrea Ortolani	Dott. Francesco Lecis	01	21 ottobre 2022	EMISSIONE
Geom. Alberto Cosso	Dott. Fabrizio Vinci	02	15 luglio 2023	REVISIONE CdS
Ing. Marco Pisano	Dott. Ermanno Pidincheda			
Ing. Gabriella Di Quattro	Dott. Claudia Carente			
Ing. Gianluca Cadeddu				

Sommario

1.	OGGETTO.....	3
2.	GENERALITA'	3
3.	CABINA DI CONSEGNA – GENERALITA'	4
4.	SISTEMI TECNOLOGICI	6
4.1.	Sistema rilevazione incendi.....	6
4.2.	Sistema antintrusione e videosorveglianza.....	7
4.3.	Sistema di condizionamento	7
5.	RIFERIMENTI NORMATIVI, LEGGI E PRESCRIZIONI.....	8
6.	SPECIFICHE TECNICHE ELETTRICHE.....	10
6.1.	Descrizione dell'impianto.....	11
6.2.	Ubicazione dell'impianto.....	11
6.3.	Specifiche elettriche del punto di connessione.....	11
6.4.	Condizioni ambientali di riferimento.....	12
7.	NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	12
8.	TURBINA.....	13
8.1.	Descrizione generale.....	14
8.2.	Generatore elettrico	17
8.3.	Unità di controllo della turbina	17
8.4.	Trasformatore di potenza MT/BT.....	18
8.5.	Cavo MT di potenza	19
8.6.	Quadro elettrico di protezione MT	19
8.7.	Determinazioni delle correnti nominali	20
9.	COLLEGAMENTO DELL'AEROGENERATORE	20
9.1.	Linee di distribuzione MT.....	20
9.2.	Calcoli elettrici.....	21
10.	SPECIFICHE TECNICHE DELLA FORNITURA	21
10.1.	Caratteristiche dei cavi MT.....	22
10.2.	Caratteristiche dei cavi BT.....	22
10.3.	Caratteristiche del cavo a fibra ottica.....	22
10.4.	Giunzione cavi MT.....	23
10.5.	Terminazione ed attestazione cavi MT	23
10.6.	Terminazione ed attestazione cavi in fibra ottica	24
11.	MODALITA' DI POSA	24
11.1.	Generalità.....	24
11.2.	Modalità di posa cavi MT.....	25

11.3.	Modalità di posa cavi BT	27
11.4.	Modalità di posa del dispersore di terrea	28
11.5.	Modalità di posa cavi in fibra ottica	28
12.	COLLAUDI E PROVE DI ACCETTAZIONE.....	29
12.1.	Collaudo cavi MT.....	29
12.2.	Collaudo cavi in fibra ottica.....	29

1. OGGETTO

La presente relazione tecnica descrive gli aspetti generali riferiti alla progettazione elettrica esecutiva dell'impianto **di utenza per la connessione** dell'impianto eolico sito nel Comune di Sedini (SS) da collegare alla rete MT di e-distribuzione S.p.A.; risulta, pertanto, non oggetto del presente progetto, lo sviluppo dell'impianto di rete per la connessione, in quanto non commissionata dal proponente.

L'opera è parte integrante dell'impianto per la produzione dell'energia eolica, che la società EWT Italia Development S.r.l., intende realizzare. L'impianto di utenza per la connessione è finalizzato ad accogliere l'energia prodotta, proveniente dall'impianto eolico, avente potenza complessiva di **0,975 MW**, ed attraverso la connessione all'impianto di rete, ad allacciare tale impianto di produzione alla Rete MT, di proprietà di e-distribuzione S.p.A.

Si premette che il progetto è stato sviluppato conformemente la norma CEI 0-16 ed alle altre norme CEI relative ai singoli componenti dell'impianto richiamate di seguito.

Ogni sezione costituente l'impianto in oggetto, è stata sviluppata in altre relazioni così come indicato nell'elenco elaborati. Nelle suddette relazioni sono riportati i calcoli elettrici di dettaglio e le specifiche tecniche realizzate per consentire il reperimento dei componenti sul mercato e la realizzazione dell'impianto a regola d'arte.

Pertanto, in tale relazione tecnica si descrive la composizione generale dell'impianto nel suo essere; si rinvia alle relazioni specifiche i dettagli costruttivi dei componenti.

2. GENERALITA'

L'impianto d'utenza in oggetto, nel suo complesso, può essere suddiviso nelle seguenti distinte sezioni:

a) Impianto Eolico

L'impianto eolico risulta costituito da una singola TURBINA di potenza nominale 975 kW classe EWT DW71 – 975 kWp della casa costruttrice EWT (olandese). Turbina recuperata nel mercato del second hand sul mercato internazionale.

b) Collegamenti MT tra la turbina ed il locale utente della cabina di consegna.

L'aerogeneratore è connesso con il locale utente della cabina di consegna MT attraverso una rete di distribuzione in cavo interrato esercita in media tensione a 15 kV. È previsto un piccolo prefabbricato alla base della torre, per l'alloggiamento del trasformatore MT/BT e del quadro

elettrico MT; pertanto, tutte le apparecchiature elettriche saranno posizionate all'interno di tale manufatto (vedi Tav. SDN_PRO_TAV_T06).

Tutti i collegamenti di impianto, e fino alla cabina MT/CS, saranno realizzati mediante linee interrate in media tensione.

Come si evince dallo schema elettrico unifilare è prevista una linea elettrica linea che collega l'aerogeneratore con il locale utente della cabina di consegna MT ("*linea principale*").

d) Collegamento attraverso fibre ottiche

La supervisione ed il monitoraggio dell'intero sistema viene gestito attraverso l'implementazione di un sistema SCADA. Per l'acquisizione dei segnali e la trasmissione ed il collegamento, saranno posati cavi a fibre ottiche disposti all'interno del tritubo installato nel medesimo scavo dove trovano alloggio i cavi d'energia MT e BT. L'architettura della rete in cavo a fibre ottiche è stata strutturata affinché si generi un anello chiuso, in modo tale da incrementare l'affidabilità del sistema e garantire il corretto collegamento tra le stazioni trasmettitori e ricevitori dei segnali, a fronte anche di eventuali guasti interni su una tratta intermedia.

e) Locale utente della Cabina di Consegna MT

Il locale utente è quella porzione della cabina di consegna in cui sono installate le apparecchiature elettromeccaniche di competenza del richiedente. Tale locale sarà collegato con il locale consegna di competenza dell'ente distributore e-distribuzione, attraverso un cavo interrato in rame di sezione 95 mm². In particolare, la struttura della suddetta cabina di consegna, prevederà l'installazione dell'insieme delle apparecchiature necessarie per l'implementazione del sistema di supervisione e controllo dell'impianto (sistema Scada).

3. CABINA DI CONSEGNA – GENERALITA'

La Cabina di Consegna MT, ubicata nel Comune di Sadini (SS), della proponente società, sarà costituita da tre locali distinti:

- **Locale Consegna**, con accesso riservato a e-distribuzione, non oggetto del presente progetto ma del Progetto Elettrico RTN (elaborato R11).
- **Locale Misure**, contenente l'insieme dei gruppi di misura dell'energia elettrica prelevata ed immessa. Tale locale sarà caratterizzato da un accesso dedicato al personale sia di e-distribuzione che del proponente Eman Srl. Tale locale non è oggetto del presente progetto. L'installazione di un secondo gruppo di misura per la fornitura di energia elettrica in BT, richiesta dal proponente, per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina, si ipotizza di installarlo anch'esso in tale locale.

- **Locale Utente**, (oggetto del presente progetto) con accesso riservato alla società Eman Srl, sarà caratterizzato da due ambienti fisicamente separati uno dall'altro, in particolare:

- Locale quadri: contenente tutti gli scomparti MT e BT di alimentazioni delle linee elettriche, le apparecchiature di protezione e manovra, costituite dal dispositivo generale "DG" e dal dispositivo d'interfaccia "DI" per la connessione dell'impianto utente, il quadro SA ca e cc, il quadro della stazione di energia, l'insieme dei TA e TV per il funzionamento dei dispositivi di protezione e misura, il quadro TPT (RTU), l'armadio convertitore e misure per l'acquisizione dei segnali per lo Scada di Cabina.

- Locale SCADA: contenente le apparecchiature quali il quadro ed i dispositivi di acquisizione e monitoraggio del sistema (SCADA), implementato per la supervisione globale del funzionamento del sistema elettrico.

Il Locale Consegna sarà collegato elettricamente al Locale Utente attraverso un cavo il più corto possibile (massimo 10 m) di sezione 95 mm² di rame, con tensione nominale 15 kV allestito dal Cliente. I dati generali utilizzati per il dimensionamento dell'impianto sono riportati nella tabella seguente:

Caratteristiche elettriche del sistema:

	Attuale
Tensione di esercizio del sistema (kV)	15
Tensione massima del sistema (kV)	17.5
Frequenza nominale (Hz)	50
Tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	50
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (1,2/50µs) (kV)	125
Corrente di corto circuito di breve durata (1s) (kA)	16
Corrente di guasto monofase a terra (A)	100
Tempo di eliminazione del guasto monofase (s)	0.5
(Valori comunicati da e-distribuzione)	

A tale scopo si sottolinea che la tensione di esercizio attuale del sistema elettrico della rete di distribuzione gestita da e-distribuzione nella zona di competenza di ubicazione dell'impianto in oggetto è 15 kV.

Condizioni Ambientali di riferimento

I componenti del sistema elettrico in oggetto sono stati dimensionati sulla base delle seguenti condizioni ambientali del sito di installazione (norma CEI 11-1 par. 3.3, CEI 11-35 par.7.1.3, CEI EN 60721-3-4):

Parametro	Valore	U.M.
Altitudine s.l.m.	395	m
Temperatura ambiente (min/Max)	+12 / +30	°C
Umidità relativa max	100	%
Velocità max del vento	130	Km/h
Tenuta alle sollecitazioni sismiche	0.2	g

4. SISTEMI TECNOLOGICI

L'impianto in oggetto sarà dotato dei seguenti sistemi tecnologici:

- Sistema rilevazione incendi;
- Sistema antintrusione e sorveglianza

I seguenti allarmi saranno acquisiti dal sistema SCADA per l'invio al centro di elaborazione di servizio

dell'impianto:

- 1) Allarme intrusione – allarme incendio
- 2) Stato allarme (attivato, disattivato)
- 3) Avaria impianto.

4.1. Sistema rilevazione incendi

Sarà installato un sistema di rilevazione incendi con zone di rilevazione controllate a variazione di impedenza, con funzione di allarme e preallarme, uscita relè per allarme, segnalazione guasto con contatti NA e NC e batterie. Inoltre, saranno presenti i seguenti elementi:

- Sensori rilevatori di fumo fotoelettronico
- Pannello luminoso con scritta "Incendio"
- Sirena auto protetta con lampeggiatore
- contatti magnetici reed in alluminio corazzato per porte e cancelli;

Saranno installati estintori portatili o carrellati dimensionati del tipo approvati dal DM 20.12.82 (quelli portatili) e dal DM 6.3.92 (quelli carrellati).

Gli estintori devono essere collocati preferibilmente lungo le vie di uscita in prossimità delle stesse. La rilevazione dell'impianto antincendio dovrà individuare focolai di incendio che hanno origine all'interno dei quadri, nel sottopavimento, e nel controsoffitto.

L'impianto dovrà garantire le seguenti prestazioni:

- rilevare tempestivamente la presenza di fumi nei locali controllati, prodotti da materiali combustibili, anche in mancanza di combustione autoalimentata;
- rilevare tempestivamente anomale sovratemperature che si possono verificare all'interno dei cunicoli per la presenza di raggruppamenti di cavi;
- rilevare tempestivamente anomale sovratemperature che si possono verificare in prossimità dei quadri elettrici;
- rilevare tempestivamente la presenza di concentrazioni di gas idrogeno in quantità superiori al 1%, in corrispondenza del quadro batterie.

L'impianto consentirà principalmente le seguenti funzioni:

- Rilevazione;
- Visualizzazione locale;
- Allarme locale;
- Allarme a distanza;
- Visualizzazione in remoto.

4.2. Sistema antintrusione e videosorveglianza

Sarà installato un sistema antintrusione a zone di protezione composto da:

- 1) Contatti di allarme su tutti gli infissi della cabina e degli aerogeneratori;
- 2) Sirena di allarme con lampeggiatore, di tipo auto protetta ed autoalimentata;
- 3) Inseritore per attivazione/disattivazione sistema;

4.3. Sistema di condizionamento

Premesso che le apparecchiature dislocate all'interno dei locali della cabina non necessitano di interventi di climatizzazione, l'impianto di condizionamento sarà realizzato per creare condizioni ambientali al personale presente. Il campo di regolazione dei valori da richiedere è il seguente:

- Estate: Temperatura: 24°C -1;+5 °C u.r. 50% +/- 5%

- Inverno: Temperatura: 20°C -2; +5 °C u.r. 50% +/- 5%

Deve essere previsto il ricambio d'aria necessario ai fini dell'abitabilità, disattivabile con comando elettrico.

