



COMUNE DI
FOGGIA



COMUNE DI
LUCERA



COMUNE DI
TROIA



REGIONE PUGLIA



Statkraft

PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO CELONE



PROGETTO

CELONE

SOCIETA'

SKI 05 S.r.l.

**RAPPRESENTANTE
LEGALE**
DI TILLIO CARLA
PROJECT MANAGER
TORTORICI GIUSEPPE

Titolo dell'allegato:

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
"QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE"**

REV	DOCUMENTO	DATA
1		07/02/2022

CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO
IMPIANTO EOLICO ED OPERE CONNESSE COMPOSTO DA 18
AEROGENERATORI PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 111,6MW
UBICATO NEI COMUNI DI FOGGIA-LUCERA E TROIA

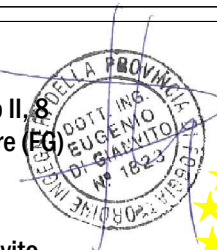
COMMITTENTE

SKI 05 srl
Via Caradasso,9
20123 Milano(MI)
ski05@unapec.it

Il progettista:

ATS Engineering srl
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Ing. Eugenio Di Gianvito
atsing@atsing.eu



CELONE

IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 18 AEROGENERATORI PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 111,6 MW UBICATO NEI COMUNI DI FOGGIA-LUCERA -TROIA		Data:	07/02/2022
		Revisione:	1
		Codice Elaborato:	SIA02
Società:	<i>SKI 05 S.r.l.</i>		
Rappresentante Legale	Di Tillio Carla		
Project Manager	Tortorici Giuseppe		

Elaborato da	Data	Approvato da	Data Approvazione	Rev	Commenti
ATS Engineering S.r.l	07/02/2022	ATS Engineering S.r.l		1	

Sommario

1. Descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto	4
1.1. Aerogeneratori	4
1.2 Cavidotti MT	8
1.2.1.Tipologia dei cavi MT	11
1.2.2.Caratteristiche Funzionali	12
1.2.3.Posa in opera del cavo MT	13
1.3.Cavidotto AT	14
1.3.1.Tipologia di cavo AT	17
1.3.2.Posa in opera del cavo AT	19
1.4. Stazione di utenza	23
1.5.Opere civili	30
1.6. Impatto acustico	37
1.7.Impatto elettromagnetico	39
1.7.1.Cavidotto MT	39
1.7.2.Cavidotto AT	48
2.Principali caratteristiche del progetto in fase di funzionamento	50
2.1.Il processo produttivo	50
2.2.Fabbisogno e consumo energetico	50
2.3.Quantità di materiali e di risorse utilizzate	50
3. Sommario delle difficoltà	51

1. Descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto

Lo scopo principale del seguente paragrafo è quello di esporre le caratteristiche principali degli impianti presenti nel parco eolico. Le strutture e gli impianti principali sono i seguenti:

- n. 18 aerogeneratori ognuno di potenza di **6,2 MW**, con trasformatori interni multi tensione in uscita a 20 kV/50 HZ;
- n. 18 fondazioni aerogeneratori, plinti circolari su pali di fondazione (vedi *Relazione preli-minare plinto di fondazione*);
- strade e piazzole;
- cavidotto interrato interno MT, che collega gli aerogeneratori in gruppi e i gruppi alla cabina di smistamento sita all'interno della stazione di utenza;
- cavidotto interrato AT a 150 KV, per connessione alla sottostazione AT/AT di Terna Distribuzione nel Comune di Lucera (Fg);
- n. 1 stazione di utenza MT sita nel territorio comunale di Troia (Fg);
- rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati via modem.

1.1. Aerogeneratori

Il layout finale delle torri è frutto di uno studio approfondito che ha tenuto conto di tutti i fattori ambientali e dell'orografia dei luoghi, della direzione e velocità dei venti, della vegetazione e degli ostacoli presenti, il tutto in relazione al tipo di aerogeneratore prescelto (vedi anche *Relazione Urbanistica e Relazione Paesaggistica*).

Il risultato di queste elaborazioni ha consentito di ottimizzare il più possibile il layout definitivo del parco eolico, minimizzando sia l'uso delle superfici direttamente interessate dalle torri eoliche, sia di quelle utili per il montaggio e la gestione delle stesse - superfici per le fondazioni, il piazzale, la cabina di trasformazione e il locale tecnico - e senza apportare significative trasformazioni all'uso attuale dei suoli interessati.

Inoltre, la scelta di torri poste a una distanza elevata è stata dettata principalmente da due diversi aspetti progettuali: uno legato all'effetto scia (più lontane sono le turbine, minore sarà la perdita di efficienza del parco); l'altro relativo all'inserimento paesaggistico delle stesse per il quale tutti i piani consigliano di posizionare le torri a distanze elevate per diminuire l'effetto barriera. Ogni torre è dotata di apposita piazzola di circa 4.000 mq e ad essa si potrà accedere realizzando apposita stradina larga circa 4,5 m di connessione alle strade esistenti, che assicurerà l'accesso ad ogni aerogeneratore per poter effettuare controlli e manutenzioni periodiche.

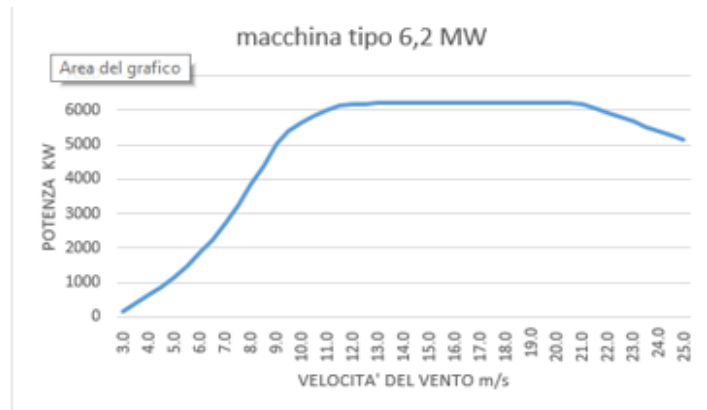
AEREOGENERATORE

CARATTERISTICHE:

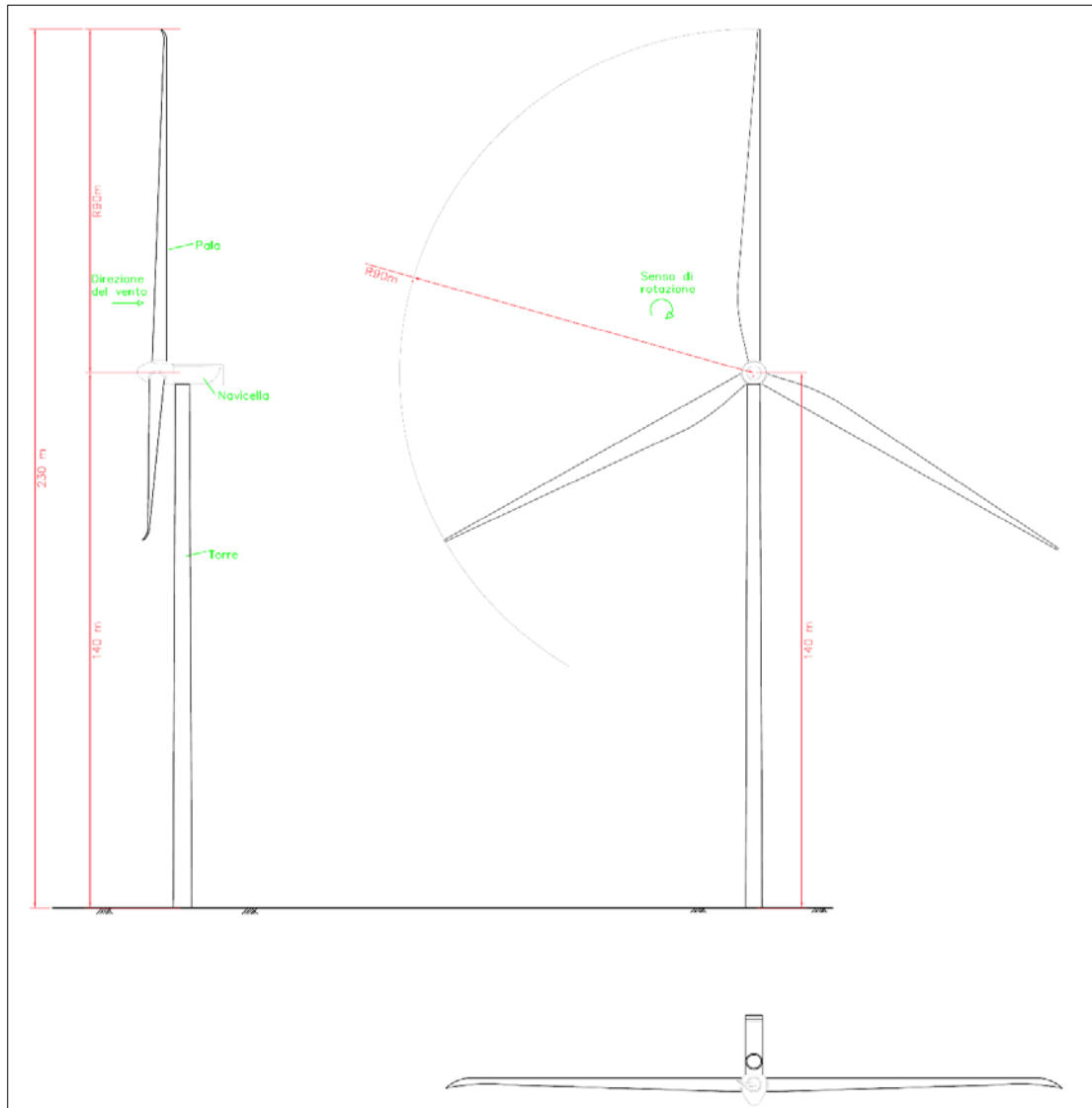
Altezza mozzo: fino a 140 m.

Diametro rotore: fino a 180 m.

potenza massima unitaria: fino a 6,2 MW



Caratteristiche Aerogeneratore tipo.



Aerogeneratore tipo: prospetto laterale, prospetto frontale e pianta.

Il generatore tipo da utilizzare sarà a tre eliche, ad asse orizzontale e con generatore elettrico asincrono, del tipo trifase, con potenza nominale fino a 6.200 kW della tipologia fino a 180 m di diametro e fino a 140 m di altezza al mozzo.

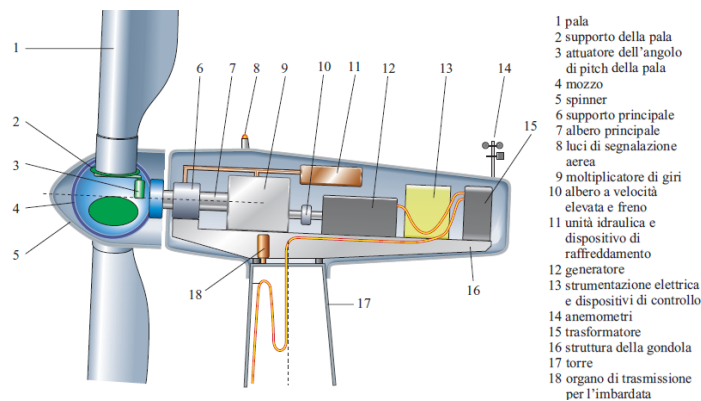
La definizione esatta del tipo di macchina sarà fatta in sede di definizione puntuale dell'impianto.

La scelta del tipo di generatore, comunque, non varia la tipologia del sistema costruttivo-tecnologico, costituito da:

- **opere di fondazione**, nello specifico di tipo indirette, su pali, dimensionate sulla base delle risultanze geotecniche del sito. In particolare, la fondazione sarà eseguita con un plinto a base circolare con diametro di circa 36 m, ancorato a un numero adeguato di pali, di tipo trivellato, infissi nel terreno ad una profondità variabile tra 25-40 m. Le caratteristiche strutturali saranno definite in fase esecutiva (vedi *Relazione preliminare plinto di fondazione*);
- **torre**, composta da un cilindro in acciaio di altezza fino a 140 m. Il cilindro tubolare sarà formato da più conci, montati in sito, fino a raggiungere l'altezza voluta. All'interno del tubolare saranno inserite la scala di accesso alla navicella e il cavedio in cui correranno i cavi elettrici necessari al vettoriamento dell'energia. Alla base della torre, dove una porta

consentirà l'accesso all'interno, nello spazio utile, sarà ubicato il quadro di controllo che, oltre a consentire il controllo da terra di tutte le apparecchiature della navicella, conterrà l'interfaccia necessaria per il controllo remoto dell'intero processo tecnologico;

- **navicella**, costituita da un involucro in vetroresina, conterrà tutte le apparecchiature necessarie al funzionamento elettrico e meccanico dell'aerogeneratore. In particolare, includerà la turbina che, azionata dalle eliche, con un sistema di ingranaggi e riduttori oleodinamici trasmetterà il moto al generatore elettrico. Oltre ai dispositivi per la produzione energetica, nella navicella saranno ubicati anche i motori che consentono il controllo della posizione della navicella e delle eliche. La prima può ruotare a 360° sul piano di appoggio navicella-torre; le eliche, invece, possono ruotare di 360° sul loro asse longitudinale.