L'aria condizionata deve esser diffusa uniformemente nei locali, tenendo conto della disposizione delle apparecchiature in essi contenute. Devono essere impiegati filtri di tipo a secco, asportabili per pulizia periodica o sostituzione, atti a trattenere particelle solide superiori a 10 micron.

La velocità dell'aria non deve essere superiore a 0,2 m/s in alcun punto del locale.

La regolazione automatica della temperatura deve essere controllata mediante termostati.

La sezione moto condensante sarà installata all'esterno dell'edificio; i tubi di collegamento tra la sezione esterna e quella interna devono essere di rame e debitamente coibentati; i collegamenti elettrici fra le due sezioni devono essere contenuti in adeguati tubi rigidi di protezione.

Gli apparecchi elettrici di condizionamento devono essere provvisti di termostato di avviamento ed arresto con un Δt non superiore a 8°C.

La potenza prevista per il condizionamento è 2 kW.

5. RIFERIMENTI NORMATIVI, LEGGI E PRESCRIZIONI

Tutte le opere, se non diversamente specificato nel presente documento, dovranno essere progettate, realizzate e collaudate in osservanza dei riferimenti normativi (CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI, etc.), leggi, decreti, regolamenti e prescrizioni citati nel testo e tutte le altre leggi e norme pertinenti attualmente in vigore con particolare riferimento a:

- Norma CEI 0-16 “Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica” Ed.2 – 2008-07;
- Norma CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata”;
- Norma CEI 11-35 “Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del Cliente/Utente finale”;
- Norma CEI 11-4 “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”;
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo”;
- Norma CEI 11-20 “Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria”;
- Norma CEI EN 60529 “Gradi di protezione degli involucri (codice IP)”
- Norma CEI 11-46 “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa”;

- Norma CEI 11-47 “Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa”;
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- Norma CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”;
- Norma CEI EN 50086 2-4 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”;
- DK 4452: “Criteri di taratura degli impianti di distribuzione MT ed esempi tipici di coordinamento delle protezioni di rete e di utenza”;
- DK 4460: “Corrente di guasto a terra nelle reti MT”;
- DK 4461: “Impianti di terra delle cabine secondarie”;
- D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche"
- D.M. 25 settembre 1992 “Approvazione della convenzione-tipo prevista dall'art. 22 della legge 9 gennaio 1991, n. 9, recante norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali”.
- D.L. n. 186 del 1/3/1968 Costruzione di impianti a regola d'arte;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli impianti elettrici;
- Legge sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro: Dlgs. 81/08 ed integrazioni, aggiornamenti e circolari successive;
- DM 22/1/2008 n. 37 Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. n. 447 del 6/12/1991;
- DM 21/03/1988;
- DM 05/08/1998;
- DPCM 08/07/2003
- DM 29/05/2008
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/USSL/ISPELS).

Il rispetto della normativa sopra specificata sarà inteso nel modo più restrittivo, nel senso che non solo la progettazione sarà adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma vi sarà un'analoga rispondenza alle normative da parte di tutti i materiali ed apparecchiature che saranno impiegati. Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle Norme d'installazione degli impianti elettrici, saranno scelti materiali provvisti di Marchio Italiano di Qualità (I.M.Q.) per tutti i prodotti per i quali il marchio è ammesso.

Saranno comunque pure rispettate le prescrizioni delle presenti specifiche, ove sono previsti dimensionamenti in lieve misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle Norme.

Gli impianti dovranno rispondere ai seguenti requisiti generali:

- Sicurezza ed affidabilità;
- Capacità di ampliamento;
- Accessibilità;
- Facilità di gestione.

6. SPECIFICHE TECNICHE ELETTRICHE

Oggetto della presente sezione è l'individuazione dell'insieme delle specifiche tecniche elettriche, riferite al cavidotto interrato di cui è composto l'impianto eolico in fase di progettazione esecutiva. In tale relazione sono, pertanto, fornite le specifiche tecniche riferite al cavidotto ed agli elementi elettrici che lo compongono, in particolare:

- 1) Rete di distribuzione MT in cavo in tubo interrato per la connessione tra l'aerogeneratore e il locale utente della cabina di consegna;
- 2) Rete di cavi a fibre ottiche in tubo interrato, collegante con schema radiale l'aerogeneratore al locale Vestas, necessari per l'implementazione del sistema di supervisione e monitoraggio globale del sistema (SCADA).

Tutti gli altri elementi componenti del sistema elettrico (Quadri elettrici, rete di terra etc.) appartenenti all'impianto d'utenza sono descritti in specifiche relazioni tecniche di cui è composto tale progetto esecutivo.

6.1. Descrizione dell'impianto

Il parco eolico è costituito da un aerogeneratore da 0,975 MW.

Come si evince dallo schema elettrico unifilare è prevista una linea elettrica che collega l'aerogeneratore con il locale utente della cabina di consegna MT. Si riporta nel seguito lo schema a blocchi sintetico del sistema, in riferimento ai collegamenti MT, BT e a fibre ottiche per il controllo.



Schema a blocchi dei collegamenti elettrici MT

In merito all'impianto degli aerogeneratori, non è previsto alcun prefabbricato alla base della torre, per l'alloggiamento del trasformatore MT/BT e del quadro elettrico MT, pertanto tutte le apparecchiature elettriche saranno posizionate all'interno dell'aerogeneratore. Tutti i collegamenti saranno realizzati mediante linee interrate in media tensione, in quanto non sono previste linee aeree.

6.2. Ubicazione dell'impianto

Il parco eolico in oggetto è ubicato nella Regione Sardegna nel comune di Sedini (SS) – località Pedru Rui, provincia di Sassari.

6.3. Specifiche elettriche del punto di connessione

I dati generali utilizzati per il dimensionamento dell'impianto sono riportati nella tabella che segue:

Caratteristiche elettriche del sistema:

	Attuale
Tensione di esercizio del sistema (kV)	15 kV
Tensione massima del sistema (kV)	17.5 kV
Frequenza nominale (Hz)	50 Hz
Tensione di tenuta a frequenza industriale (kV)	50 kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (1,2/50µs) (kV)	125 kV
Corrente di corto circuito di breve durata (1s) (kA)	16 kA
Corrente di guasto monofase a terra (A)	180 A
Tempo di eliminazione del guasto monofase (s)	0.5 s
(Valori comunicati da e-distribuzione)	

A tale scopo si sottolinea che la tensione di esercizio attuale del sistema elettrico della rete di distribuzione gestita da e-distribuzione nella zona di competenza di ubicazione dell'impianto in oggetto è 15 kV.

6.4. Condizioni ambientali di riferimento

Ciascun componente del sistema elettrico in oggetto è stato dimensionato sulla base delle seguenti condizioni ambientali del sito di installazione:

Tab. 1.2 Condizioni ambientali di riferimento

Parametro	Valore	U.M.
Altitudine s.l.m.	395	m
Temperatura ambiente (min/Max)	+12 / +30	°C
Umidità relativa max	100	%
Velocità max del vento	130	Km/h
Tenuta alle sollecitazioni sismiche	0.2	g

7. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- Norma CEI 20-11 “Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine per energie”;
- Norma CEI 20-13 “Cavi isolanti con gomma EPR con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20 kV”

- Norma CEI 20-14 “Cavi isolanti con polivinilcloruro di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20 kV)”
- Norma CEI 20-21 “Calcolo delle portate dei cavi elettrici”
- Norma CEI 20-22 “Prova dei cavi non propaganti l’incendio”
- Norma CEI 20-27 “Sistema di designazione dei cavi di energia e per segnalamento”
- Norma CEI 20-29 “Conduttori per cavi isolati”
- Norma CEI 20-36 “Prove di resistenza al fuoco dei cavi elettrici”
- Norma CEI 20-37 “Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici”
- Norma CEI 20-38 “Cavi isolati con gomma non propaganti l’incendio e a basso sviluppo di fumi dei gas tossici e corrosivi”
- Norma CEI 20-40 “Guida per l’uso dei cavi a bassa tensione”
- Tabella CEI UNEL 00722 “Colori distintivi delle anime dei cavi isolati”
- Tabella CEI UNEL 35011 “Cavi per energia e segnalamento”
- Norma CEI 20-45 “Cavi resistenti al fuoco”
- Norma CEI 20-68 “Cavi con isolamento estruso a spessore ridotto, isolati in XLPE sotto guaina termoplastica aventi caratteristiche di resistenza all’urto – cavi con tensione nominale 12/20 kV”
- Norma CEI 7-1 “Corde di rame”
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua”
- Norma CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”
- Norma CEI 11-17 “Norme per gli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica: linee in cavo”.

8. TURBINA

In questo paragrafo si citano le proprietà tecniche, in particolare quelle di natura elettrica, dell’aerogeneratore del fornitore, impiegato per il progetto in essere; ciò allo scopo di trarre gli elementi di supporto per il calcolo del dimensionamento elettrico del cavidotto MT e per poter fornire le specifiche tecniche di fornitura, relativamente agli elementi del cavidotto: cavi MT, BT e fibre ottiche.

8.1. Descrizione generale

La turbina utilizzata per il presente progetto è una turbina classe EWT DW61 (0,975 MW); essa è costituita da un rotore ad asse orizzontale, azionato da 3 pale con regolazione del passo controvento e imbardata attiva. Le pale sono costituite in fibra di vetro rinforzata con resina epossidica. È dotato di un sistema di controllo che, in corrispondenza di alta velocità del vento, mantiene la produzione di potenza 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 potenza scegliendo la combinazione tra velocità del rotore e angolo di orientamento in modo da avere il massimo del rendimento e riducono le emissioni di rumore. Il funzionamento dell'aerogeneratore è continuamente monitorato e controllato da diverse unità di controllo basate su microprocessori.

Il sistema di controllo dell'aerogeneratore assolve alle seguenti funzioni:

- Monitoraggio e supervisione del funzionamento.
- Sincronizzazione del generatore alla rete durante la sequenza di connessione, al fine di limitare i picchi di corrente.
- Funzionamento dell'aerogeneratore in caso di guasto.
- Imbardata automatica della navicella in funzione della direzione del vento.
- Controllo del passo della pala.
- Controllo della potenza reattiva e velocità variabile.
- Controllo rumorosità.
- Monitoraggio delle condizioni ambientali (vento, temperatura, ecc.).
- Monitoraggio della rete.
- Monitoraggio e registrazione di fulmini.
- Supervisione del sistema di rilevamento fumo.
- Diminuzione di potenza in caso di temperature particolarmente elevate.

garantendo, così, l'ottenimento anche dei seguenti vantaggi:

- Smorzamento attivo delle oscillazioni della torre
- Smorzamento attivo delle oscillazioni torsionali del gruppo propulsore
- Miglioramento della qualità di rete