Esempio degli elementi componenti una navicella tipo.

L'energia prodotta sarà portata ad un trasformatore elettrico, posizionato sempre nella navicella, che porterà il valore della tensione da 400 V (tensione di uscita dal generatore) a 36 kV (tensione di uscita dal trasformatore).

Il tipo di trasformatore è un trifase chiuso ermeticamente con raffreddamento ad olio di silicone, uno speciale olio sintetico con un punto di infiammabilità di oltre 300 °C, che permette il raffreddamento del trasformatore.

I cavi in uscita dal trasformatore, passando all'interno del cavedio ricavato nella torre, arriveranno al quadro MT di smistamento posto alla base della torre e da qui proseguiranno verso la SSE elettrica 36 kV/150 kV;

- **eliche**: le eliche o pale realizzate in *fibra di vetro*, impregnate con resine epossidiche e rinforzate con fibra di carbonio, assicurano leggerezza e non creano fenomeni indotti di riflessione dei segnali ad alta frequenza che percorrono l'etere. Nel caso specifico, la macchina adotta un sistema a tre eliche calettate attorno ad un mozzo, a sua volta fissato all'albero della turbina. Il diametro del sistema mozzo-eliche è fino a 180 m, in funzione della scelta finale del tipo di macchina. Ciascuna pala/elica, in grado di ruotare intorno al proprio asse longitudinale, ad una velocità di rotazione variabile, assume sempre il profilo migliore ai fini dell'impianto del vento. Al *rotore* dell'aerogeneratore tipo, formato da tre pale e avente un diametro fino a 180 m, corrisponde un'area spazzata di 25.434 m². Per il controllo dell'erogazione ci sono tre modalità per la verifica della resa energetica:

- 1) a stallo passivo: il rotore gira ad una velocità costante e le pale non sono regolabili;
- 2) a stallo attivo: il rotore opera ad una velocità costante e le pale sono regolabili;
- 3) a controllo di passo: il rotore gira sia a velocità costante che variabile.

Per ridurre la spinta verso l'alto il bordo di entrata della pala è girato verso il vento. Quando il vento supera i 25 m/s, l'aerogeneratore viene posto fuori servizio perché una velocità di vento superiore potrebbe sottoporre i componenti a una eccessiva sollecitazione.

1.2 Cavidotti MT

L'energia elettrica prodotta da ciascuna torre verrà convogliata al punto di consegna attraverso le linee MT realizzate con cavi interrati. Questa energia, prodotta in loco, verrà poi conferita tutta alla RTN che la utilizzerà smistandola sul territorio nazionale.

Pertanto, si rende necessaria la realizzazione di un cavidotto interrato a 36 kV di tipo entra-esci per collegare i **18 aerogeneratori** tra di loro e questi alla RTN mediante collegamento in antenna definiti da TERNA S.p.A. e collegati secondo le normative tecniche vigenti.

In particolare, il progetto riguarda gli impianti necessari per permettere il collegamento degli aerogeneratori, a valle della sezione di trasformazione BT/MT (interna agli aerogeneratori), fino alla sottostazione di trasformazione MT/AT.

Vista la conformazione del territorio i **18 aerogeneratori** sono stati divisi in **4 gruppi**:

Gruppo A: T01, T02, T03, T04;

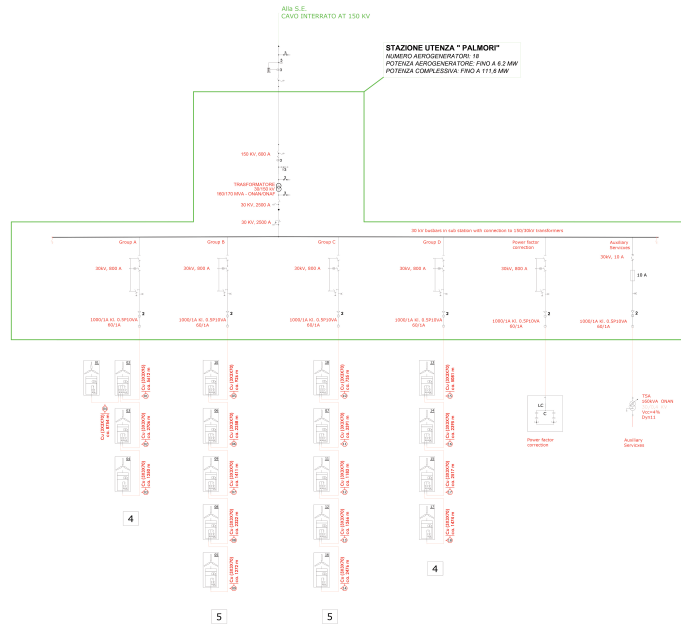
Gruppo B: T06, T09, T05, T10, T08;

Gruppo C: T07, T11, T12, T18, T16;

Gruppo D: T13, T14, T15, T17.

Gli aerogeneratori di ciascun gruppo sono tra loro collegati mediante linea interrata (cavo tripolare MT 30 kV), in configurazione entra-esci.

Dall'ultimo aerogeneratore di ciascun gruppo (cluster), la stessa linea interrata prosegue fino alla *cabina di smistamento MT*.



Schema elettrico unifilare (vedi Tavola T18 "Schema elettrico unifilare").

Il dimensionamento delle linee in cavo si è basato sul criterio della portata in regime permanente con condizioni di carico 100%, secondo quanto prescritto dalle Norme CEI 20-21, e in maniera tale da garantire una caduta di tensione accettabile su ciascuna linea, cosicché la perdita risulti contenuta entro i limiti determinati dalle regolazioni di tensione consentite dai trasformatori; inoltre dovranno sopportare la massima corrente termica in condizioni di corto circuito.

TRATTO	LUNGHEZZA m	SEZIONE CAVO/FASE mm ²	TIPO CAVO
01	5.612	227,49	(3X3X95)
02	2.706	54,85	(3X3X70)
03	1.250	12,67	(3X3X70)
04	8.754	88,71	(3X3X70)
05	926	46,92	(3X3X70)
06	2.258	91,53	(3X3X70)
07	1.411	42,9	(3X3X70)
08	2.322	47,06	(3X3X70)
09	1.272	12,89	(3X3X70)
10	735	37,24	(3X3X70)
11	3.391	137,46	(3X3X70)
12	1.183	35,97	(3X3X70)
13	1.266	25,66	(3X3X70)
14	2.476	25,09	(3X3X70)
15	5.081	205,96	(3X3X70)
16	2.395	72,81	(3X3X70)
17	2.517	51,01	(3X3X70)
18	1.474	14,94	(3X3X70)

Tabella - Lunghezza dei tratti dei cavi, diametro effettivo dei cavi e scelta del cavo relativa alla grandezza del diametro stesso.

La perdita di tensione stimata nelle singole sezioni è inferiore al 2%

U max: 36 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics			Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics		
Formazione	Ø nominale cavo	Peso indicativo cavo	Corrente Nominale		
Size	Nominal cable Ø	Approx. cable weight	Current rating		
			A		
n° x mm ²	mm	kg/km	in aria In air	in tubo In duct	interrato* buried*
1 x 70	36,9	1258,0	239	189	232
1 x 95	38,4	1389,0	288	222	278
1 x 120	40,0	1535,0	332	259	320
1 x 150	41,4	1673,0	379	290	354
1 x 185	43,3	1863,0	433	322	405
1 x 240	45,8	2134,0	513	386	468
1 x 300	48,1	2399,0	590	440	526
1 x 400	51,5	2812,0	685	510	605
1 x 500	55,2	3299,0	803	587	684
1 x 630	58,7	3876,0	933	680	794
1 x 800	63,9	4659,0	1075	772	899

Caratteristiche tecniche e caratteristiche elettriche dei cavi MT - Fonte brochure ComCavi Multimedia, Renewable Supplies - Solution for your needs, p. 41.

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione	Resistenza elettrica in CC a 20°C	Resistenza elettrica CA a 90°C	Induttanza	Reattanza a 50Hz	Capacità a 50Hz	Corrente di carica a 50Hz	Perdite nel dielettrico a 50Hz	Corrente di corto circuito del conduttore per 1 sec.	Corrente di corto circuito dello schermo metallico per 1 sec.
Size	Max. DC electrical resistance at 20°C	Max. AC electrical resistance at 90°C	Inductance	Reactance at 50Hz	Capacitance at 50 Hz	Charging Current at 50 Hz	Dielectric Losses at 50 Hz	Conductor Short Circuit Current for 1 sec.	Metallic Screen Short Circuit Current for 1 sec.
n° x mm²	Ω/Km	Ω/Km	mH/Km	Ω/Km	μ/Km	Amp/Km	W/Km/phase	kA	kA
1 x 70	0,443	0,5682	0,4592	0,1443	0,1595	0,9019	64,94	6,6	2,2
1 x 95	0,32	0,4106	0,4387	0,1378	0,1742	0,9851	70,93	9	2,3
1 x 120	0,253	0,3248	0,4235	0,1330	0,1878	1,0621	76,47	11,3	2,4
1 x 150	0,206	0,2646	0,4095	0,1286	0,2013	1,1385	81,97	14,2	2,5
1 x 185	0,164	0,211	0,3957	0,1243	0,2177	1,2309	88,62	17,5	2,7
1 x 240	0,125	0,1612	0,3797	0,1193	0,2396	1,355	97,56	22,7	2,8
1 x 300	0,1	0,1295	0,3675	0,1155	0,2615	1,4786	106,46	28,3	3,1
1 x 400	0,0778	0,1015	0,3495	0,1098	0,2898	1,639	118,01	37,8	3,3
1 x 500	0,0605	0,0799	0,3368	0,1058	0,3228	1,8255	131,43	47,2	3,7
1 x 630	0,0469	0,0632	0,3257	0,1023	0,3538	2,0007	144,05	59,5	3,9
1 x 800	0,0367	0,0512	0,3116	0,0979	0,4006	2,2655	163,11	75,6	4,7

Caratteristiche tecniche e caratteristiche elettriche dei cavi MT - Fonte: brochure *ComCavi Multimedia, Renewable Supplies - Solution for your needs*, p. 41.

1.2.1. Tipologia dei cavi MT

I cavi che si pensa di adottare sono del tipo **ARE4H5EX 12/20 kV - 18/30 kV**.

RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti/ <i>Construction and specifications</i>	IEC 60228 IEC 60502-2
Propagazione fiamma/ <i>Flame propagation</i>	IEC 60332-1
Misura delle scariche parziali/ <i>Measurement of partial discharges</i>	IEC 60885-3
Direttiva RoHS/ <i>RoHS Directive</i>	2011/65/CE



Cavi Media Tensione per impianti eolici - Fonte: brochure *ComCavi Multimedia, Renewable Supplies - Solution for your needs*, p. 4

1.2.2. Caratteristiche Funzionali

- *Tensione nominale U_0/U : 12/20 kV (24) - 18/30 kV (36);*
- *Temperatura massima di esercizio: 90 °C;*
- *Temperatura massima di corto circuito: 250 °C;*
- *Raggio minimo di curvatura consigliato: 20 volte il diametro del cavo;*
- *Temperatura minima di posa: - 25 °C.*

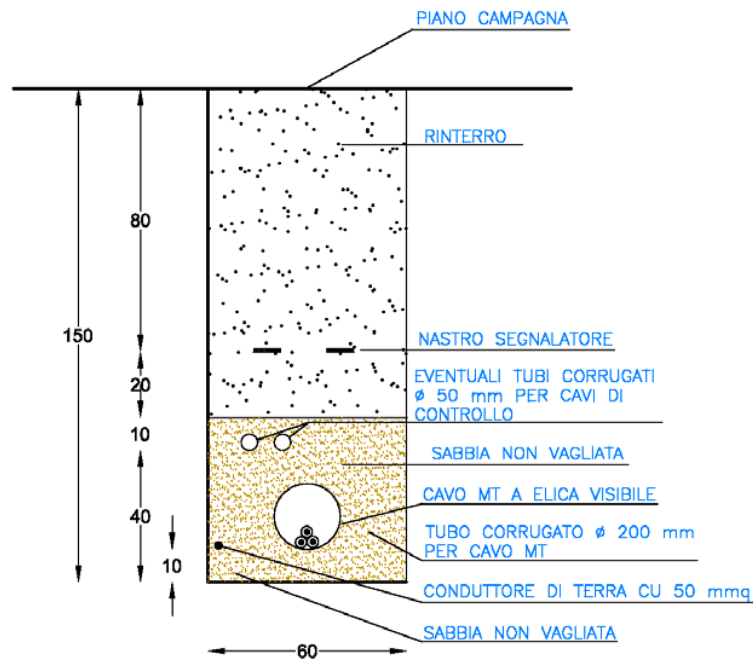
I cavi utilizzati saranno del tipo con conduttori in corda rigida compatta di alluminio, con isolamento in polietilene reticolato (XPLE), provvisti di due strati semiconduttivi interni ed esterni all'isolante primario. Lo schermo metallico sarà costituito da un nastro di alluminio laminato e la guaina esterna è costituita da polietilene a media densità (MDPE) di colore rosso.