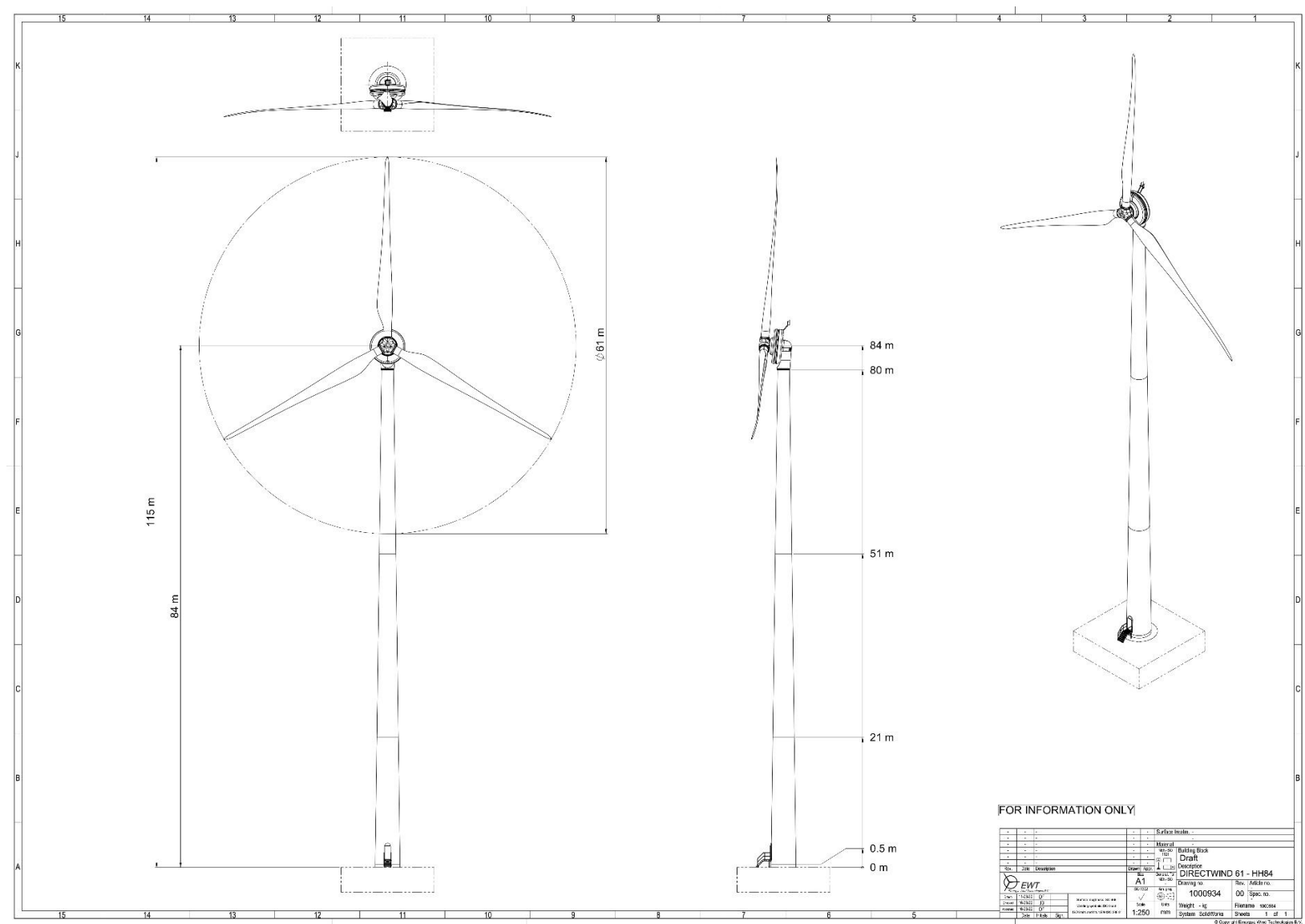


Figura: particolare costruttivo della turbina EWT DW61 (HH84 m – Ø61 m) da 0,975 MW

Tab. 2.1 Caratteristiche generali della turbina – Parametri di operatività

Nominal power P_N	975 kW	
Registered capacity		
Active power export		
Rated kW		
Max active power sent out (kW _{so} max)	975 kW	
Rated MW _{so}	0.975 MW _{so}	
Nominal voltage U_N	690 / 620 V	(Note 620V is required for HVRT option)
Rated terminal voltage		
Nominal current I_N	816 / 908 A	
Rated apparent power S_N	1100 kVA	
Rated MVA	1.1 MVA	
Rated		
Maximum capacity of network connection		
Nominal reactive power Q_N	0 kvar (controllable)	
Min reactive power at P_N & U_N (importing)	-433 / -383 kvar	
Max reactive power at P_N & U_N (exporting)	508 / 450 kvar	
(see Appendix A: Reactive power control)		
Maximum power P_{mc}	$P_N + 15\%$	
0.2 second average power $P_{0.2\text{-sec}}$	$P_N + 15\%$	
1-minute average power $P_{1\text{-min}}$	$P_N + 5\%$	
10-minute average power $P_{10\text{-min}}$	P_N	

L'albero principale trasmette la potenza al generatore tramite un sistema di riduzione. Da questo la potenza è trasmessa tramite l'accoppiamento a giunto cardanico al generatore. Pertanto, il riduttore converte la potenza d'ingresso caratterizzata da valori bassi di velocità e valori elevati di coppia meccanica a valori d'uscita di potenza meccanica caratterizzata da valori alti di velocità e valori bassi di coppia meccanica.

L'aerogeneratore frena mettendo completamente in bandiera le pale del rotore. I singoli cilindri di attuazione del passo garantiscono la tripla sicurezza in frenata. Inoltre, un sistema idraulico fornisce pressione a un freno a disco posto sull'albero veloce del moltiplicatore principale. Il sistema del freno a disco è costituito da 3 pinze di frenata idrauliche.

Ciascun aerogeneratore può essere schematicamente suddiviso, dal punto di vista elettrico, nei seguenti componenti:

- 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.

Nel seguito, si procede alla descrizione dei componenti sopra elencati.

8.2. Generatore elettrico

Il generatore è un generatore asincrono a 4 poli con rotore avvolto.

Il sistema di controllo consente di variare la velocità del rotore entro una determinata gamma, diminuendo così le fluttuazioni della tensione di rete e riducendo al minimo i carichi sui componenti principali dell'aerogeneratore. Inoltre, il sistema ottimizza la produzione di energia, in particolare in caso di velocità del vento ridotta.

La tecnologia di cui è dotato l'aerogeneratore consente di controllare il fattore di potenza reattiva dell'aerogeneratore da 0,96 induttivo a 0,98 capacitivo, misurato sul lato a bassa tensione.

Il generatore è dotato di raffreddamento ad acqua.

Tab. 2.2 Caratteristiche del generatore

Type	84-pole synchronous
Type of generating plant	Series full power converter
Method of excitation for rotating plant	Separately/Electrically excited rotor field
Type of prime mover/energy source	Wind
Rated Apparent Power	1150 kVA
Voltage	720 V
Field Excitation	Active wound rotor
Rated speed	24 rpm
Protection	IP 54
Number of phases	6 (2 x 3-phase 30° shifted)
Insulation class	F

8.3. Unità di controllo della turbina

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate e controllate da diverse unità di controllo basate su microprocessori. L'unità di controllo è costituita da più sistemi di controllo secondari singoli. Ciascun sistema provvede a funzioni distinte e comunica mediante una rete ottica.

Gli accessori dell'unità di controllo sono posti nella sezione inferiore della torre, nella navicella e nel mozzo.

Il sistema operativo utilizzato risponde ai requisiti di stabilità, flessibilità e sicurezza che si richiedono a un aerogeneratore moderno e "intelligente".

Le funzioni di input/output digitale e analogico della turbina sono interfacciate con l'impiego di unità di distribuzione che comunicano con il protocollo CAN-open.

L'unità di controllo è dotata di sistema di batteria di riserva.

L'unità di controllo assolve alle seguenti funzioni:

1. Monitoraggio e supervisione del funzionamento.
2. Sincronizzazione del generatore alla rete durante la sequenza di connessione, al fine di limitare i picchi di corrente.
3. Funzionamento dell'aerogeneratore in caso di guasto.
4. Imbardata automatica della navicella in funzione della direzione del vento.
5. Controllo del passo della pala.
6. Controllo della potenza reattiva e velocità variabile.
7. Controllo rumorosità.
8. Monitoraggio delle condizioni ambientali (vento, temperatura, ecc.).
9. Monitoraggio della rete.
10. Monitoraggio e registrazione di fulmini.
11. Supervisione del sistema di rilevamento fumo.
12. Diminuzione di potenza in caso di temperature particolarmente elevate.

8.4. Trasformatore di potenza MT/BT

Il trasformatore è ubicato in navicella. Il trasformatore è trifase e del tipo a secco, autospegnente. Gli avvolgimenti sono collegati a triangolo sul lato a media tensione, salvo diversamente specificato. Gli avvolgimenti sono collegati a stella sul lato a bassa tensione (1000 V e 400 V). Il sistema a 1000 V e a 400 V in navicella è un sistema TN. Ciò significa che il centro stella è collegato a terra. Nella cabina del trasformatore sono montati scaricatori per sovratensioni sul lato a media tensione del trasformatore.

Tab. 2.4 Caratteristiche del trasformatore BT/MT

Tipologia trasformatore:	Resina Fusa
Potenza totale nominale	1100 kVA
Frequenza nominale	50 Hz
Raffreddamento	AN
Tensione nominale BT	1000 V
Tensione nominale MT	15 kV
Regolazione tensione lato MT	$\pm 2 \times 2,5 \%$
Collegamenti avvolgimento 15 kV	Triangolo

Collegamenti avvolgimento 1000V e 400V	Stella + neutro
Tensione di cortocircuito $v_{cc}\%$	6 %

8.5. Cavo MT di potenza

Il collegamento tra il secondario del trasformatore (lato MT) interno alla navicella ed il quadro elettrico MT disposto all'interno della torre, viene garantito mediante un cavo con isolamento costituito da una miscela di XLPE reticolato. Il cavo è provvisto di strati semiconduttivi interni ed esterni all'isolante. Lo strato esterno semiconduttore è del tipo asportabile a freddo per facilitare le operazioni di terminazione e montaggio delle stesse.

8.6. Quadro elettrico di protezione MT

L'apparecchiatura elettrica completamente isolata SF6 a media tensione è costituita da due armadi elettrici separati. I due armadi sono costituiti da un quadro di distribuzione primaria con un interruttore di carico e un interruttore automatico. L'interruttore di carico ha 3 posizioni: chiuso, aperto e messa a terra. Quando l'interruttore si trova in posizione di messa a terra, il cavo di rete è collegato a massa. L'armadio contenente l'interruttore automatico contiene un interruttore di carico e un interruttore automatico con un relè autoalimentato.

Anche l'interruttore di carico è a 3 posizioni e può eseguire la messa a terra del cavo del trasformatore attraverso l'interruttore automatico. Il relè offre la possibilità di sganciare dall'esterno l'interruttore automatico (230 V) mediante l'unità di controllo VMP, il rilevatore di arco, il rilevatore di fumo o manualmente dalla navicella.

L'interruttore di media tensione deve essere provvisto di un interruttore di messa a terra sul lato dell'aerogeneratore (trasformatore) e di un interruttore di messa a terra sul lato della rete.

La funzione dell'apparecchiatura elettrica consiste nel proteggere l'aerogeneratore dalle sovracorrenti, dai cortocircuiti e dai guasti a massa.

unzione alimentatore:

Tensione nominale (kV) max.	24
Corrente Nominale (A)	400/630
Corrente di breve durata ammissibile (1 o 3 s) (kA)	16/20
Livello di isolamento:	
Frequenza industriale (1 min) (kV)	50
Impulso fulmine (kV _{peak})	125
Potere di chiusura (kA _{peak})	40/50
Potere di interruzione:	
Corrente attiva principale (A)	400/630
Corrente capacitiva(A)	31,5
Corrente induttiva (A)	16

8.7. Determinazioni delle correnti nominali

La potenza nominale dell'aerogeneratore è di 3000kW. La tensione di generazione lato BT è 1000 V. Considerando un fattore di potenza $\cos\varphi=1$, la corrente nominale sul lato di bassa tensione risulta pari a:

$$I_{BT} = 3000000 / (\sqrt{3} \cdot 1000 \cdot 1) = 1732 \text{ A}$$

Tale corrente riportata sul lato media tensione (15 kV) corrisponde ad una corrente di:

$$I_{MT} = 1732 \cdot (1000 / 15000) = 115,5 \text{ A}$$

9. COLLEGAMENTO DELL'AEROGENERATORE

9.1. Linee di distribuzione MT

Il collegamento tra l'aerogeneratore ed il quadro MT del locale utente viene realizzato mediante collegamento radiale in cavo interrato, con conduttori unipolari in rame, isolati in gomma qualità G7 per una tensione di 12/20 kV.

Le sezioni impiegate sono state dimensionate con il criterio termico utilizzando un cavo in cui la portata del cavo non risulti, in alcun caso, inferiore alla corrente di impiego del circuito, ma che sia maggiore di almeno di 1.25 volte, in ottemperanza alle prescrizioni della norma CEI; e utilizzando come criterio di verifica quello della massima caduta di tensione analizzando che la cdt ottenuta sia inferiore al limite stabilito.

Il percorso di ciascuna linea è stato individuato sulla base dei seguenti criteri:

- minima distanza;

- massimo sfruttamento degli scavi delle infrastrutture di collegamento da realizzare;
- migliore condizione di posa

9.2. Calcoli elettrici

Si procede al calcolo elettrico dei cavi MT in accordo alle norme CEI 11-17 Ed. III che forniscono i criteri da adottare per la progettazione, per l'esecuzione, per le verifiche e per l'esercizio delle linee di energia in cavo a corrente sia alternata sia continua.

Il campo di applicazione delle Norme CEI 11-17 Ed.III è rivolto agli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica quando la tensione nominale è superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua. Per tale calcolo si assume che l'aerogeneratore abbia le proprietà elettriche indicate nella tabella seguente.

Tab. Caratteristiche elettriche nominali dell'aerogeneratore

Potenza attiva nominale:	975 kW
Frequenza nominale:	50 Hz
Tensione nominale:	15 kV
Fattore di potenza d'impostazione:	$\cos\phi = 1$
Corrente nominale MT:	115,5 A

10. SPECIFICHE TECHICHE DELLA FORNITURA

In tale capitolo si forniscono le specifiche tecniche della fornitura dei seguenti elementi:

- I cavi elettrici MT che interconnettono l'aerogeneratore con il locale utente della cabina di consegna;
- Cavi a fibre ottiche per la realizzazione dei sistemi di supervisione e controllo dell'impianto eolico.