	CONDUTTORE Materiale: Alluminio, corda rigida compatta, classe 2
	SCHERMO DEL CONDUTTORE Mescola Semiconduttiva Estrusa Termoindurente
	ISOLAMENTO Materiale: XLPE
	STRATO SEMICONDUITIVO Mescola Semiconduttiva Estrusa Termoindurente (saldato)
	NASTRO WATER BLOCKING Nastro semiconduttivo per bloccare l'umidità
	SCHERMO Tipo: Nastro di alluminio laminato
	GUAINA ESTERNA Materiale: MDPE (ST7) Colore: Rosso

1.2.3.Posa in opera del cavo MT

La modalità di posa in opera del cavo può essere in aria libera o interrata, in tubo o canale. I suddetti cavi saranno interrati ad una profondità di circa 1,5 - 2 m, e la posa sarà effettuata realizzando una trincea a sezione costante di circa 60 cm di larghezza (minima), ponendo sul fondo dello scavo, opportunamente livellato un letto sabbia fine di 10 cm o di terreno escavato se dalle buone caratteristiche geomeccaniche. Sul fondo dello scavo sarà posato il conduttore di protezione costituito da una corda di rame stagnata di sezione pari a 50 mm² o in alluminio di sezione equivalente; tale conduttore sarà interamente ricoperto dalla terra compattata. Al di sopra di tale strato si poseranno quindi le terne di conduttori a media tensione. I cavi saranno poi ricoperti da uno strato di circa 10 cm di terra vagliata e compattata. Al di sopra di tale strato saranno posate, per tutta la lunghezza dello scavo ed in corrispondenza dei cavi, delle beole con la funzione di protezione da eventuali colpi di piccone o altro attrezzo da scavo, in caso di dissotterramenti futuri, nonché quella di indicare la posizione dei cavi stessi. Dopo la posa delle beole, si procederà al rinterro dello scavo con la terra proveniente allo scavo stesso debitamente compattata, fino ad una quota inferiore di 15 cm al piano campagna. A tale quota si poserà quindi, una rete di plastica rossa o altro mezzo indicativo simile (nastri plastificati rossi, etc.) atto a segnalare la presenza dei cavi sottostanti.

Se il percorso risulta posizionato su terreno vegetale, lo scavo sarà completato con altro terreno vegetale, proveniente dallo scavo stesso, fino alla quota del piano campagna. In caso di attraversamenti stradali o di percorsi lungo una strada, la trincea di posa verrà realizzata secondo le indicazioni dei diversi Enti Gestori (Amm.ne Comunale e/o Provinciale). Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con l'infissione periodica - ogni 50 m - di cartelli metallici indicanti l'esistenza dei cavi a MT sottostanti. Tali cartelli potranno essere eventualmente, sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (profondità di posa, tensione di esercizio). Ogni 500 m, o a una distanza diversa, dipendente dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle camere cavi, costituite da *pozzetti di ispezione* 80 cm x 80 cm, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi.



Sezione tipo di un cavo MT di settore.

Lo schermo dei cavi a MT in alluminio laminato non può essere usato come conduttore di terra per altre parti dell'impianto. Ai sensi della CEI 11-27 gli schermi dei cavi MT saranno sempre aterrati alle estremità e possibilmente nella mezzeria del tratto più lungo, collegandoli alla corda di terra presente nello scavo.

Inoltre, la sottostazione sarà dotata di interruttori MT separati per i vari gruppi di generazione, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo e trasformatori di misura. Gli interruttori MT forniranno la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi e dai guasti a terra. Sarà presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione.

Infine, la protezione di interfaccia, che ha lo scopo di separare i gruppi di generazione a MT dalla rete di trasmissione AT, in caso di malfunzionamento della rete stessa, sarà garantita dalla presenza di rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omeopolare.

1.3.Cavidotto AT

Oggetto del presente capitolo è il collegamento AT dalla Stazione d'Utenza (SSE) alla Stazione di Rete della RTN, situata in *Località Pàlmori* nel Comune di Lucera (Fg). La stazione di trasformazione MT/AT verrà realizzata a circa 26000 m dalla Stazione Terna s.p.a.

Il tracciato del cavidotto MT, che interessa tutte strade esistenti e asfaltate, si estende nella sua lunghezza totale per **36629m**, mentre il cavidotto esterno AT per **26.264,19m**.

L'elettrodotta sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in rame,

isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene e progettato in modo tale da recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 500 mm².

La Normativa che regola la progettazione dell'elettrodotto è il *D.M. 21.03.1988*, regolamento di attuazione della *Legge n. 339 del 28.06.1986*, per quanto applicabile, oltre alle *Norme CEI 11-17* e ss.mm.ii. Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima dell'impianto.

Se si considera il funzionamento a $\cos\phi$ pari a 0,95, poiché l'impianto è costituito da **18** aerogeneratori di potenza pari a **6,2 MW**, si ha:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos\phi} = 453 \text{ A}$$

Dalle tabelle dei cavi, per un cavo di sezione pari a **500 mm²** e per le condizioni standard da catalogo (resistività termica del terreno: 1 Km/W; profondità di posa: 1,2 m; temperatura del cavo: 90°C; frequenza elettrica: 50 Hz), considerando la posa a trifoglio, otteniamo un valore di corrente massima I_0 pari **453 A**.

Valori indicativi della resistività termica di alcuni materiali e i coefficienti di correzione della portata K_4 per resistività termica del terreno diversa da 1 Km/W.

Dove:

I_0 = portata per posa interrata ad una temperatura di 20°C per cavi isolati multipolari o unipolari, ad una profondità di posa di 1,2 m e resistività termica del terreno di 1 Km/W.

La resistività del terreno non sempre è di facile valutazione; per il calcolo si è assunto un valore pari a circa 1,2 Km/W.

K_1 = fattore di correzione per temperature diverse da 20 °C;

K_2 = fattore di correzione per gruppi di più circuiti affiancati sullo stesso piano;

K_3 = fattore di correzione per profondità di posa diverse da 1 m;

K_4 = fattore di correzione per terreni con resistività termica diversa da 1 Km/W.

$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$ = portata massima corretta.

Table 8

Rating factor for laying depth	
Laying depth, m	Rating factor
0.50	1.10
0.70	1.05
0.90	1.01
1.00	1.00
1.20	0.98
1.50	0.95

Table 9

Rating factor for ground temperature								
Conductor temperature, °C	Ground temperature, °C							
	10	15	20	25	30	35	40	45
90	1.07	1.04	1	0.96	0.93	0.89	0.84	0.80
65	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.74	0.66

Table 10

Rating factor for ground thermal resistivity							
Thermal resistivity, Km/W	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
Rating factor	1.14	1.00	0.93	0.84	0.74	0.67	0.61

Tabella coefficienti correttivi.

Tanto più elevata è la resistività termica del terreno, tanto maggiore diventa la difficoltà del cavo a smaltire il calore attraverso gli strati del terreno.

La resistività termica varia a seconda del tipo di terreno e del suo grado di umidità; correggendo i valori della portata con le condizioni di posa considerate, si ottiene:

- $K1 = 1$;

- $K2 = 1$;

- $K3 = (1/0,98) \times 0,95 = 0,97$;

- $K4 = 0,93$;

- $I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4 = 408,6513 \text{ A}$ (portata massima corretta).

Da cui si evince che la sezione selezionata è adeguata al trasporto della potenza richiesta. Di seguito sono riassunte le caratteristiche elettriche principali del collegamento:

- Frequenza nominale: **50 Hz**
- Tensione nominale: **150 KV**
- Potenza nominale dell'impianto eolico da collegare: **111,6 MW**
- Intensità di corrente nominale I_0 (per fase): **453 A**
- Intensità di corrente massima I_z nelle condizioni di posa (per fase): **408,6513A**

In base ai calcoli precedentemente effettuati, ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in rame compatto di sezione indicativa pari a circa **500 mm²**.

1.3.1. Tipologia di cavo AT



Cavo AT.

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 500 m l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di opportune buche giunti che avranno una configurazione come descritto in allegato. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo, in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto.

Cross-section of conductor	Diameter of conductor	Insulation thickness	Diameter over insulation	Cross-section of screen	Outer diameter of cable	Cable weight (Al-conductor)	Cable weight (Cu-conductor)	Capacitance	Charging current per phase at 50 Hz	Inductance		Surge impedance
										•••	••••	
mm ²	mm	mm	mm	mm ²	mm	kg/m	kg/m	μF/km	A/km	mH/km	mH/km	Ω
Table 31												
Single-core cables, nominal voltage 150 kV ($U_m = 170$ kV)												
240	18	21.0	61.7	95	74.0	5.2	6.7	0.12	3.3	0.47	0.65	45.3
300	20.5	20.0	62	95	74.0	5.3	7.2	0.13	3.6	0.45	0.62	41.3
400	23.1	19.0	62.8	95	75.0	5.6	8.1	0.15	4.1	0.42	0.60	36.5
500	26.4	18.0	64.4	95	76.0	5.9	9.0	0.17	4.6	0.40	0.58	32.4
630	30.2	17.0	66.0	95	78.0	6.3	10.2	0.19	5.2	0.38	0.55	28.7
800	33.7	17.0	69.9	95	83.0	7.1	12.1	0.21	5.7	0.37	0.54	26.4
1000	37.9	17.0	74.1	95	87.0	8.0	14.2	0.23	6.2	0.35	0.52	24.1
1200	44	17.0	82.0	95	94.0	9.0	16.5	0.26	7.1	0.34	0.50	21.9
1400	49	17.0	87.0	95	101.0	10.3	19.0	0.28	7.6	0.33	0.48	20.3
1600	52	17.0	90.0	95	105.0	11.1	21.0	0.29	8.0	0.33	0.48	19.5
2000	56	17.0	94.0	95	109.0	12.5	24.9	0.31	8.4	0.32	0.47	18.3
2500	66	17.0	104.0	95	120.0	14.8	30.3	0.35	9.5	0.31	0.41	16.1
3000	72	17.0	110.0	95	126.0	16.7	35.3	0.38	10.2	0.31	0.39	14.9

Caratteristiche elettriche dei cavi.

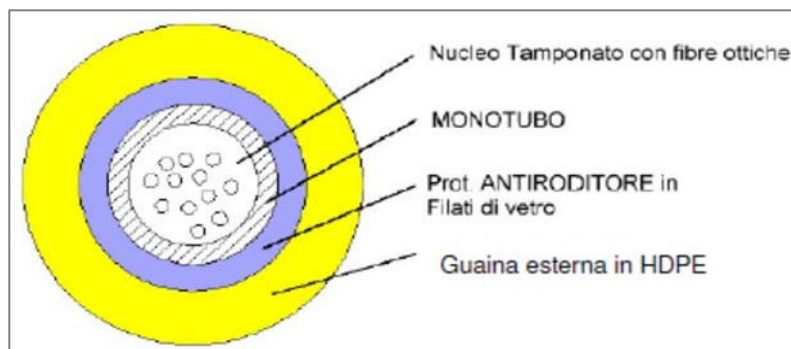
Dimensions/Cross Section		
Conductor, AL/Cu, round, stranded, diameter	mm	72
XLPE insulation	mm	17
Screen, copper wire, cross section	mm ²	95
Outer diameter	mm	126
Cable weight (Cu)	kg/m	35
Permissible pulling force (Cu)	kN	140
Bending radius during laying at terminations	m	3,0
Electrical Data		
Al conductor DC resistance at 20°C	Ω/km	0,0060

Al conductor AC resistance at 90°C	Ω/km	0,0119
Field strength at U ₀ at conductor screen	kV/mm	8,2
Capacitance per core	nF/km	0,38
Inductance	mH/km	0,31
Current Ratings/Power Ratings (continuous load)		
Cu conductor cables	A/MVA	1950/5

Caratteristiche tecniche del cavo AT adottato.

Tali dati potranno subire adattamenti, in tutti i casi non essenziali, dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

Il sistema di telecomunicazioni per la trasmissione dati alla Stazione Elettrica di TERNA, sarà realizzato all'interno del territorio comunale di Lucera (Fg). Esso sarà costituito da un cavo con 12 o 24 fibre ottiche. Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.



Sezioni dei cavi a fibre ottiche.

1.3.2.Posa in opera del cavo AT

La modalità di posa in opera del cavo terrà conto degli attraversamenti di eventuali opere interferenti, eseguiti in accordo a quanto previsto dalla *Norma CEI 11-17*.

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0.3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per la trasmissione dati. Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela opportuna di sabbia vagliata. Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici. I cavi aventi la stessa tensione possono essere posati alla stessa profondità, ad una distanza di circa 3 volte il loro diametro nel caso di posa diretta.

Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione. Negli incroci il cavo elettrico, di regola, deve essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione. La distanza fra i due cavi non deve essere inferiore 0,30 m ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, mediante un dispositivo di protezione identico a quello previsto per i parallelismi. Tali dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta per il cavo situato superiormente. Non è necessario osservare le prescrizioni sopraindicate quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi.

Parallelismo tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione. Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione, i cavi elettrici devono di regola essere collocati alla maggiore distanza possibile fra loro e, quando vengono posati lungo la stessa strada, devono posizionarsi possibilmente ai lati opposti di questa. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non sia possibile attuare quanto sopra è ammesso posare i cavi in vicinanza purché sia mantenuta tra i due cavi una distanza minima, in proiezione sul piano orizzontale, non inferiore a 0.30 m. Qualora detta distanza non possa essere rispettata è necessario applicare sui cavi uno dei seguenti dispositivi di protezione:

- Cassetta metallica zincata a caldo;
- Tubazione in acciaio zincato a caldo;
- Tubazione in PVC o fibrocemento, rivestite esternamente con uno spessore di cls non inferiore a 10 cm.

I predetti dispositivi possono essere omessi sul cavo posato alla maggiore profondità quando la differenza di

quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0.15 m. Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la parte interessata, in appositi manufatti (tubazione, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e rendono possibile la posa e la successiva manutenzione, senza la possibilità di effettuare scavi.

Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni oppure strutture metalliche interrate.

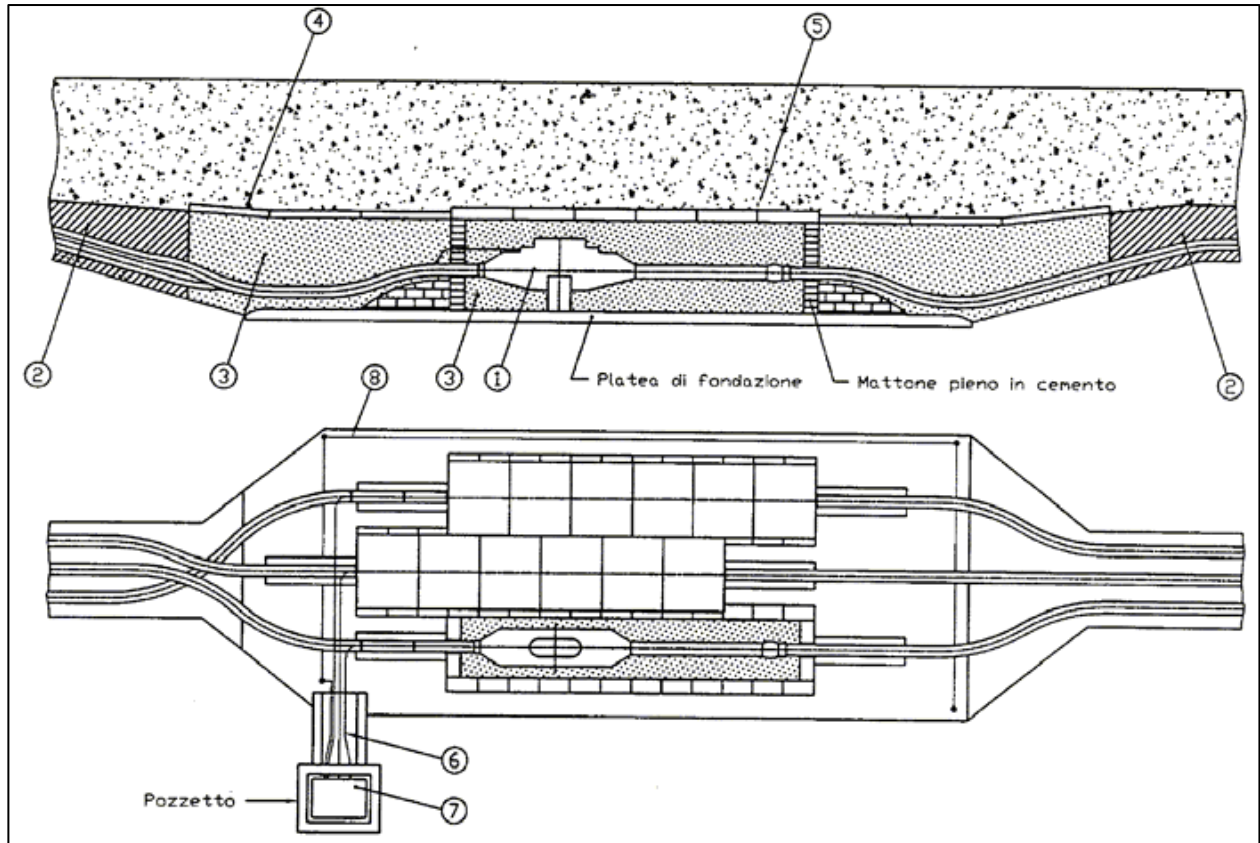
La distanza in proiezione orizzontale tra cavi elettrici e tubazioni metalliche interrate parallelamente ad esse non deve essere inferiore a 0.30 m. Si può, tuttavia, derogare dalla prescrizione suddetta previo accordo tra gli esercenti quando:

1. la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0.50 m;
2. tale differenza è compresa tra 0.30 m e 0.50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubi convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro tipo di posa è invece consentito, previo accordo tra gli Enti interessati, purché il cavo elettrico e la tubazione non siano posti a diretto contatto fra loro. Le superfici esterne di cavi d'energia e tubazioni metalliche interrate non devono essere posizionate sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni stesse. Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio. Nessuna prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi elettrici e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0.50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0.30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0.30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore, non metallico (ad esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0.30 m di larghezza ad essa periferica. Le distanze suddette possono ulteriormente essere ridotte, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in un manufatto di protezione non metallico. Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare prescrizioni sul distanziamento.

La realizzazione dell'opera avverrà per *fasi sequenziali di lavoro* che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato (circa 500 m) della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio.

Buca giunti.



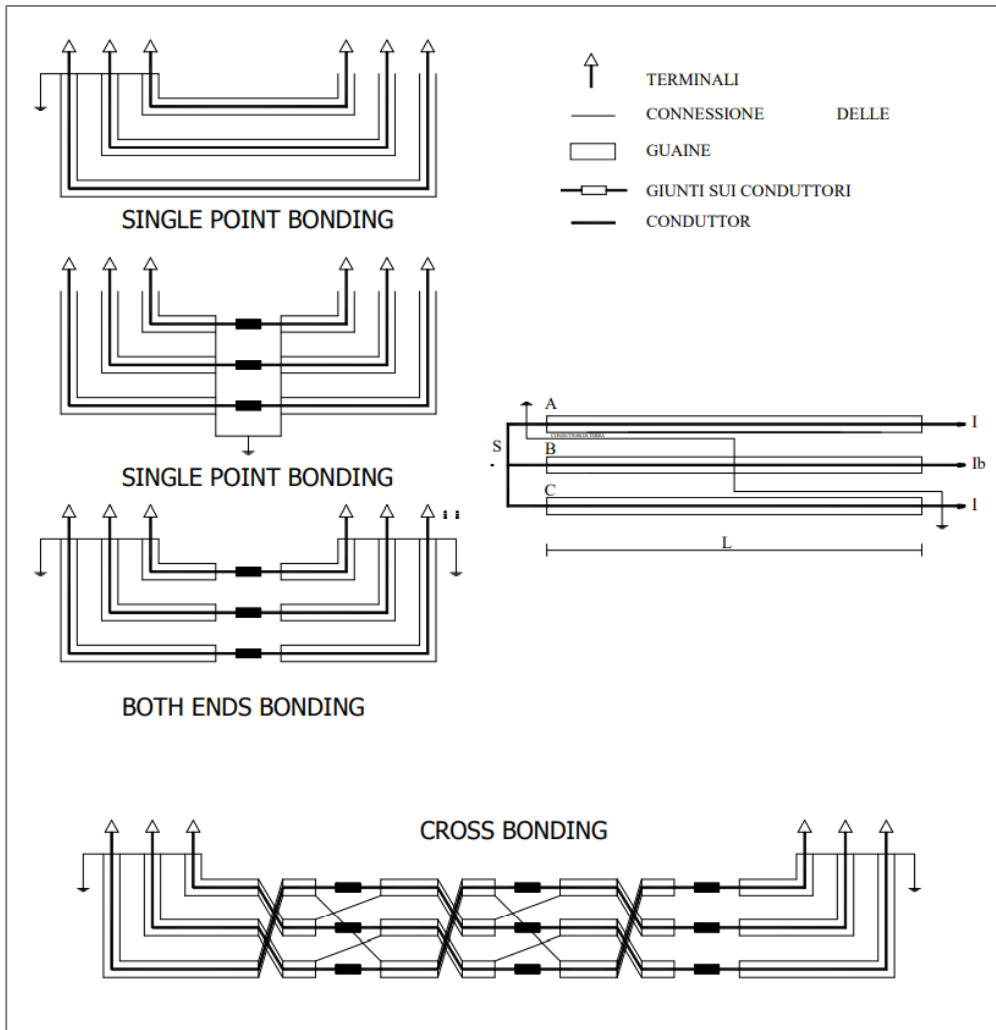
Descrizione dei materiali

1. Giunti unipolari sezionati GMS 1170/1245
2. Cemento Magro
3. Sabbia a bassa resistività
4. Lastra protezione cavi
5. Lastra protezione giunti
6. Cavo concentrico
7. Cassetta sezionamento guaine
8. Collegamento di messa a terra guaine metalliche

Dimensioni standard della buca giunti sezionati

- Lunghezza 8 m

- Larghezza 2,5 m
- Profondità 2 m



Schema connessione delle guaine metalliche.

In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini.

In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario, in particolare per tratti interni ai centri abitati e in corrispondenza di attraversamenti, si potrà procedere anche con modalità diverse da quelle su esposte.

In particolare si evidenzia che in alcuni casi sarà necessario procedere con:

- posa del cavo in tubo interrato;

- staffaggio su ponti o strutture preesistenti;
- perforazione teleguidata;
- realizzazione manufatti per attraversamenti corsi d'acqua;

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

Si evidenzia che l'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore.

1.4. Stazione di utenza

L'allacciamento di un campo eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è subordinato alla richiesta di connessione alla rete da presentare al Gestore o in alternativa all'ente distributore, qualora la rete non faccia parte della rete di trasmissione nazionale.

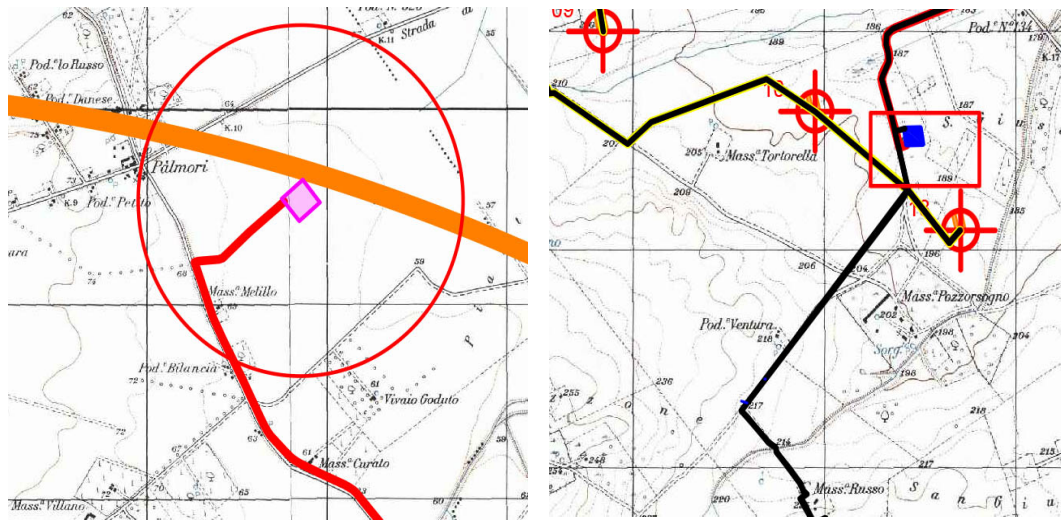
Sostanzialmente, possono presentarsi due casi:

- la connessione alla RTN o alla rete di distribuzione avviene attraverso una stazione esistente;
- la connessione avviene realizzando una *nuova stazione elettrica* (caso in esame).

Gli Enti suddetti definiscono i requisiti e le caratteristiche di riferimento delle nuove stazioni elettriche, poiché ovviamente esse devono essere compatibili con la rete esistente, oltre alle dimensioni delle stesse nel caso in cui debbano avere future espansioni.