Le specifiche tecniche fornite di seguito sono il risultato del calcolo elettrico realizzato nel paragrafo precedente. Le linee elettriche sono riportate dettagliatamente nel piano cavi in cui si evince:

- Punto di partenza ed arrivo delle linee di alimentazione;
- Lunghezza della linea;
- Caratteristiche tecniche dei cavi

Tutte le linee saranno realizzate con cavidotti interrati, che avranno come punti di partenza ed arrivo i manufatti che costituiscono l'impianto (turbina e cabina di consegna). Per tutti i conduttori dovrà

essere lasciato un adeguato margine in lunghezza onde consentire l'attestazione degli stessi ai quadri ed alle apparecchiature.

L'esecutore dovrà farsi carico, specialmente se la posa dei cavi dovesse avvenire prima dell'installazione dei manufatti suddetti, di proteggere in modo adeguato le estremità dei conduttori; in particolare per la fibra ottica dovranno essere adottate misure protettive per fare in modo che non vi possano essere infiltrazioni di acqua all'interno della stessa, proteggendo le estremità con nastro auto agglomerante.

10.1. Caratteristiche dei cavi MT

I cavi MT che dovranno essere impiegati per i collegamenti tra i singoli elementi costituenti l'impianto (Aerogeneratore e locale utente della cabina di consegna) sono:

- Designazione: RG7H1R
- Grado di isolamento: 12/20 kV
- Tensione nominale: 15 kV
- Isolamento: G7
- Guaina esterna: termoplastica in PVC
- Conduttore: corda rigida compatta in rame

10.2. Caratteristiche dei cavi BT

Il cavo da utilizzare per l'alimentazione delle apparecchiature ausiliarie avrà le seguenti caratteristiche:

- Designazione: FG7OR
- Tensione nominale: 0,6/1 kV
- Conduttore: flessibile di rame ricotto stagnato
- Isolamento: in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G7
- Guaina esterna: in mescola termoplastica in PVC
- Tensione d'isolamento E_0 : 4 kV

10.3. Caratteristiche del cavo a fibra ottica

Il cavo a fibre ottiche da utilizzare per l'implementazione del sistema di supervisione e controllo dell'impianto, avrà le seguenti caratteristiche:

- Tipo di fibra: monomodale 9/125 μm

- Diametro cavo: 6.90 mm
- Peso del cavo: 42 kg/km circa

Inoltre, si forniscono una serie di informazioni tecniche utili per la gestione dell'attività di posa:

- Carico di trazione massimo: 750N
- Curvatura statica min.: 69 mm
- Curvatura dinamica min.: 104 mm
- Schiacciamento max: 2000N
- Impatto: 15 Nm
- Torsione: 5 rotazioni/m

Normativa di riferimento: è richiesta la totale rispondenza alle normative EC 794-1, E1, E3, E4, E6, E7, E11, F1 ed F5 con riferimento del fornitore di poter eseguire la prova che dimostri che la penetrazione all'acqua, con 0,1 bar di pressione, sia inferiore ad 1 m in 14 giorni.

10.4. Giunzione cavi MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni. La giunzione elettrica sarà realizzata mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti. Tutti i materiali occorrenti e le attività di giunzione sono a carico dell'appaltatore. Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo alla norma CEI 20-24 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal costruttore dei giunti. L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare, occorre:

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

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

10.5. Terminazione ed attestazione cavi MT

L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito alle modalità sia alle

attrezzature necessarie. Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, l'appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capicorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

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

La messa a terra dello schermo dovrà avvenire con un conduttore di rame di sezione 35 mm².

I particolari costruttivi dei terminali dei cavi MT sono riportati nei disegni tecnici della turbina, in riferimento agli scomparti MT del locale utente realizzati in quadro blindato SF6, agli scomparti MT in aria degli aerogeneratori ed allo scomparto MT di consegna del locale e-distribuzione.

10.6. Terminazione ed attestazione cavi in fibra ottica

I cavi a fibra ottica dovranno essere terminati su appositi cassette ottici che l'appaltatore dovrà fornire e porre in opera secondo. Tali cassette saranno da interno a parete, per aerogeneratori e locale cabina MT, con grado di protezione IP41, a 24 fori; devono essere di lamiera metallica verniciata e devono contenere n°2 frontalini standard aventi n° 12 bussole tipo ST femmina ciascuno. Il cassetto deve avere chiusura meccanica con sportello/i incernierato/i e serratura con chiave; all'interno devono essere presenti n°2 cartelline fermacavo, clips fermacavo e pressa cavo in uscita in numero idoneo

11. MODALITA' DI POSA

11.1. Generalità

Tutte le linee elettriche (MT, BT e fibre ottiche) oggetto della presente committenza, saranno posate in cavidotti all'interno di tubi protettivi. Le proprietà dei suddetti tubi protettivi sono riportate in Appendice C.

Per la posa del cavidotto fare riferimento ai tipici allegati al progetto, ed alle sezioni indicate in nelle tavole specifiche. La posa dei cavi si articolerà essenzialmente nelle seguenti attività:

- Scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità come indicata nelle tavole di progetto.
- Posa dei tubi protettivi e successivo infilaggio dei cavi di energia MT e BT e fibre ottiche. Particolare attenzione dovrà essere rivolta per l'interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell'impianto; infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore adeguato.

- Reinterro parziale con sabbia vagliata;
- Reinterro con terreno di scavo;
- Inserimento nastro per segnalazione tracciato.

11.2. Modalità di posa cavi MT

Sollecitazioni meccaniche

Le prescrizioni contenute nella norma CEI 11-17 Ed.III art. 4.3.04 riportano le regole da rispettare durante l'attività di posa del cavo. Esse definiscono che le sollecitazioni di trazione da imporre al cavo durante la posa, devono essere applicate non ai rivestimenti protettivi di cui è dotato il cavo stesso, bensì unicamente ai conduttori. Per un conduttore in rame di sezione 70 mm^2 lo sforzo di trazione massimo consentito applicato ad ogni singola anima, non deve essere superiore ai seguenti valori: **60 N/mm^2 € 4200 N**

Pertanto, quando la posa del cavo viene eseguita mediante un argano idraulico occorrerà prevedere l'utilizzo di un dispositivo dinamometrico per l'impostazione ed il controllo del tiro, nonché un freno ad intervento automatico. Inoltre, durante l'applicazione di tale sollecitazione di trazione, occorre prevedere l'utilizzo di sistemi che possano impedire rotazioni del cavo intorno al proprio asse. Pertanto, per realizzare la posa conformemente a tale prescrizione, occorrerà interporre tra la testa del conduttore del cavo e la fune di tiro, un dispositivo d'ancoraggio realizzato attraverso un giunto snodabile, indispensabile per evitare che sul cavo si trasmetta la sollecitazione di torsione che si sviluppa sulla fune traente.

Raggi di curvatura

L'articolo 4.03.03 della norma CEI 11-17 Ed.III, riporta il valore dei raggi di curvatura minimi da rispettare nella posa del cavo, per impedire l'insorgere di deformazioni permanenti al cavo stesso che possano compromettere l'affidabilità in esercizio. Indicato con D = diametro esterno del cavo, per la formazione in oggetto $3 \times 1 \times 70 \text{ mm}^2$ il valore minimo del raggio di curvatura, misurata sulla generatrice interna dei cavi, da rispettare nella posa è:

$14D$ € $0,80 \text{ m}$

Coesistenza tra cavi energia e telecomunicazione. Parallelismi

La definizione del tracciato viene condotta considerando, tra l'altro, le prescrizioni dell'art.6.1.02 della norma CEI 11-17 Ed.III, inerenti i parallelismi tra cavi d'energia e cavi di telecomunicazioni, da posare all'interno del medesimo scavo del cavidotto.

A tale riguardo si definiscono le seguenti grandezze dimensionali caratterizzanti le distanze all'interno dello scavo, tra cavi energia e telecomunicazioni:

- D = distanza proiettata sul piano orizzontale;
- H = Differenza di quota

Qualora $D < 0,3\text{m}$, occorre il contemporaneo soddisfacimento delle successive due condizioni:

- 1) Il cavo posato a quota inferiore (telecomunicazione) sia installato all'interno di tubi protettivi;
- 2) $H > 0,15\text{m}$

Attraversamenti

Gli attraversamenti tra i cavi energia e telecomunicazione che durante il percorso di posa, dovranno soddisfare le seguenti prescrizioni, definite dalla norma CEI 11-17 Ed.III, art. 6.1.1:

- 1) Il cavo d'energia deve essere posato ad una quota inferiore rispetto al cavo di telecomunicazione;
- 2) La distanza misurata in verticale tra i due cavi deve essere non inferiore a $0,30\text{m}$;
- 3) Il cavo posato superiormente deve essere protetto attraverso tubi con resistenza meccanica adeguata, ad una distanza non inferiore a 1m , in maniera simmetrica rispetto al punto d'incrocio.

Coesistenza tra cavi energia e tubazioni o serbatoi, interrati

Parallelismi

I parallelismi che si determinano nella posa dei cavi d'energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto ed alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti, etc..), devono realizzarsi nel rispetto dell'art. 6.3.02 della norma CEI 11-17 Ed.III, ossia in modo che i suddetti elementi siano installati alla massima distanza tra di essi e, comunque, in nessun punto del tracciato, tale distanza misurata in proiezione orizzontale, deve risultare inferiore a $0,30\text{m}$. È consentito l'installazione sulla medesima verticale solo quando la differenza di quota tra la tubazione metallica ed i cavi energia soddisfa i seguenti criteri:

- 1) è superiore a $0,5\text{m}$

2) è compresa tra 0,3m e 0,5 m interponendo tra le due strutture, un elemento separatore protettivo non metallico, nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Attraversamenti

La modalità di realizzazione degli attraversamenti tra cavi energia e tubazioni adibite al trasporto di fluidi (acquedotti, oleodotti, etc.) è regolamentata dall'art. 6.3.01 della norma CEI 11-17 Ed.III. In generale occorre che la differenza di quota tra le due strutture dev'essere di almeno 0,5m. Inoltre, il suddetto attraversamento non si deve mai realizzare sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse e deve essere tale da mantenere una distanza in proiezione orizzontale, di almeno 1m tra il giunto dei cavi d'energia ed il punto di incrocio con la tubazione. Qualora la suddetta distanza verticale minima prescritta non possa essere mantenuta superiore a 0,5m, si può ridurre tale prescrizione fino a 0,3m purché si interponga tra i cavi e le tubazioni un manufatto non metallico protettivo (lastre di calcestruzzo o materiale isolante rigido) caratterizzato dalle seguenti dimensioni geometriche L_1 ed L_2 :

$$L_1 \text{ (larghezza)} = D_1 + 0,6m \quad L_2 \text{ (lunghezza)} = D_2 + 0,6m$$

Avendo indicato con D_1 =diametro della tubazione e D_2 =diametro del cavo energia.

Coesistenza tra cavi energia e gasdotti

La coesistenza tra cavi d'energia e gasdotti interrati (art.6.3.3 CEI 11-17 Ed.III) è regolamentata dal D.M. 24-11- 1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8". Pertanto, la realizzazione di opere di attraversamento e parallelismi con i suddetti sistemi dovrà essere realizzata in accordo agli Enti proprietari o Concessionari del gasdotto.

Inoltre, la temperatura dei cavi, durante l'intera procedura di posa, non deve essere mai inferiore a 0°C.

11.3. Modalità di posa cavi BT

La posa del cavo BT che alimenta i sistemi ausiliari della turbina dal quadro BT del locale utente della cabina di consegna, sarà posato congiuntamente ai cavi MT ed a quelli a fibre ottiche, nel medesimo scavo, all'interno del tritubo. Durante la posa del suddetto cavo occorrerà rispettare le

prescrizioni generali riportate nel paragrafo precedente per i cavi MT, in riferimento alle indicazioni riferite agli attraversamenti e parallelismi con sottoservizi specifici vari; in particolare per il suddetto cavo si riportano le seguenti prescrizioni aggiuntive:

- Temperatura di posa: durante la procedura di installazione la temperatura dei cavi non deve essere inferiore a 0 °C;
- Sforzi di tiro durante la posa: trattandosi di un cavo con conduttore in rame lo sforzo di tiro non dovrà essere superiore a 60 N/mm².
- Raggio di curvatura: il massimo raggio di curvatura dovrà essere uguale a 4 volte il diametro esterno del cavo, in tal caso 200mm.

11.4. Modalità di posa del dispersore di terra

Il dispersore di terra dell'impianto costituito dalla doppia corda di rame di sezione 50 mm², deve essere interrato all'interno del medesimo scavo del cavidotto, dove sono installati i cavi MT, BT e fibre ottiche. Tale doppio conduttore corda di rame nuda di sezione 50 mm² dovranno essere interrati in uno strato di terreno vegetale di spessore adeguato, ubicato nel fondo dello scavo della trincea. L'esecutore dovrà avere particolare cura nella posa dei suddetti conduttori, per fare in modo che lo stesso sia ben interrato nel terreno vegetale e che lo rimanga anche dopo la finitura della posa.

11.5. Modalità di posa cavi in fibra ottica

I cavi in fibra ottica dell'impianto saranno installati all'interno del medesimo scavo in cui sono installati i cavi MT- BT ed il conduttore di terra. Essi saranno installati all'interno di uno dei tubi componenti il tritubo. Le caratteristiche da rispettare per eseguire correttamente la posa sono:

- Sforzi di tiro: valore massimo operativo (a lungo termine) 750N
- Raggio di curvatura: durante la posa il raggio di curvatura non dovrà essere a 20 cm

Durante le operazioni di posa è indispensabile che il cavo non subisca deformazioni temporanee. Il rispetto dei limiti di piegatura e tiro è garanzia di inalterabilità delle caratteristiche meccaniche della fibra. Se inavvertitamente il cavo dovesse subire deformazioni o schiacciamenti visibili, la posa deve essere interrotta e dovrà essere effettuata una misurazione con OTDR per verificare eventuali rotture o attenuazioni eccessive provocate dallo stress meccanico. Nel caso in cui il cavo dovesse subire sforzi di taglio pronunciati, con conseguente rottura della guaina esterna, deve essere segnalato il punto danneggiato e si potrà procedere alla posa del cavo dopo aver preventivamente isolato la parte di guaina lacerata con nastro gommato vulcanizzante tipo 3M. Le bobine con ancora avvolto il cavo

ottico, vanno manipolate con cura evitando ripetuti spostamenti. Non sono ammesse giunzioni lungo il percorso dei cavi in fibra ottica.

12. COLLAUDI E PROVE DI ACCETTAZIONE

12.1. Collaudo cavi MT

Al termine delle operazioni di stesura, giunzione cavi e realizzazione delle terminazioni e prima dell'attestazione dei cavi ai quadri elettrici saranno eseguite le seguenti prove:

- Verifica della continuità dei conduttori;
- Prova d'isolamento dei circuiti
- Verifica della corretta corrispondenza dei cablaggi e verifica sequenza fasi;
- Verifica della corretta identificazione dei conduttori.

12.2. Collaudo cavi in fibra ottica

Dopo che i cavi in fibra ottica sono stati connettorizzati e collegati ai rispettivi frontalini, deve essere eseguito il collaudo funzionale di ciascun cavo, da parte di operatori qualificati, mediante apparecchiatura OTDR, a cura ed onere dell'appaltatore. L'esecutore è tenuto ad informare, con congruo anticipo, la Direzione Lavori, sulle date dei suddetti collaudi in modo che la D.L. possa eventualmente presenziare alle stesse.

Di tale collaudo deve essere redatta apposita certificazione secondo le normative IOS/IEC 11801 e norme successive; la suddetta certificazione deve contenere, tra l'altro:

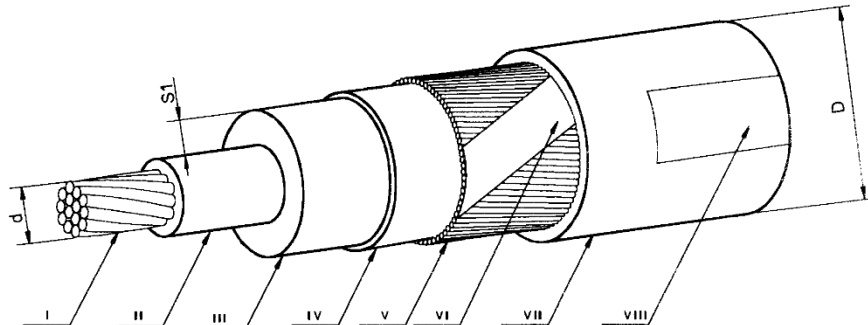
- I report su carta e su supporto magnetico prodotti dalla suddetta apparecchiatura OTDR;
- Descrizione della strumentazione utilizzata per l'attestazione, allineamento e lappatura delle fibre ottiche;
- Il valore dell'attenuazione misurata per ciascun connettore e per ciascuna fibra ottica

Il valore dell'attenuazione massima ammessa per i connettori è 0,5 dB; nel caso in cui il valore misurato, per ciascun connettore non risulti congruente con il valore suddetto, l'appaltatore è tenuto, a sua cura ed onere, ad eseguire nuovamente la connettorizzazione.

APPENDICE A: CARATTERISTICHE CAVI MT

Si riportano le proprietà dei cavi oggetto della fornitura:

Cavo unipolare con conduttore in rame



- | | | | |
|-----|-------------------------|------|------------------------------------|
| I | - Conduttore | V | - Schermo |
| II | - Strato semiconduttore | VI | - Nastro equalizzatore (eventuale) |
| III | - Isolante | VII | - Guaina di PVC |
| IV | - Strato semiconduttore | VIII | - Stampigliatura |

5. Cavo isolato con gomma etilenpropilenica HEPR (RG7H1R-12/20 kV)

RG7H1R - 12/20 kV

U₀/U: 12/20 kV

U max: 24 kV

Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 25	6,0	5,5	25,0	820	158	176	153	158
1 x 35	7,0	5,5	27,7	940	190	213	182	189
1 x 50	8,1	5,5	29,0	1095	230	255	216	225
1 x 70	9,7	5,5	30,5	1340	285	320	265	275
1 x 95	11,4	5,5	33,0	1640	348	390	315	329
1 x 120	12,9	5,5	34,8	1965	400	450	360	374
1 x 150	14,3	5,5	36,2	2280	450	510	402	416
1 x 185	16,0	5,5	37,6	2675	520	585	455	472
1 x 240	18,3	5,5	40,2	3340	615	690	528	545
1 x 300	21,0	5,5	43,0	4005	705	790	595	611
1 x 400	23,2	5,5	45,8	4965	815	910	674	690
1 x 500	26,1	5,5	50,0	6040	945	1050	762	776
1 x 630	30,3	5,5	54,0	7520	1087	1190	858	875

(*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:
 - Resistività termica del terreno: 1 K·m/W
 - Temperatura ambiente 20°C
 - profondità di posa: 0,8 m

Caratteristiche elettriche

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Ω/km		Reattanza di fase Ω/Km		Capacità a 50Hz $\mu\text{F}/\text{km}$
		a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	
1 x 25	0,727	0,927	0,927	0,14	0,20	0,16
1 x 35	0,524	0,669	0,669	0,14	0,20	0,17
1 x 50	0,387	0,494	0,494	0,13	0,19	0,18
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,13	0,19	0,21
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,12	0,18	0,23
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,12	0,18	0,25
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,11	0,17	0,27
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,11	0,17	0,29
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,11	0,16	0,32
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0779	0,10	0,16	0,35
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0616	0,099	0,16	0,39
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0489	0,096	0,15	0,43
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0389	0,093	0,15	0,49

Prescrizioni costruttive:

- Conduttori in rame a corda rigida rotonda compatta;
- Strato semiconduttore estruso sul conduttore
- Isolante: Gomma etilenpropilenica HEPR
- Strato semiconduttore estruso sopra l'isolante pelabile a freddo
- Schermo: fili di rame ricotto non stagnati, disposti secondo un'elica unidirezionale o a senso periodicamente invertito (S/Z), con nastro equalizzatore di rame non stagnato. In alternativa al nastro equalizzatore possono essere usati uno o più fili di rame disposti longitudinalmente. In ogni caso il rapporto tra la lunghezza dei fili rettificati e la corrispondente lunghezza dell'anima deve risultare maggiore di 1,02;
- Eventuale nastro non igroscopico
- Rivestimento protettivo: guaina di PVC (HD 620 TYPE DMV13) o (IEC 60502.2 TYPEST2) di colore rosso

Stampigliature:

Sulla guaina esterna deve essere riportata per impressione in rilievo una stampigliatura, ripetuta con passo non superiore a 1m, contenente le seguenti informazioni:

- La sigla UNEL (completa di tensione);
- La sezione del conduttore;
- Il nome o il marchio del costruttore

- La lettera identificante lo stabilimento di costruzione
- L'indice di progetto
- L'anno ed il mese di fabbricazione

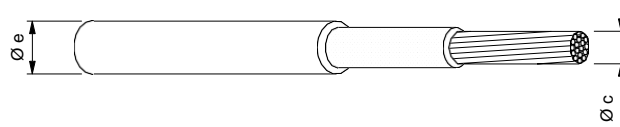
Imballo e pezzature:

Le pezzature di fornitura e le grandezze delle bobine devono essere conformi alla norma CNR-CEI UNEL 09812-74.

Norme e prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: HD 620 S1; IEC 60502-2

APPENDICE B: CARATTERISTICHE CAVO BT

Cavo EG7OR 0.6/1 kV



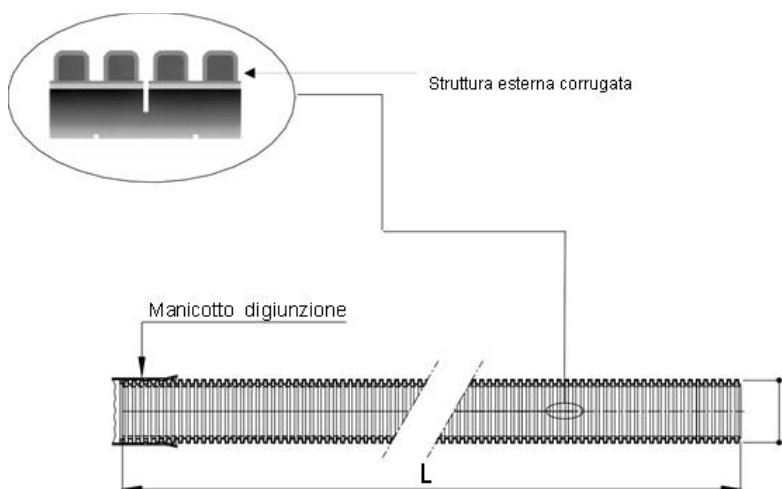
Sezione: 50 mm² -

□ c,max = 9.4 mm

□ e,max = 15.4 mm

APPENDICE C: CARATTERISTICHE TUBI PROTETTIVI

Tubi protettivi per cavi energia MT



PROTEZIONI MECCANICHE: TUBI IN POLIETILENE

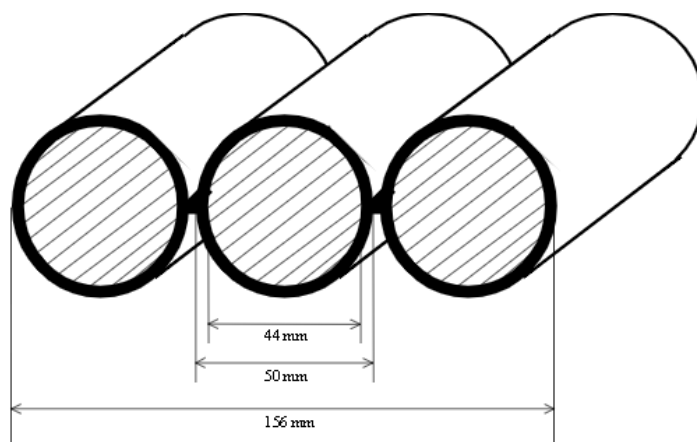
Tubi protettivi conformi alle norme CEI-EN 50086-1; CEI-EN 50086-2-4; CEI-EN 50086-2-4/A1

Prova d'urto "Normale"

Prova di schiacciamento min 450 N.

Tritubo per cavi a fibre ottiche e cavo BT

Il tritubo è un profilato in polietilene ad alta densità (PEHD) opportunamente stabilizzato con nerofumo per resistere all'invecchiamento. La sua massa termoplastica deve risultare inerte agli agenti atmosferici e resistere ai batteri, alle spore e ai funghi, deve essere esente da irregolarità o difetti, la sezione deve essere compatta e priva di cavità o bolle. È costituito da tre tubi a sezione circolare di uguale diametro esterno posti nel medesimo piano orizzontale e uniti tra loro senza soluzione di continuità, da un setto; viene fornito su matasse con le estremità dei singoli tubi chiuse con cappellotti termo restringenti o altro sistema analogo onde evitare l'ingresso di corpi estranei. Il tritubo ha ingombro totale di 156 mm, ogni tubo che lo costituisce ha diametro 50 mm e diametro interno 44 mm; sul tritubo è riportata, ad intervalli regolari e su tutta la lunghezza della pezzatura, una stampigliatura indicante la ditta costruttrice, l'anno di costruzione, la lunghezza metrica.