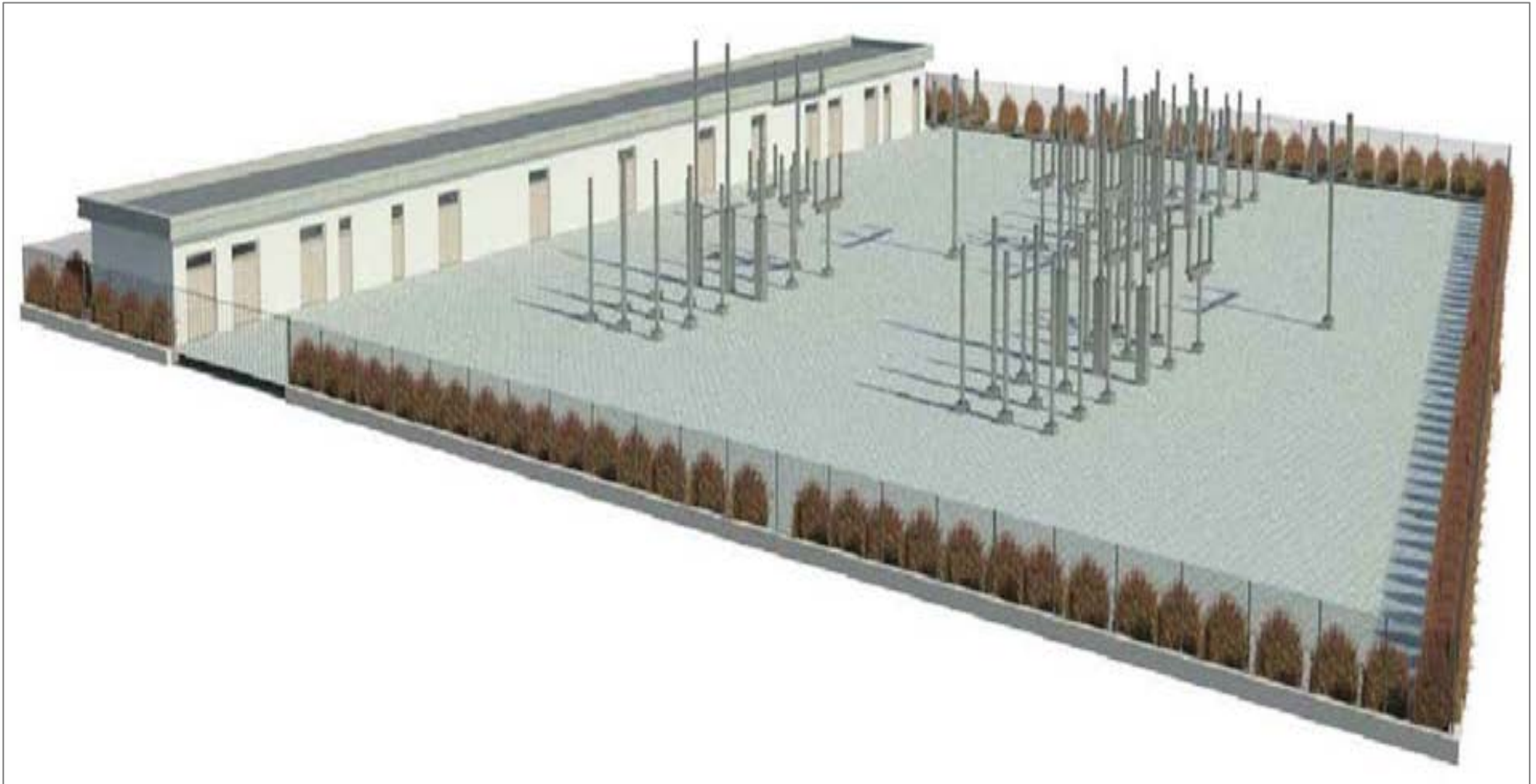
Per il campo eolico *Celone* il Gestore prescrive che l'impianto debba essere collegato con la sezione a 150 kV della Stazione Elettrica di TERNA, attraverso la realizzazione di una stazione elettrica di utenza che serve a concentrare l'energia prodotta dagli aerogeneratori per trasformarla in alta tensione a 150 kV e per il successivo smistamento alla Stazione di Rete. Entrambe le stazioni (Stazione Elettrica di Terna e Stazione Utenza) dell'impianto sono ubicate nei pressi di località "*Palmori*", nel Comune di Lucera (FG).

Per il dimensionamento della stazione e la definizione delle modalità di connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) si è fatto riferimento al Codice di Rete di TERNA S.p.A. e, in particolare, alla *Guida agli schemi di connessione* (N° INSIX.1000 Rev.00 del 23.05.2000).



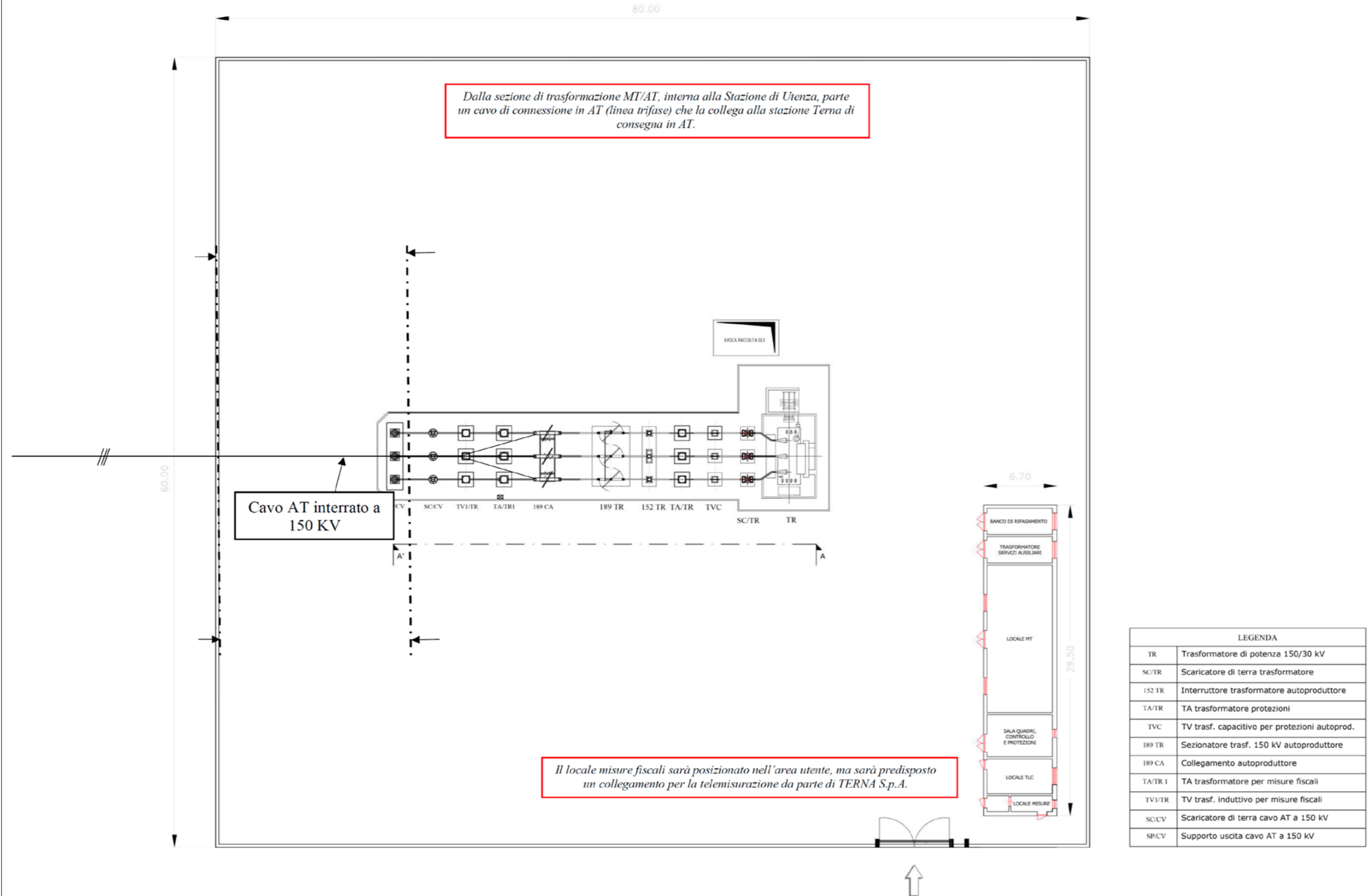
Inquadramento territoriale stazioni elettriche: in magenta la Stazione Tema S.p.a.; in blu la Stazione di Utenza del parco eolico Celone.

La stazione di utenza, ubicata all'interno di un'area recintata di circa 80 m x 60 m, il trasformatore MT/AT e tutta la sezione impiantistica in AT a 150 kV, sono posizionati all'aperto, mentre le sezioni MT e BT all'interno di un manufatto in muratura ordinaria e/o strutture prefabbricate leggere, avente le seguenti dimensioni complessive di 29,50 m x 6,70 m con altezza interna di 3 m, suddiviso in vari locali funzionali: locale quadri MT; locale trasformatore MT/BT per servizi ausiliari di cabina; locale misure; locale sistema di telecontrollo.



Esempio in 3D di una stazione elettrica di utenza.

PLANIMETRIA GENERALE



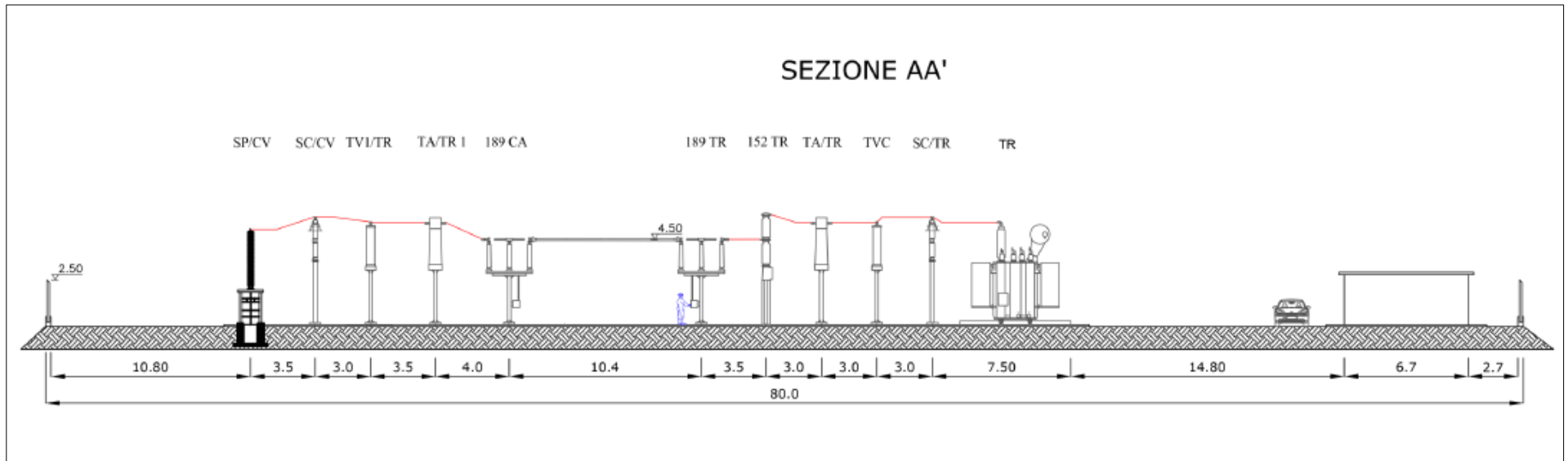
Dalla sezione di trasformazione MT/AT, interna alla Stazione di Utenza, parte un cavo di commessione in AT (linea trifase) che la collega alla stazione Terna di consegna in AT.

Cavo AT interrato a 150 KV

Il locale misure fiscali sarà posizionato nell'area utente, ma sarà predisposto un collegamento per la telemisurazione da parte di TERN A S.p.A.

LEGENDA	
TR	Trasformatore di potenza 150/30 kV
SC/TR	Scaricatore di terra trasformatore
152 TR	Interruttore trasformatore autoproduttore
TA/TR	TA trasformatore protezioni
TVC	TV trasf. capacitivo per protezioni autoprod.
189 TR	Sezionatore trasf. 150 kV autoproduttore
189 CA	Collegamento autoproduttore
TA/TR 1	TA trasformatore per misure fiscali
TVI/TR	TV trasf. induttivo per misure fiscali
SC/CV	Scaricatore di terra cavo AT a 150 kV
SP/CV	Supporto uscita cavo AT a 150 kV

Stazione di Utenza, pianta.



Stazione di Utenza, Sezione A-A'.

La stazione di utenza presenterà, quindi, una sezione AT a 150 kV ed una sezione MT a 30 kV.

Le principali distanze di progetto sono quelle di seguito riportate:

- A. distanza fra le apparecchiature e i conduttori pari ad almeno 3m;
- B. larghezza degli stalli pari a 11 m;
- C. distanza minima dei conduttori da terra pari a 4,5 m.

I conduttori utilizzati per il collegamento delle apparecchiature elettromeccaniche (per le stazioni) saranno i seguenti:

- I. tubo in lega Al Ø 100/86 mm;
- II. corda in Al Ø 36 mm.

In considerazione delle caratteristiche dimensionali delle opere costituenti la stazione di utenza, si ritiene che le fondazioni potranno essere, di norma, di tipo diretto poggianti sulla formazione *in posto*.