Tipo	Diametro interno [mm]	Spessore tubo [mm]	Larghezza complessiva [mm]	Peso minimo [g/m]
Monotubo 18	15 +0 -0,5	1,5 +0,5 -0	18 +0,3 -0	95
Monotubo 25	22 +0 -0,5	1,5 +0,5 -0	25 +0,3 -0	105
Monotubo 40	34 +0,5 -0	3 +/- 0,3	40 +1,1 -0,6	
Monotubo 50	44 +0,5 -0	3 +/- 0,3	50 +1,1 -0,6	390
Tritubo 18	15 +0 -0,5	1,5 +0,5 -0	36 +1,9 -0	
Tritubo 50	44 +0,5 -0	3 +/- 0,3	156 +4,3 -2,8	1160

Tabella 1: Dimensioni e pesi

RELAZIONE D.P.A.

Sommario

1.	Considerazioni preliminari.....	2
2.	Riferimenti normativi	3
3.	Definizioni e abbreviazioni	4
4.	Limiti di esposizione e valori di attenzione	5
5.	Descrizione del Progetto	6
6.	Modello di calcolo	9
6.1.	Premessa	9
6.2.	Campo elettrico e magnetico generato dal cavidotto MT	9
6.3.	Campo elettrico e magnetico generato dalla cabina MT	12
7.	Risultati dei calcoli	17
7.1.	Emissione cavidotto MT	17
7.2.	Emissione cabina utente.....	17

1. Considerazioni preliminari

La popolazione ed i lavoratori sono esposti 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 elettromagnetico 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.

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 esposti sono quelli derivanti dai sistemi di generazione, trasmissione, distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica a 50/60 Hz, dai sistemi di trazione ferroviaria (0 Hz, 16 2/3 Hz e 25 Hz), dai sistemi di trasporto pubblico (da 0 Hz a 3 kHz) e dai sistemi di telecomunicazione (trasmettitori radiofonici e televisivi, ponti radio a microonde, stazioni radiobase per telefonia mobile, radar, ecc.).

La popolazione è anche esposta a campi di bassa intensità prodotti da apparecchiature domestiche (forni a microonde, televisori, videoterminali, ecc.) o industriali (azionamenti elettrici, apparecchi ad induzione, automobili elettriche, ecc.).

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 e calcolabili, quali il campo elettrico e il campo magnetico.

L'esposizione umana dipende non solo dall'intensità dei campi elettromagnetici generati, ma anche dalla distanza dalla sorgente. Nel caso specifico, non esistendo sorgenti di emissione ad alta frequenza, si analizza l'entità del campo elettromagnetico generato dalle installazioni elettriche al fine di verificare che i valori di campo siano minori di quelli ammessi dalla legge per salvaguardare la salute pubblica. In particolare, poiché gli elettrodotti e sottostazione di trasformazione e distribuzione produrranno campi elettromagnetici a bassa frequenza verranno valutati gli effetti delle radiazioni alle frequenze industriali di 50 Hz.

2. Riferimenti normativi

- Legge 22 Febbraio 2001, n. 36 – “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- D.P.C.M. 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”.
- D.M. 29/05/2008 (G.U. del 05/07/2008) – “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”;
- Allegato al D.M. 29/05/2008 (G.U. del 05/07/2008) – “Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici (APAT) - Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- Legge Regionale 12 Giugno 2006, N.9 (Art.54) “Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali”.
- Delibera regionale del 25 Marzo 2010, N 12/24 “avente per oggetto “Direttive regionali in materia di inquinamento elettromagnetico”.
- “CEI ENV 50166-1 1997-06 - Esposizione umana ai campi elettromagnetici Bassa frequenza (0-10 kHz)”.
- “CEI 11-60 2000-07 - Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV”.
- “CEI 211-6 2001-01 - 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 106-11 2006-02 - 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 o in cavo.
- “CEI 211-4 2008-09 - Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”.

3. Definizioni e abbreviazioni

Valgono le definizioni di seguito riportate, per la maggior parte contenute nella Legge 36/2001, nel DPCM 8 luglio 2003 e nel Decreto 29 maggio 2008.

- 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 della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto (Figura 2). Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra (Scheda B10).

- 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 ($3 \mu\text{T}$). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 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 e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

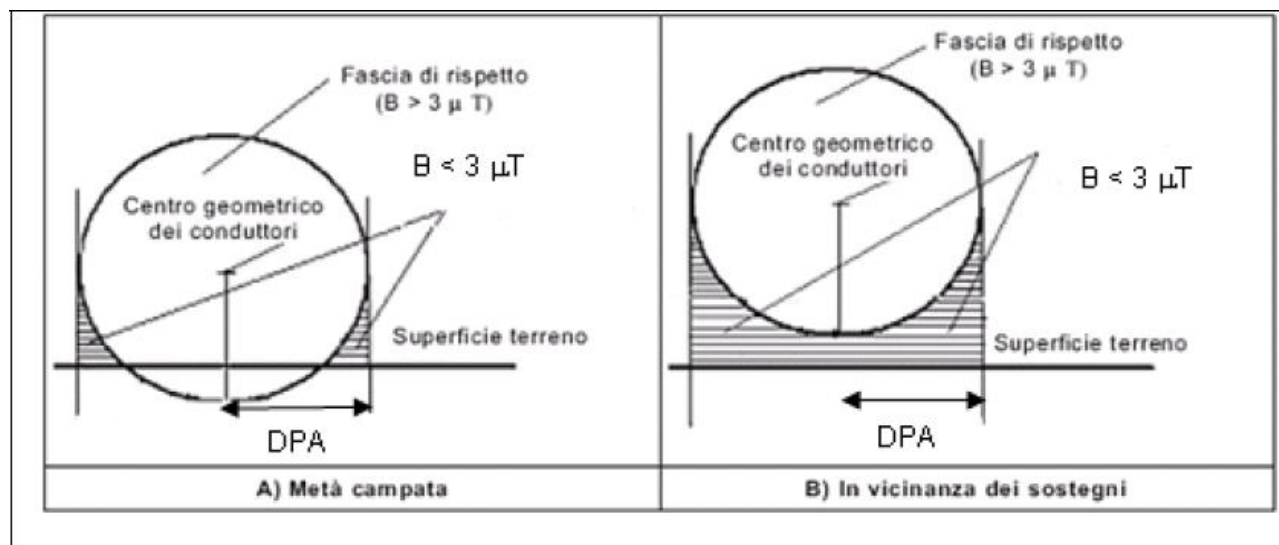


Figura: Schema Fasce di rispetto e DPA in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni.

Si ricorda che le Regioni (fermi i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità) nella definizione dei tracciati degli elettrodotti che ricadono nella loro competenza autorizzativa, devono tener conto anche delle fasce di rispetto determinate secondo la metodologia in allegato al Decreto 29 maggio 2008 (art. 8, c. 1, lett. b) della Legge 36/2001).

N.B. La dimensione della DPA delle linee elettriche viene fornita approssimata per eccesso al metro superiore (interpretazione prevalente delle ARPA).

- Limiti di esposizione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1): nel caso di esposizione, della popolazione, a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite

di esposizione di 100 μT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

- Luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h): aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

- Obiettivo di qualità (DPCM 8 luglio 2003 art. 4): nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

- 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 § 2.6.

La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":

- per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;
- per gli elettrodotti aerei con tensione <100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;
- per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come 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).

- Valore di attenzione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2): a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μT , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

4. Limiti di esposizione e valori di attenzione

Le disposizioni del DPCM del 8/07/2003 fissano i limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

Nel medesimo ambito, il decreto stabilisce anche un obiettivo di qualità per il campo magnetico, ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni.

L'Art 3 definisce i limiti di esposizione ed i valori di attenzione:

"1) 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.

2) A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio".

L'Art 4 definisce gli obiettivi di qualità:

"Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio".

5. Descrizione del Progetto

La turbina eolica oggetto della presente relazione è situata nel comune di **Sedini** in Provincia di **Sassari**. Sarà costituito da 1 aerogeneratore della potenza unitaria di **975 kW**. Il circuito sarà costituito da cavi interrati il cui percorso sarà interno al lotto di pertinenza dello stesso proprietario di cui si ha disponibilità.

Il produttore, ai sensi del TICA e s.m.i ha optato per intraprendere l'iter procedurale per l'ottenimento delle autorizzazioni necessarie per la costruzione e l'esercizio delle opere di rete, che sono descritte nel preventivo di connessione di cui al codice di rintracciabilità **229077615** e che prevedono una intercettazione di un cavidotto MT interrato, da linea esistente passante sulla comune di Littigheddu.

La costruzione delle opere di rete in oggetto, saranno ubicate a Sedini (SS) in loc. Littigheddu, su viabilità pubblica comunale. In concreto, si tratta di inserimento in derivazione da linea MT esistente del cavo interrato, tramite scavo a sezione obbligata, fino alla nuova cabina di consegna omologata E-distribuzione.

5.1. CARATTERISTICHE TECNICHE

Le caratteristiche tecniche di tutte le opere da realizzare sono sinteticamente riassunte di seguito. Negli allegati vengono evidenziate più precisamente tutte le caratteristiche, i materiali ed i particolari costruttivi dei componenti.

5.2. LINEA INTERRATA MT (Canalizzazione):

Per canalizzazione si intende l'insieme del canale, delle protezioni e degli accessori indispensabili per la realizzazione di una linea in cavo sotterraneo (trincea, riempimenti, protezioni, segnaletica).

La materia è disciplinata, eccezione fatta per i riempimenti, dalla Norma CEI 11-17. In particolare, detta norma stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare, in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e dagli abituali attrezzi manuali di scavo (resistenza a urto). La protezione meccanica supplementare non è necessaria nel caso di cavi MT posati a profondità maggiore di 1,7 m. La profondità minima di posa per le strade di uso pubblico è fissata dal Nuovo Codice della Strada ad 1 m dall'estradosso della protezione; per tutti gli altri suoli e le strade di uso privato valgono i seguenti valori, dal piano di appoggio del cavo, stabiliti dalla norma CEI 11-17:

- 0,6 m (su terreno privato);
- 1,00 m (su terreno pubblico);

I cavidotti saranno realizzati con tubazione in corrugato PEAD a doppia parete di diametro pari a 160 mm per le linee a Media Tensione, da 125 mm per le linee a Bassa Tensione. La presenza dei cavi elettrici verrà segnalata con apposito nastro di segnalazione che verrà posato lungo lo scavo. I ripristini verranno eseguiti a regola d'arte secondo le prescrizioni imposte dall'Ente proprietario della strada.

I cavi MT saranno del tipo cordato ad elica visibile per la distribuzione interrata a tensione $U_0/U=12/20$ kV, con isolamento ridotto e schermo in tubo di alluminio:

- Sezione 3 x (1x185) mmq ad elica visibile.

Il cavidotto sarà realizzato come descritto nel paragrafo CANALIZZAZIONI e conformemente alle modalità indicate nelle allegate sezioni di posa.

Il progetto per la costruzione del cavidotto è stato redatto e dovrà essere realizzato in conformità alle normative attualmente in vigore (norma CEI 103-6) con l'impiego di cavi ad elica visibile.

5.3. CABINA DI CONSEGNA MT:

La nuova cabina di consegna MT verrà realizzata a cura dell'utente il quale provvederà alla richiesta di tutte le autorizzazioni necessarie per la sua edificazione.

E-Distribuzione provvederà alla realizzazione degli impianti elettrici interni nei locali di sua competenza per consentire la fornitura a Media Tensione all'utenza.

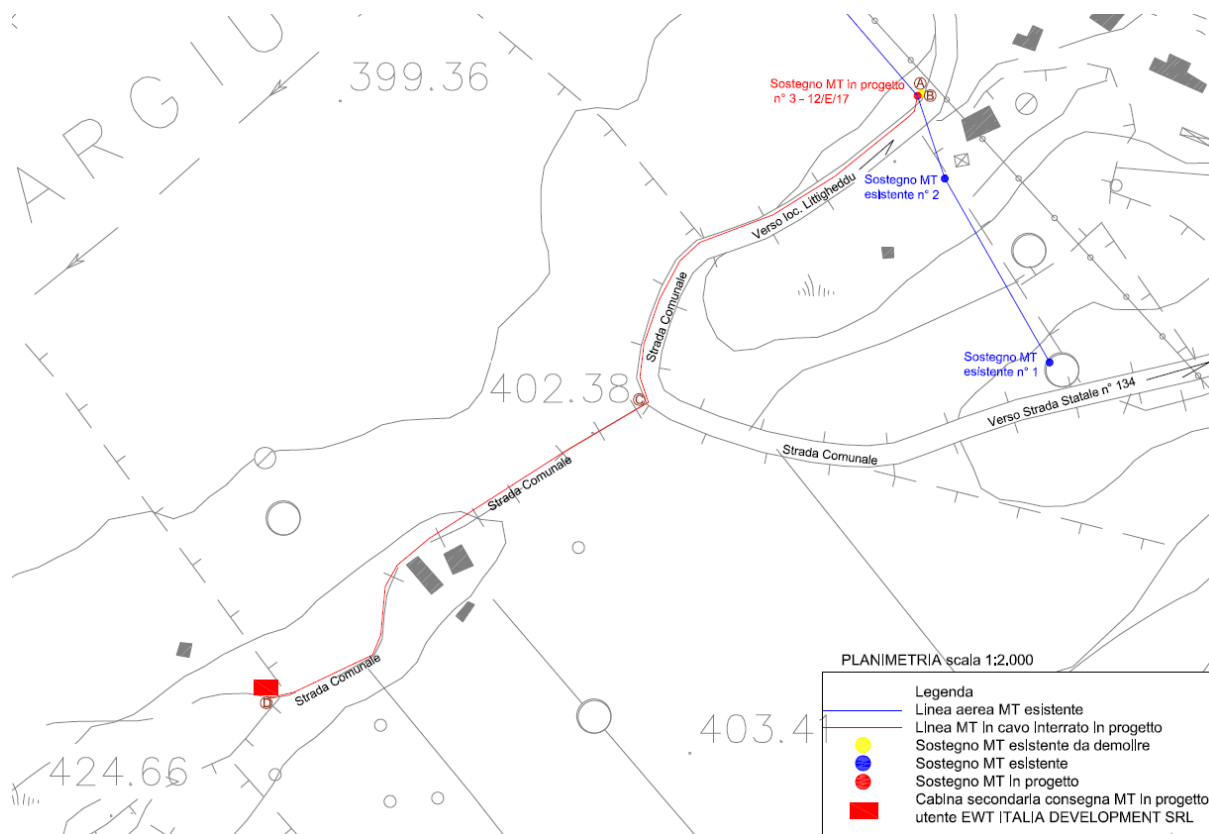
Il manufatto cabina verrà realizzato in una porzione del terreno distinto al mappale 380 foglio 9 del Comune di Erula. All'interno del fabbricato cabina verrà effettuato l'equipaggiamento elettromeccanico, completo di organi di manovra e sezionamento, apparecchiature per l'alimentazione della fornitura MT.

Montaggio Elettromeccanico con 2 scomparti di linea + consegna: n° 1 UP e Modulo GSM: n° 1

Le seguenti prescrizioni si applicano al fabbricato cabina:

- i locali devono essere dotati di un accesso diretto ed indipendente da via aperta al pubblico, sia per il personale, sia per una autogrù con peso a pieno carico di 180 q;
- le aperture devono garantire un grado di protezione IP 33 e una adeguata ventilazione a circolazione naturale di aria;
- le tubazioni di ingresso dei cavi devono essere sigillate onde impedire la propagazione o l'infiltrazione di fluidi liquidi e gassosi;
- la struttura deve essere adeguatamente impermeabilizzata, al fine di evitare allagamenti ed infiltrazioni di acqua.

Di seguito l'inquadramento dell'impianto di Rete necessario per l'allaccio della turbina eolica.



6. Modello di calcolo

6.1. Premessa

Si analizza l'entità del campo elettromagnetico generato dalle installazioni elettriche al fine di verificare che i valori di campo siano minori di quelli ammessi dalla legge per salvaguardare la salute pubblica. Alla frequenza di 50 Hz il campo elettrico (misurato in V/m) e quello magnetico (misurato in Tesla) possono essere considerati disaccoppiati, e analizzati, dal punto di vista fisico-matematico, separatamente.

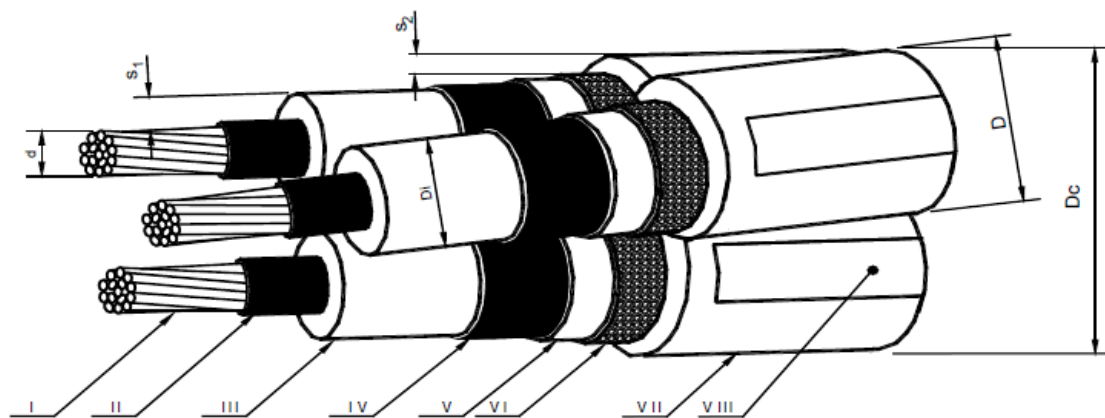
Per sua natura (costante dielettrica notevolmente diversa da quella dell'aria) il corpo umano ha eccellenti capacità schermanti nei confronti del campo elettrico. Il campo elettrico quindi ha, per i valori di campo generato da qualsiasi installazione elettrica convenzionale, effetti del tutto trascurabili (si consideri a tal proposito che solo in prossimità di linee AT a 400kV, tensione non raggiunta in Italia in nessuna linea di trasmissione AT, si raggiungono valori di 4kV/m prossimi al limite di legge per zone frequentate, valore che si abbatte in maniera esponenziale all'aumentare della distanza del conduttore). Il campo elettrico risulta essere proporzionale alla tensione dell'installazione elettrica.

Il corpo umano, avendo permeabilità magnetica relativa pari a quella dell'aria, non ha capacità schermanti contro il campo magnetico, il quale lo attraversa completamente rendendo i suoi effetti più pericolosi di quelli del campo elettrico. Il campo magnetico è proporzionale al valore di corrente che circola nei conduttori elettrici ed i valori di corrente che si possono avere nelle ordinarie installazioni elettriche possono generare campi magnetici che possono superare i valori imposti dalle norme.

6.2. Campo elettrico e magnetico generato dal cavidotto MT

Il campo elettrico generato dal cavidotto MT di collegamento tra la turbina (T) e la cabina MT (CS) ha valori minori di quelli imposti dalla legge. Questa affermazione deriva dalle seguenti considerazioni:

- I cavi utilizzati sono costituiti da un'anima in alluminio (il conduttore elettrico vero e proprio), da uno strato di isolante + semiconduttore, da uno schermo elettrico in rame, e da una guaina in PVC. Lo schermo elettrico in rame confina il campo elettrico generato nello spazio tra il conduttore e lo schermo stesso;
- Il terreno ha un ulteriore effetto schermante;
- Il campo elettrico generato da una installazione a 15 kV è minore di quello generato da una linea, con conduttore non schermato (crudo), a 400 kV, il quale è minore ai limiti imposti dalla legge.



I - Conduttore

II - Strato semiconduttore

III - Isolante

IV - Strato semiconduttore

V - Nastro semiconduttore igroespandente

VI - Schermo

VII - Guaina

VIII - Stampigliatura

1	2	3	4	5	6	7	8
Matricola	Tipo	Isolante	Numero di conduttori per sezione nominale (n° x mm ²)	Diametro circoscritto Dc max. (mm)	Massa circa (kg/km)	Portata (1) (A)	Corrente termica di corto circuito (2) (kA)
33 22 82	DC 4385/1	XLPE	3 x (1x70)	65	2150	200	9
	DC 4385/3	HPTE					
33 22 84	DC 4385/2	XLPE	3 x (1x185)	78	3550	360	24
	DC 4385/4	HPTE					

Figura 3: Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al, isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo di Al e guaina in PE

Non si effettua quindi un'analisi puntuale del campo generato ritenendolo trascurabile.

Si considera per il calcolo cavidotto interrato con l'unica terna sulla quale passa la piena potenza dell'impianto. In tale terna ipotetica circola la corrente più alta che si possa avere nella rete MT dell'impianto, quindi rappresenta la situazione più sfavorevole dal punto di vista della generazione del campo magnetico. Nei circuiti reali si avranno correnti minori e di conseguenza campi magnetici minori. Si considera quindi la potenza di 975 kW, e una corrente sul singolo conduttore di 33 A alla tensione di 15 kV. Nell'analisi si trascura inoltre l'effetto schermante del terreno.

Il valore calcolato, illustrato nei grafici allegati, sarà quindi sicuramente maggiore di quello effettivo.

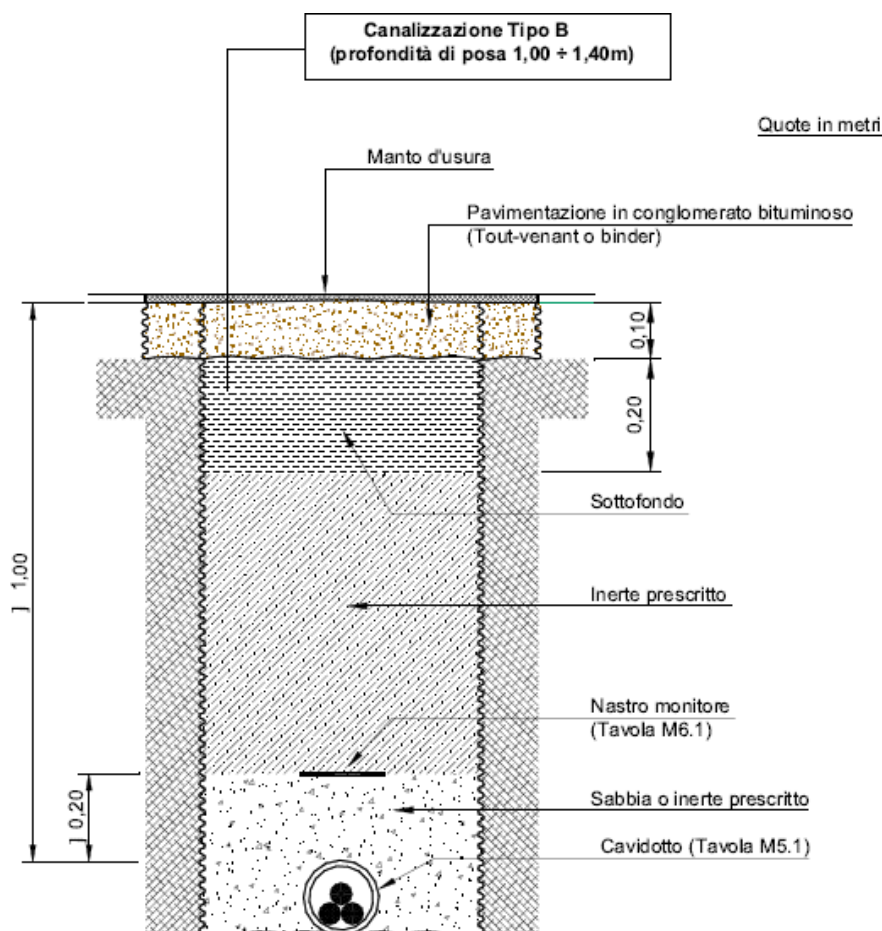


Figura 4: Linee in cavo sotterraneo MT – C2.1 – Canalizzazione MT DC 4390 ENEL

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici. Con riferimento al presente progetto si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato, 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 (50Hz);
- 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 - Figura 1); in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e dal MDLP 16 Gennaio 1991.