Tutte le basi di sostegno dei tralicci in calcestruzzo, per l'alloggiamento delle apparecchiature elettriche necessarie per la costruzione della sottostazione in esame, si realizzeranno con tirafondi in acciaio zincato.

L'illuminazione della stazione sarà realizzata con pali tradizionali di tipo stradale, con proiettori orientabili.

Le aree in cui verranno posizionate le apparecchiature elettriche saranno riempite con materiale drenante (tipo ghiaia), al cui contorno saranno posizionati i cordoli di delimitazione in c.l.s. armato prefabbricato.

Tutte le restanti superfici, carrabili e non, verranno asfaltate con un primo strato di binder ed un tappetino di usura e si troveranno a quota inferiore rispetto al piano di installazione delle apparecchiature elettriche.

Per la raccolta delle acque piovane si provvederà a realizzare il piazzale con pendenze tali da permettere il naturale scolo delle stesse verso l'apposito impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Condizioni ambientali di riferimento

- Valore minimo temperatura ambiente all'interno: -5°C
- Valore minimo temperatura ambiente all'esterno: -25°C
- Temperatura ambiente di riferimento per la portata delle condutture: 30°C
- Grado di inquinamento: III
- Irraggiamento: 1.000 W/m²
- Altitudine e pressione dell'aria: poiché l'altitudine è inferiore ai 1.000 m s.l.m., non si considerano variazioni della pressione dell'aria
- Umidità all'interno: 95%

- Umidità all'esterno: fino al 100% per periodi limitati.
- Classificazione sismica (NTC 14/01/2008): zona 2
- Accelerazione orizzontale massima: 0,15 - 0,25g.

Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo

La stazione sarà controllata da un *sistema centralizzato di controllo* (in sala quadri) e un *sistema di telecontrollo* (da una o più postazioni remote) collegati con cavi tradizionali multifilari alle apparecchiature di alta tensione dello stallo e con cavi a fibre ottiche alla sala quadri centralizzata. Essi hanno la funzione di provvedere al comando, al rilevamento segnali e misure e alla protezione dello stallo, agli interblocchi tra le apparecchiature di stallo e tra queste e apparecchiature di altri stalli, all'elaborazione dei comandi in arrivo dalla sala quadri e a quella dei segnali e misure da inoltrare alla stessa, alle previste funzioni di automazione dello stallo, all'oscilloperturbografia di stallo e all'acquisizione dei dati da inoltrare al registratore cronologico di eventi.

Dalla *sala quadri centralizzata* è possibile il controllo della stazione qualora venga a mancare il sistema di teletrasmissione o quando questo è messo fuori servizio per manutenzione. In sala quadri la situazione dell'impianto (posizione degli organi di manovra), le misure e le segnalazioni sono rese disponibili su un display video dal quale è possibile effettuare le manovre di esercizio.

Per le esigenze del *Sistema di controllo di TERNA*, si installeranno le apparecchiature necessarie al prelievo ed alla trasmissione delle seguenti informazioni:

Telemisure

- misura della tensione sulle sbarre 150 kV;
- misura della potenza attiva, della potenza reattiva e della corrente sul montante di ingresso a 150 kV;
- misura della potenza attiva e reattiva sul montante a 150 kV dei 2 trasformatori 150/30 kV.

Telesegnali

- stato del sezionatore del montante con lo stato degli interruttori dei trasformatori AT;
- stato dell'interruttore AT sui tre trasformatori.

Le informazioni saranno trasmesse alla Sala Controllo Nazionale di Roma.

Servizi ausiliari in c.a. (corrente alternata) e c.c. (corrente continua)

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadro MT (costituito da due semiquadri);
- trasformatori MT/BT;
- quadro BT centralizzato di distribuzione (costituito da due semiquadri).

Le principali utenze in c.a. sono: pompe dei trasformatori, motori interruttori e sezionatori, raddrizzatori, illuminazione esterna ed interna, scaldiglie, ecc.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è, invece, costituito da:

- batteria;
- raddrizzatori;
- quadro di distribuzione centralizzato;
- quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

I servizi ausiliari (s.a.) in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone, con una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore. Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi vengono commutati automaticamente sull'altro.

I s.a., inoltre, della stazione elettrica di utenza, progettati e realizzati con riferimento agli attuali standard delle Cabine Primarie AT - ENEL, saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivati dalla sezione MT locale ed integrati da un sistema di emergenza che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancata tensione alle sbarre dei quadri principali BT.

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1. In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo, secondo la curva di sicurezza prescritta.

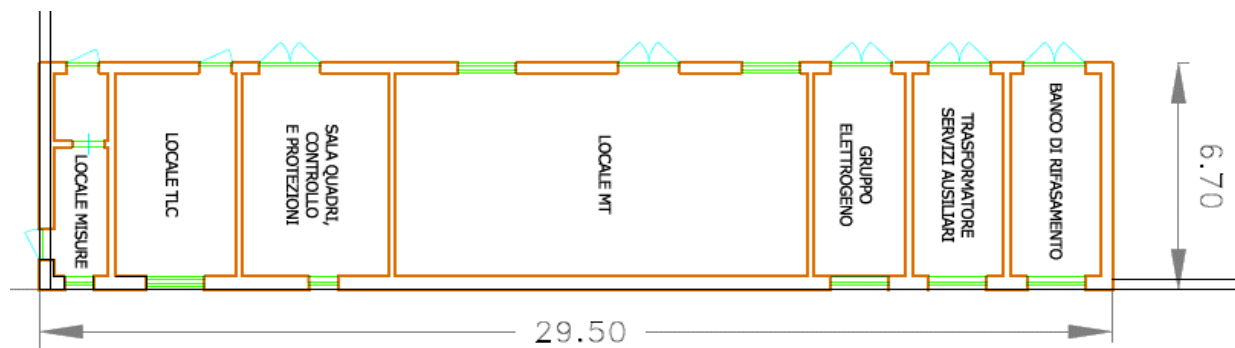
1.5.Opere civili

Fabbricati

I fabbricati, sostanzialmente, sono rappresentati da un *edificio quadri comando e controllo* costituito da un manufatto in muratura ordinaria e/o strutture prefabbricate leggere (di dimensioni: 29,50 x 6,70 x 3 m), composto dai seguenti locali:

- banco di rifasamento;
- trasformatore servizi ausiliari;
- gruppo elettrogeno;
- locale MT;

- sala quadro, controllo e protezioni;
- locale TLC;
- locale misure fiscali.



Pianta edificio quadri di comando e di controllo.

In esso saranno realizzati, in particolare, i seguenti impianti tecnologici:

- illuminazione e prese F.M.;
- riscaldamento, condizionamento e ventilazione;
- rilevazione incendi;
- controllo accessi e antintrusione;
- telefonico.

Fondazioni dei sostegni sbarre e cunicoli cavi

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione, sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; per le sbarre e per le apparecchiature, con esclusione degli interruttori, potranno essere realizzate anche fondazioni di tipo prefabbricato, con caratteristiche uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera.

Esse sono state calcolate in tempi recenti a seguito della redazione del progetto unificato ENEL per le stazioni, e tengono conto di pressioni massime sul terreno pari a 0,8 da N/cm².

In fase di progettazione esecutiva sarà verificata l'adeguatezza delle fondazioni ai sensi della vigente normativa antisismica.

Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli, facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV (materiale rinforzato con fibre a matrice polimerica) con resistenza di 2.000 daN. I cunicoli per cassetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza pari a 5.000 daN.

Strade e piazzole

Le strade interne all'area della stazione saranno asfaltate e di larghezza non inferiore a 4 m; le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive, in caso di guasto a terra sul sistema AT.

Ingressi e recinzioni

Il collegamento dell'impianto alla viabilità ordinaria sarà garantito da una strada di accesso locale, nei pressi di "Palmori" in agro di Lucera (FG), che avrà una larghezza opportuna e sarà realizzata con caratteristiche idonee per qualsiasi tipo di mezzo di trasporto su strada.

Per l'ingresso alla stazione è previsto un cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato e posizionati sul lato N-O della recinzione perimetrale. Quest'ultima sarà conforme alla *Norma CEI 11-1*.

Movimenti di terra

L'area sulla quale dovrà sorgere la nuova stazione è pianeggiante. I movimenti di terra sono pertanto di modestissima entità e legati sostanzialmente alla realizzazione delle fondazioni.

I lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche plano altimetriche e fisico/meccaniche del terreno, consisteranno in un eventuale sbancamento/riporto, al fine di ottenere un piano a circa 60÷80 cm sotto rispetto alla quota del piazzale di stazione. Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e, successivamente, il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento, in fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il suo riutilizzo in sito (vedi Allegato: *Piano preliminare utilizzo materiali di scavo*).

Poiché, per l'esecuzione dei lavori, non saranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti contaminanti (dannosi per rocce e terre, aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali dove siano assenti scarichi e tutte le eventuali altre aree in cui non sia accertata e/o non si sospetti potenziale contaminazione), il materiale scavato a questa scala del progetto sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito; invece, nel caso in cui i campionamenti eseguiti forniscano esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche. In tutti i casi, l'eventuale terreno rimosso in eccesso, sarà conferito in discarica nel rispetto della normativa vigente.

Smaltimento acque meteoriche e fognarie

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.). Lo smaltimento delle acque meteoriche è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere in semplice tubo, da collegare alla rete fognaria, mediante sifone o pozzetti ispezionabili, da un pozzo perdente, da un sistema di sub-irrigazione o altro.

Schede tecniche componentistiche

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m ³) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	1250	2000
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	20	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	50	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1'-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	5	8
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

Interruttore a tensione nominale 150 kV.

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	270
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV,A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150 kV con lame di messa a terra.

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	1250
- orizzontale trasversale (N)	400
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Sezionatori verticali a tensione nominale 150 kV.

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale trasversale (N)	600
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale di 150 kV.

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
Prestazioni(**) e classi di precisione:		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m ³)	da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(**) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di corrente a tensione nominale di 150 kV.

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000/\sqrt{3}}{100/\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura: - C _{pa} (pF) - G _{pa} (μS)	≤(300+0,05 C _n) ≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti: - orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N) - verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	2000 5000

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 150 kV.

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000/√3
Tensione nominale secondaria (V)	100/√3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti: - orizzontale (N) - verticale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044- 2

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 150 kV.

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	110
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	2
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	31,5

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

Scaricatori per tensione nominale a 150 kV.

1.6. Impatto acustico

L'inquinamento acustico potenziale degli aerogeneratori è legato a due tipi di rumore:

- *meccanico*, proveniente dal generatore;
- *aerodinamico*, proveniente dall'interazione pale/vena fluida.

Per quanto riguarda il rumore, in termini di decibel, il ronzio degli aerogeneratori è ben al di sotto dei rumori che si percepiscono in un'area urbana. Già allontanandosi di *300 m* da un aerogeneratore, infatti, si rilevano gli stessi decibel che si avvertono normalmente in ambienti poco urbanizzati. Attualmente, inoltre, nuove tecnologie hanno permesso di ridurre in maniera notevole l'impatto acustico, grazie ad una minore frequenza di rotazione, ad un design appropriato e all'utilizzo di materiali fonoassorbenti all'interno della navicella per l'isolamento della stessa.

Nel caso in cui il vento spiri a velocità sostenute, il rumore generato dagli aerogeneratori si confonde con quello che la vena fluida produce attraversando la vegetazione o impattando contro i manufatti.

L'impianto eolico in progetto è ubicato in una *zona agricola* tipizzata così in base al *D.M. 1444/68 per Tutto il territorio nazionale*. Per i Comuni in assenza di un *Piano di Zonizzazione Acustica* del proprio territorio, ai sensi dell'art. 8, co. 1 del D.P.C.M. 14.11.1997 - *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*, i valori

assoluti di immissione devono essere confrontati con i limiti di accettabilità della tabella di cui art. 6 del D.P.C.M. 01.03.1991 - *Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno* - di seguito riportati:

ZONIZZAZIONE	LIMITE DIURNO Leq (A)	LIMITE NOTTURNO LEQ (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Tabella 8: *Art. 6 del D.P.C.M. 01.03.1991*

A seguire, le fonti normative ed i principi regolatori che sono alla base della legislazione speciale in tema di inquinamento acustico:

- **Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/1995**, che prevede la predisposizione di documentazione previsionale dell'impatto acustico, redatta da un tecnico competente in acustica ambientale, relativamente alla realizzazione e all'esercizio di impianti e attività produttive (art. 8, co. 4);
- **D. Lgs n. 387 del 2003** relativo all'istallazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.
- **D. Lgs n. 152 del 2006** relativo alla Valutazione di Impatto Ambientale.
- **Legge Regionale del 14 giugno 2007, n. 17:** *"Disposizioni in campo ambientale, anche in relazione al decentramento delle funzioni amministrative in materia ambientale"*, in BURP del 18 giugno 2007, n. 87.
- Come anzidetto, le misure di rumore ambientale, sono attualmente disciplinate dalla **Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/95**.
- La legge è stata integrata successivamente dai seguenti decreti attuativi:
 - **DPCM 14/11/97:** Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore (pubblicato su Gazzetta Ufficiale n.280 del 1/12/97)
 - **DMA 16/03/98:** Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (pubblicato su Gazzetta Ufficiale n.76 del 1/4/98).

- Si considerano qui di seguito le applicazioni relative al Decreto sui livelli limite (D.P.C.M. 14/11/97) e tecniche di rilevamento (D.M.A. 16/3/98).

Tenuto conto delle normative in vigore adottate nel territorio nazionale e degli studi con simulazione degli effetti riportati su un'area prossima a quella di intervento da parte di "n" ricettori su "n" punti sensibili, ad una velocità del vento di 8 m/s, si è dedotto che in un'area di tipo misto il Leq nel periodo diurno è di 60 dB , mentre il Leq nel periodo notturno è di 50 dB . Per ogni punto sensibile il risultato è ben al di sotto dei 50 dB . Pertanto il valore del livello di pressione sonora stimato ed immesso nell'ambiente esterno dai futuri generatori sarebbe inferiore al valore limite fissato dalla normativa $Leq=60.0\text{ dB(A)}$ per il periodo di riferimento diurno e $Leq=50.0\text{ dB(A)}$ per il periodo di riferimento notturno. La rumorosità ambientale prevista, dunque, rientra nei limiti massimi consentiti dalla legislazione vigente.

Nella stazione d'utenza non sono installate apparecchiature/sorgenti di rumore permanente, fatta eccezione per il trasformatore, per il quale si può considerare un livello di pressione sonora L_p (A) a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB(A) a 0.3 m in funzionamento ONAN e 78 dB(A) a 2 m in funzionamento ONAF: esso, però, generalmente non viene percepito all'esterno del perimetro di recinzione. Solo gli interruttori durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti) possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01/03/1991 e dalla Legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26/10/1995, n. 447.

Si evidenzia che la progettazione dell'impianto è stata effettuata in modo da risultare opportunamente distante dalle abitazioni (minimo 300 m).

1.7. Impatto elettromagnetico

1.7.1. Cavidotto MT

In questa sezione si valuta l'entità delle *emissioni elettromagnetiche*, o intensità dei campi elettromagnetici, associate ai cavidotti di collegamento MT tra gruppi di aerogeneratori del parco eolico in oggetto e la stazione di utenza MT/AT, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, e le *fasce di rispetto* dei cavidotti MT.

La linea elettrica, durante il suo normale funzionamento, genera un *campo elettrico* e un *campo magnetico*. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza come mostrato dai grafici seguenti.

Tuttavia, nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto, il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito, indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Per quanto riguarda invece il campo magnetico, si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto. Di seguito sarà esposto l'andamento del campo magnetico massimo lungo il tracciato della linea interrata a 30 kV.

La linea di connessione genera, con andamento radiale rispetto ai cavi, dei campi elettromagnetici dovuti al passaggio della corrente e ad essa proporzionali.

Il campo elettrico, prodotto da un sistema polifase, risulta associato alle cariche in gioco, e quindi alle tensioni, ed è quindi presente non appena la linea è posta in tensione, indipendentemente dal fatto che essa trasporti o meno potenza.

Il campo magnetico è, invece, associato alla corrente (e quindi alla potenza) trasportata dalla linea: esso scompare quando la linea è solo "in tensione" ma non trasporta energia.

I campi elettromagnetici, in base alla loro frequenza, possono essere suddivisi in:

- *onde ionizzanti* (IR): onde ad alta frequenza così chiamate in quanto capaci di modificare la struttura molecolare rompendone i legami atomici (l'esempio più ricorrente è quello dei raggi X) e perciò cancerogene;
- *onde non ionizzanti* (NIR): su cui sono tuttora in corso numerosi studi tesi a verificare gli effetti sull'uomo. Questo tipo di onde comprende, tra le varie frequenze, le microonde, le radiofrequenze ed i campi a frequenza estremamente bassa (ELF - Extremely Low Frequency da 0 a 10 kHz). Fra questi campi a bassa frequenza (ELF) è compresa anche l'energia elettrica trasmessa a frequenza di 50 Hz.

Le grandezze che determinano l'intensità e la distribuzione del campo magnetico nello spazio circostante una linea interrata sono fondamentalmente:

- 1 intensità delle correnti di linea;
- 2 distanza dai conduttori;
- 3 isolanti, schermature e profondità di interramento del cavo;
- 4 disposizione e distanza tra conduttori.

Per mitigare il campo magnetico generato da una linea elettrica è necessario agire su una o più delle grandezze sopra elencate, dal momento che la schermatura mediante materiali ad alta permeabilità e/o conducibilità non è strada praticabile.

L'influenza dei vari fattori si evince immediatamente dalla *legge di Biot-Savart*: il campo magnetico è direttamente proporzionale all'intensità di corrente e inversamente proporzionale alla distanza dalla sorgente.

Legge di Biot-Savart:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi R}$$

Il quarto fattore entra in gioco per il fatto che il sistema di trasmissione è trifase, cioè composto da una terna di correnti di uguale intensità ma sfasate nel tempo. Poiché il campo magnetico in ogni punto dello spazio circostante è dato dalla composizione vettoriale dei contributi delle singole correnti alternate, ne deriva un effetto di mutua compensazione di tali contributi tanto maggiore quanto più vicine tra loro sono le sorgenti, fino ad avere una compensazione totale se le tre correnti fossero concentriche.

Per le linee aeree, la distanza minima tra i conduttori è limitata alla necessaria distanza tra le fasi e dipende dalla tensione di esercizio, mentre per le linee in cavo tale distanza può essere dell'ordine di 20-30 cm, con un abbattimento sostanziale del campo magnetico già a poca distanza.

Come avviene ormai sempre più di frequente, le linee di Media Tensione non vengono più costruite mediante linea aerea, ma interrate consentendo di ridurre drasticamente l'effetto dovuto ai campi elettromagnetici attenuati dal terreno che agisce da "*schermatura naturale*", abbassando l'intensità di tali emissioni a valori addirittura inferiori ai più comuni elettrodomestici di uso quotidiano. Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Norma CEI 211-4.

La *Legge 36/2001*, con finalità di riordino e miglioramento della normativa fino ad allora vigente in materia, ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della *Legge 36/2001* ha definito:

- il limite di esposizione, ovvero il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- il valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale Legge Quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i Paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 8.7.2003, che ha fissato:

- il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere;
- l'obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla.

È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

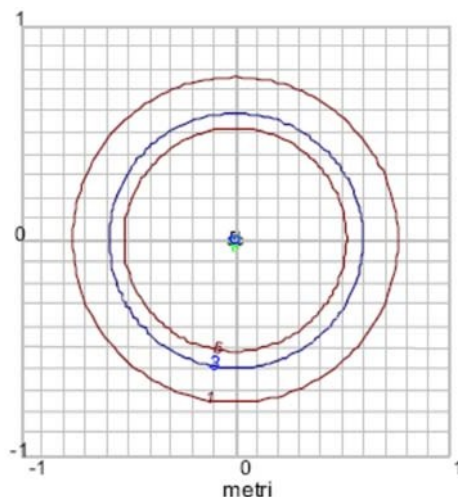
Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali. Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata - nell'intero territorio nazionale - esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 8.7.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. Infatti il D.M. del MATTM del 29.05.2008, che definisce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti, riprende l'art. 6 di tale D.P.C.M.

Il tracciato MT è stato eseguito tenendo conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a 3 μ T. La disposizione delle fasi sarà quella indicata nei paragrafi "Cavidotti" riportate nel presente documento. In particolare, ai fini del calcolo, la tipologia di cavidotti presenti nell'impianto eolico si può racchiudere nelle due seguenti tipologie:

1. *cavidotti nei quali sono posati solo cavi elicordati;*
2. *cavidotti nei quali sono posati cavi unipolari.*

Nel primo caso, cavidotti nei quali sono posati solo cavi elicordati, vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Infatti, come illustrato nella norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di 3 μ T, anche nelle condizioni limite di conduttori di sezione maggiore e relativa "portata nominale", venga raggiunto già a brevissima distanza (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso.



Curve di equivello per il campo magnetico di una linea MT interrata in cavo elicordato (dalla Norma CEI 106-11).

Si fa notare in proposito che anche il recente Decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati, pertanto si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata. Ne consegue che, in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto sia pari a $2 m$, a cavallo dell'asse del cavidotto, uguale alla fascia di asservimento della linea.

Primo caso: cavidotti nei quali sono posati solo cavi elicordati

Qui di seguito sarà effettuato il calcolo dell'emissione elettromagnetica dei cavidotti provenienti dai gruppi **(A, B, C e D)**. Tutti i cavidotti dei singoli gruppi utilizzano un sistema di cavi elicordati tale sistema come menzionato prima è vantaggioso dal punto di vista dell'impatto elettromagnetico.

Nella tabella seguente si possono individuare nello specifico lunghezza, sezione in mm^2 e tipo cavo per ciascun tratto di cavo.

Sono riportati in seguito i diagrammi ottenuti dal software di calcolo CalcoloElf_versione 1.0, i diagrammi più significativi sono stati calcolati su due livelli a quota zero dal suolo, e a quota +1 metro dal suolo, in ottemperanza alle norme vigenti, per il calcolo degli effetti a lunga esposizione sui recettori sensibili. Sull'asse y dei diagrammi avremo il valore dell'intensità del campo magnetico espressi in microtesla (μT), sull'asse x avremo le distanze in metri (m).

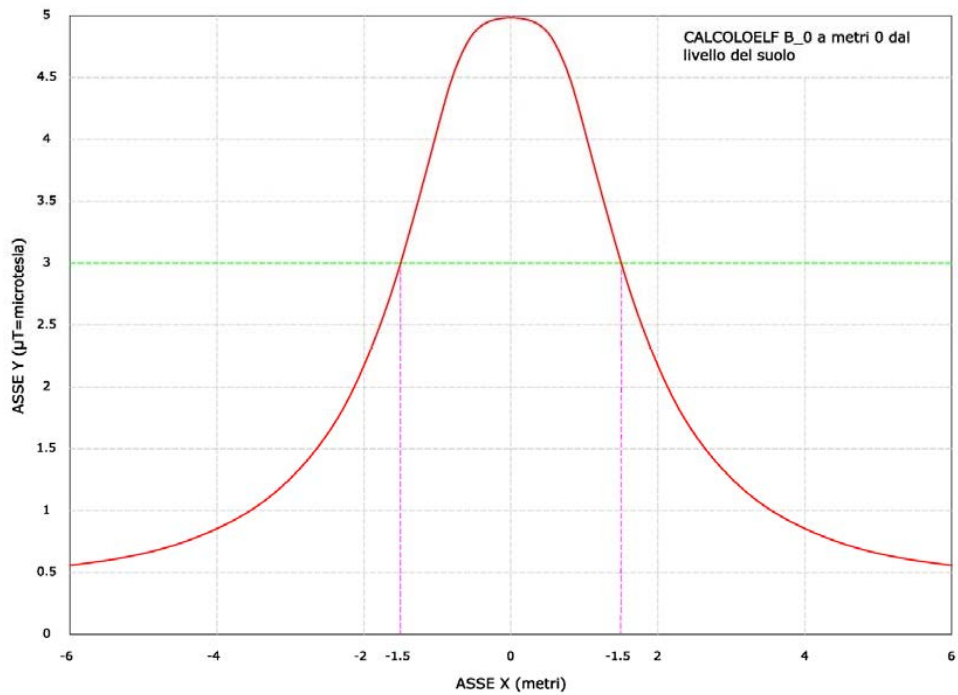


Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo elicordato a quota 0 m dal suolo.