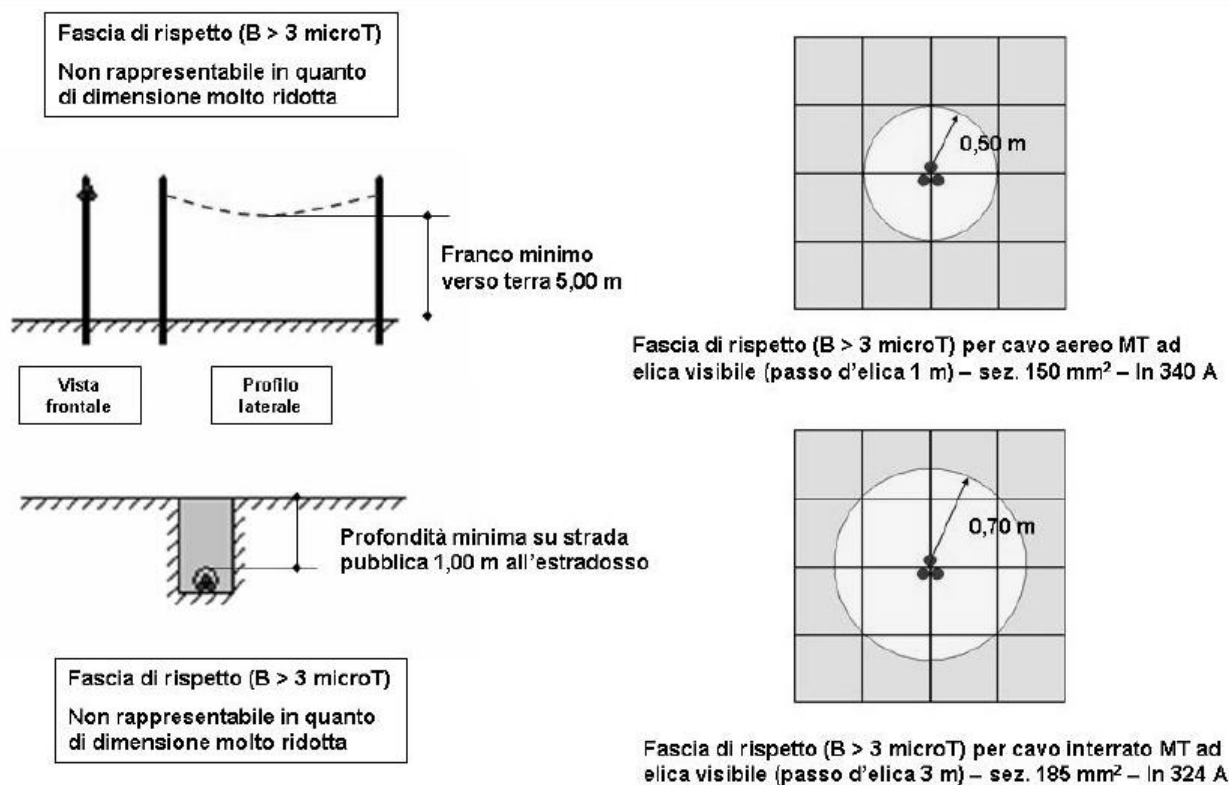
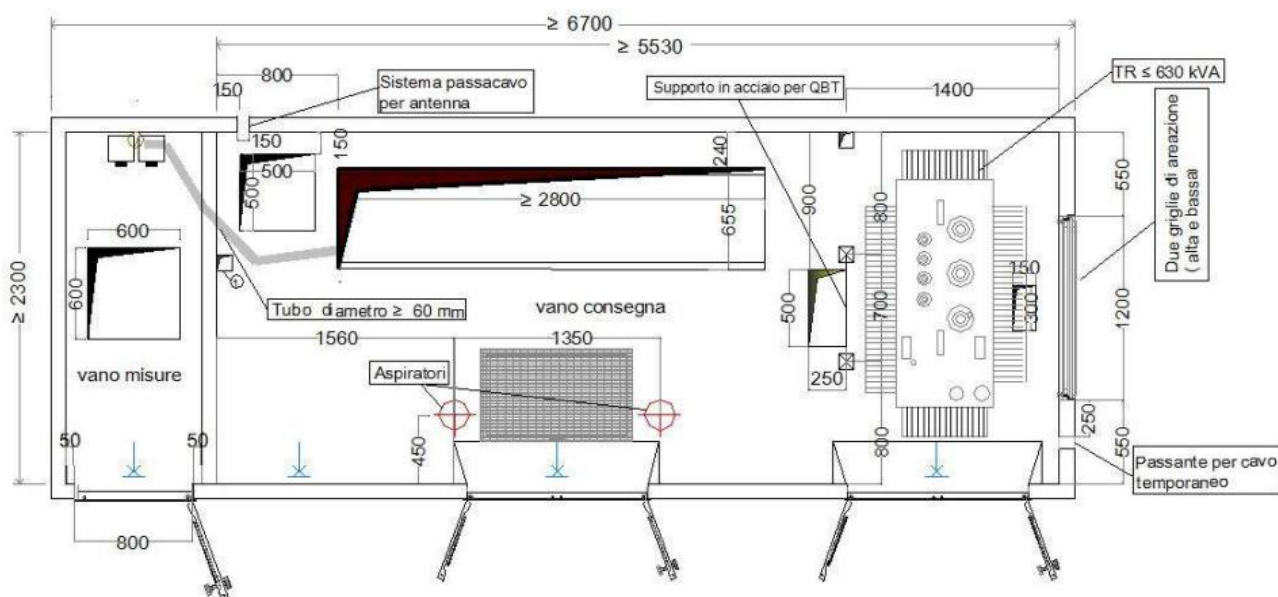


Figura 5: Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale che tiene conto del passo d'elica.

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico ($10 \text{ } \mu\text{T}$ da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.

6.3. Campo elettrico e magnetico generato dalla cabina MT

Il D.M 29/5/2008 prevede di applicare la procedura semplificata per calcolare la Distanza di Prima Approssimazione ipotizzando nella stessa la presenza di un trasformatore 15kV/630. Per il calcolo della DPA utilizzeremo pertanto le formule approssimate utilizzate nelle stesse cabine di trasformazione. Lo schema funzionale della cabina utilizzata da progetto è il seguente:



Realizzata in box prefabbricato secondo gli standard Enel e conforme alla tabella di Unificazione UE DG2092, posta sul confine del lotto 380 del foglio 9, con accesso dall'esterno sulla pubblica via, dimensioni circa 7,0x2,7xH2,6m, superficie complessiva inferiore ai 30m². La cabina è composta dai seguenti locali:

- locale Enel: per la fornitura in media tensione con predisposizione per unità di trasformazione MT/BT da 630kVA in olio di competenza Enel, dimensioni utili interne 6.5x2.5xH2.5m, completo di n.2 porta in VTR 120x215cm, n.2 griglie di areazione in VTR 120x50cm, n.1 aspiratore eolico in acciaio inox posto sul tetto;
- locale misure: per l'installazione del contatore di energia di competenza Enel, dimensioni utili interne 1.2x2.5xH2.5m, completo di n.1 porta in VTR 60x215cm;

La struttura sarà realizzata in Cav con pareti armate, fondazione di tipo a vasca con muri predisposti per l'ingresso delle tubazioni con fori Ø200mm a frattura prestabilita, pavimento flottante predisposto con aperture per il passaggio dei cavi e per l'accesso uomo alla vasca di fondazione, soletta di copertura impermeabilizzata con aspiratore eolico in acciaio inox posto sopra il locale Enel. La cabina sarà dotata di impianto di terra realizzato con n.6 dispersori a picchetto lunghezza 2.5 m collegati da corda di rame nuda sezione 35mm² posata interrata a profondità di 0.5m, disposta ad anello intorno al fabbricato a circa 1.0m dallo stesso, ogni locale sarà collegato all'impianto di terra esterno in almeno 2 punti disposti su pareti opposte con conduttori di terra in corda di rame nuda sezione 35mm² protetti da tubo di protezione, infine il locale Enel sarà munito di impianto interno di terra posata a vista sopra pavimento e fissata a parete. Ogni locale sarà munito di impianto elettrico conforme alle CEI 64-8, stagno IP55, composto da quadretto con int. di protezione, punto presa, punto comando luce, plafoniera di

illuminazione normale e plafoniera autoalimentata di emergenza. Tutte le apparecchiature e le opere realizzate sono conformi agli standard e alle specifiche Enel.

6.3.1. NORME DI RIFERIMENTO PER CABINE MT

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- DPCM 8 luglio 2003 “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 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 100 kV”.
- 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”.

6.3.2. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI E APPLICABILITÀ

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 (art. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2), i seguenti limiti di esposizione per la popolazione:

- Limite di esposizione del campo elettrico (5kV/m) e del campo magnetico (100μT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- Valore di attenzione (10μT) e l'obiettivo di qualità (3μT) 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.

Alla luce di quanto sopra si ritiene che il valore di $3\mu\text{T}$ (per il campo di induzione magnetica) e il valore di 5kV/m (per il campo elettrico) debbano essere considerati valori limite per gli elettrodotti in questione. 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 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 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) che è l'oggetto della presente relazione. Detta 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 (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

Ai sensi dell'art. 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), la fascia di rispetto deve essere calcolata, nel caso di Cabine Secondarie di tipo box (con dimensioni mediamente di $4\text{m} \times 2.4\text{m}$, altezze di 2.4m e 2.7m ed unico trasformatore) o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (art. 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$\text{DPA [m]} = 0.40942 * x [\text{m}]^{0.5241} * \sqrt{I [\text{A}]} \text{ (arrotondato al mezzo metro superiore)}$$

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

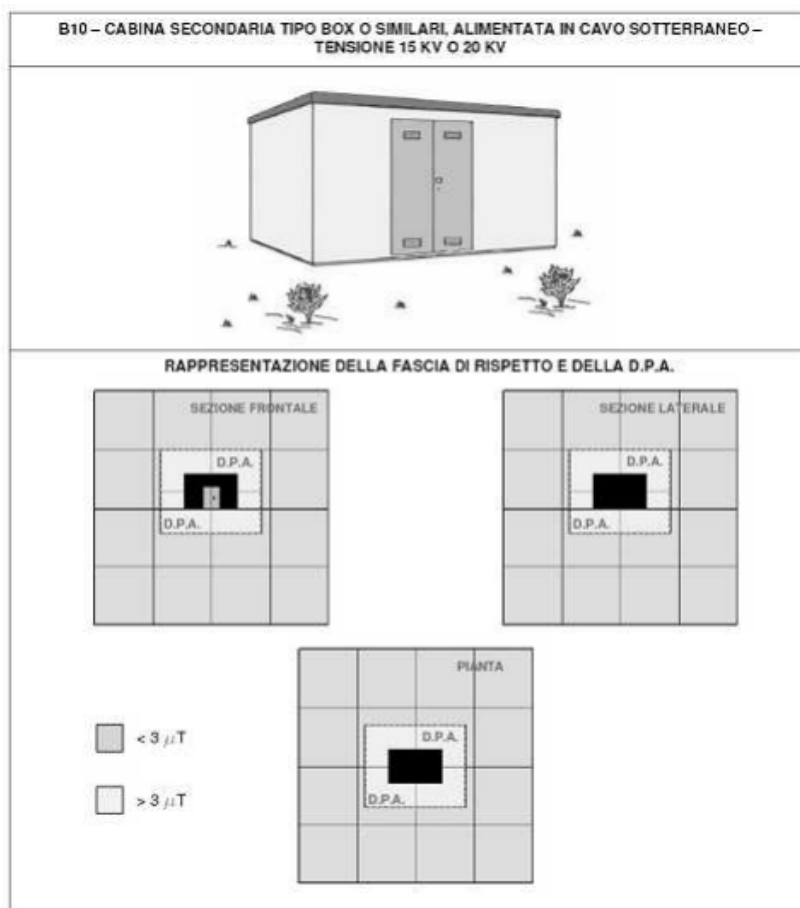


Figura 7: Rappresentazione delle DPA per cabina MT

La formula è stata ottenuta considerando un sistema trifase percorso da una corrente pari alla corrente nominale del trasformatore, e con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi in uscita dal trasformatore stesso. La corrente nominale secondaria del trasformatore risulta essere:

$$I = 75 \text{ A}$$

Considerando che si hanno 3 corde per fase da 35 mm^2 , il diametro esterno di ciascun cavo è di 6,8 mm; ipotizzando che i cavi siano portati orizzontalmente, il diametro massimo (distanza tra le fasi) si ottiene moltiplicando il diametro di un cavo per il numero di conduttori per fase. Quindi risulta:

$$x = 0,0204 \text{ m.}$$

Applicando la formula di sopra si ottiene:

$$DPA = 0,40942 * \sqrt{I * X^{0,5241}} = 0,44942 * \sqrt{75 * 0,0204^{0,5241}} \cong 1,5 \text{ m}$$

La fascia di rispetto si estende quindi per 1,5 m nell'intorno della cabina; oltre questa fascia l'induzione elettromagnetica assume valori al di sotto di $3 \mu T$.

7. Risultati dei calcoli

7.1. Emissione cavidotto MT

Campo Magnetico massimo (al suolo): $0,7 < 100 \mu\text{T}$

Campo Elettrico: trascurabile

7.2. Emissione cabina utente

Per la cabina non è stato calcolato il valore del campo magnetico ma solo la DPA, per cui assumiamo che oltre questa fascia il valore del campo assume dei valori inferiori ai $3 \mu\text{T} < 100 \mu\text{T}$

Campo Elettrico: trascurabile

L'installazione soddisfa i limiti di esposizione imposti dalla normativa vigente.

NB: Si noti come già nell'asse del cavidotto MT si raggiunge l'obiettivo di qualità dei $3 \mu\text{T}$. Nella fascia di rispetto dei $3 \mu\text{T}$ non risultano punti sensibili così come definiti dal DPCM DPCM del 8/07/2003, rispettando quindi anche gli obiettivi di qualità oltre che i limiti legislativi;