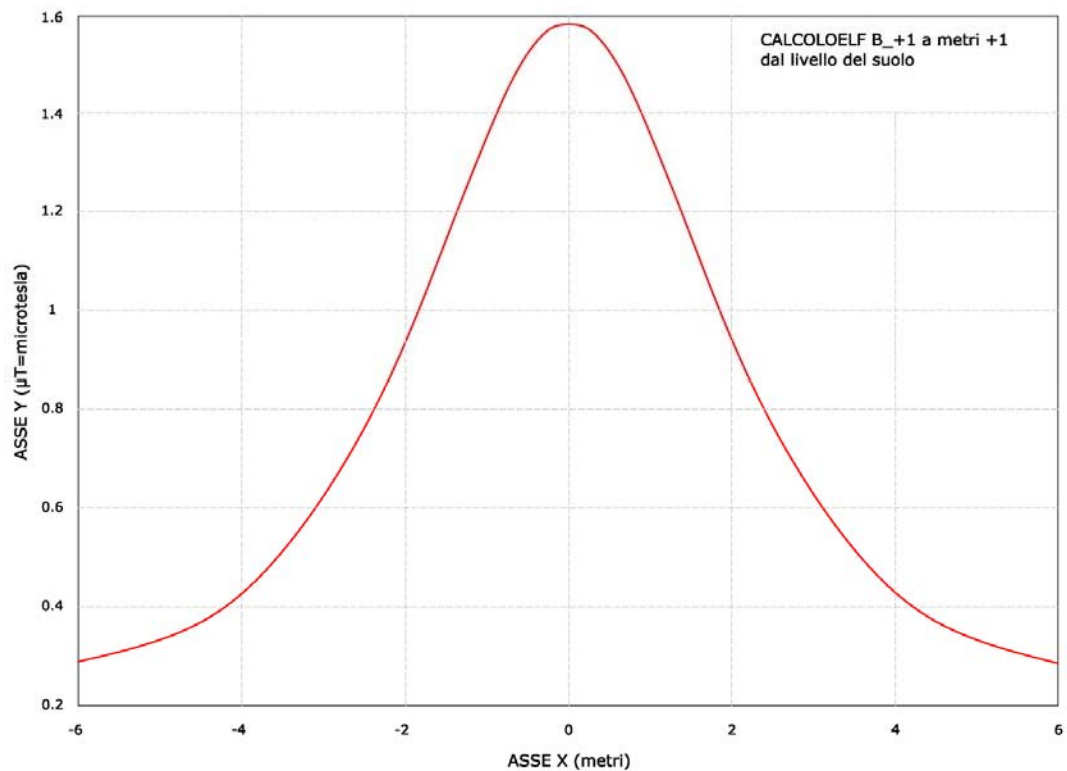
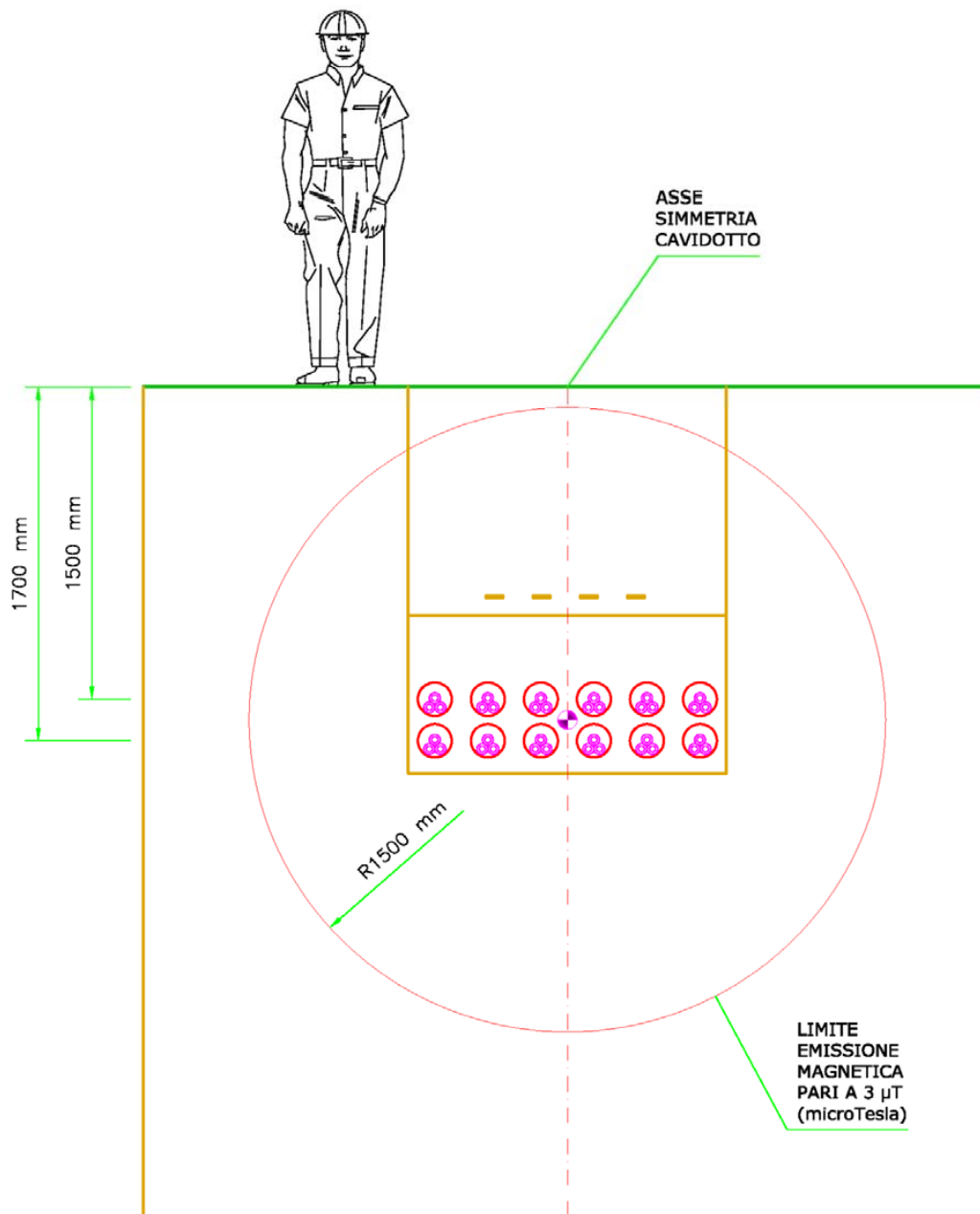


Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo elicordato a quota +1 m dal suolo.

Pertanto per quanto concerne il calcolo del campo magnetico delle linee MT interrate si individua come volume di rispetto relativo al cavidotto MT interrato il volume cilindrico in asse col cavidotto con raggio pari a 1,5 metri

e come fascia di rispetto la sua proiezione al suolo. Si evince chiaramente dall'immagine che il volume di rispetto cilindrico *non oltrepassa la quota zero e quindi non esiste alcuna interazione con recettori sensibili pertanto c'è pieno rispetto dei limiti vigenti.*



Volume di rispetto campo magnetico delle linee MT interrate in cavo elicordato.

Secondo caso: cavidotti nei quali sono posati cavi unipolari

Nel secondo caso si è considerato il caso peggiore: cavidotti *all'interno della stazione elettrica.*

La distanza fra le terne è di 20 cm e la profondità di posa è di 1,5 m; la distanza fra ciascun gruppo di terne è di 1,5 m circa.

Secondo il DPCM 8 luglio 2003, in vigore dal 13/09/03, per quanto riguarda la linea in cavo interrato con cavi unipolari posati in piano, la formula da applicare può essere la stessa utilizzata per le linee aeree in piano:

$$B = \frac{P \times I}{R'^2} \times (0,2 \times \sqrt{3})$$

Dove P [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti (in caso di distanze differenti, P diventa la media delle distanze fra i conduttori esterni e quello centrale); I [A] è la corrente, simmetrica ed equilibrata, che attraversa i conduttori; R'[m] è la distanza dei conduttori alla quale calcolare l'induzione magnetica **B**. In tale configurazione è stato effettuato il calcolo del campo di induzione magnetica secondo quanto previsto dalla Norma CEI 211-4 *“Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”*.

Tale norma considera la linea infinitamente lunga e consente di calcolare i campi elettromagnetici secondo una sezione trasversale della linea stessa.

Il software di calcolo *CalcoloElf_versione 1.0* utilizzato elabora le componenti verticali e orizzontali del campo magnetico prodotto dai singoli conduttori, tenendo conto dei loro sfasamenti, combina le varie componenti e fornisce come output principale il valore efficace del campo magnetico risultante.

Sono riportati in seguito i diagrammi ottenuti dal software. I diagrammi più significativi sono stati calcolati su due livelli: a quota **0** dal suolo e a quota **+1 m** dal suolo, in ottemperanza alle norme vigenti, per il calcolo degli effetti a lunga esposizione sui recettori sensibili.

Sull'asse y dei diagrammi si legge il valore dell'intensità del campo magnetico espresso in microtesla (μT); sull'asse x, invece, le distanze in metri (m).

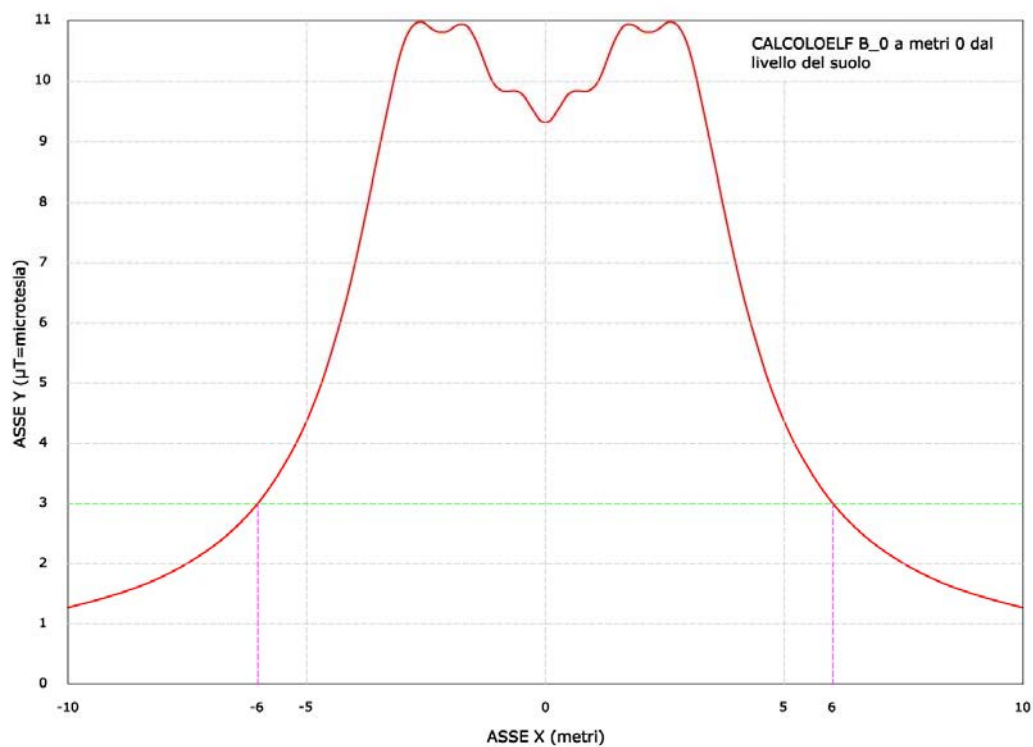


Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo unipolare in prossimità della cabina a quota **0 m** dal suolo.

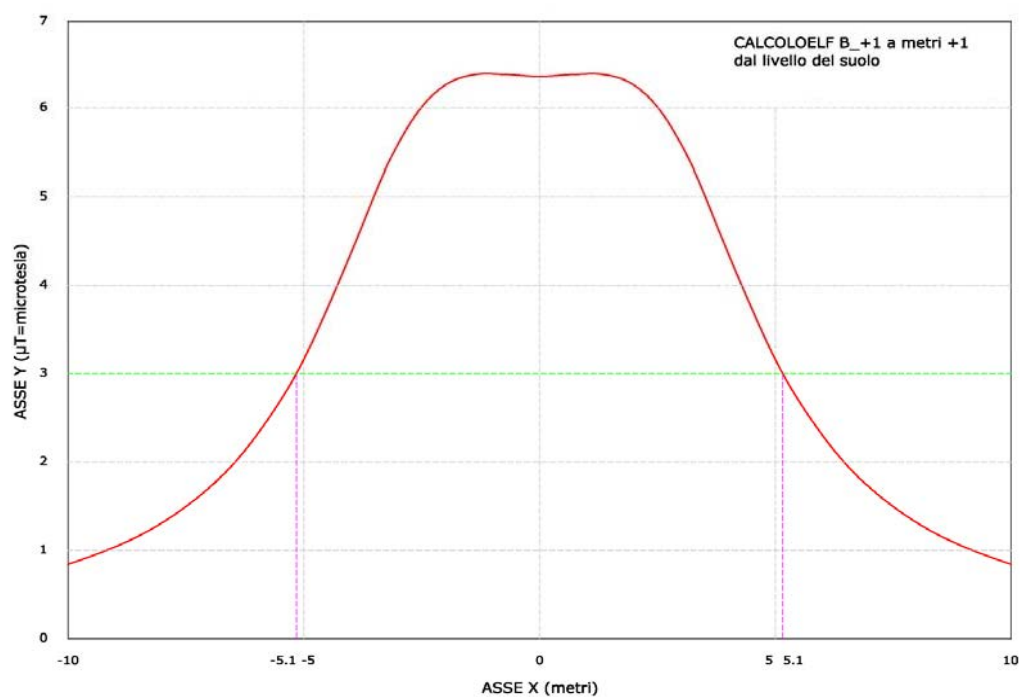


Diagramma campo magnetico delle linee MT interrate in cavo unipolare in prossimità della cabina a quota **+1 m** dal suolo.

Inoltre, in base al recente Decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, si può considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto in questo secondo caso è pari a circa *12 m (6+6 m rispetto asse di simmetria del cavidotto)*.

Il calcolo dei campi elettrici non è stato condotto in quanto tutti i cavi in media tensione impiegati sono dotati di armatura metallica connessa a terra, che scherma l'effetto del campo elettrico, di conseguenza il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

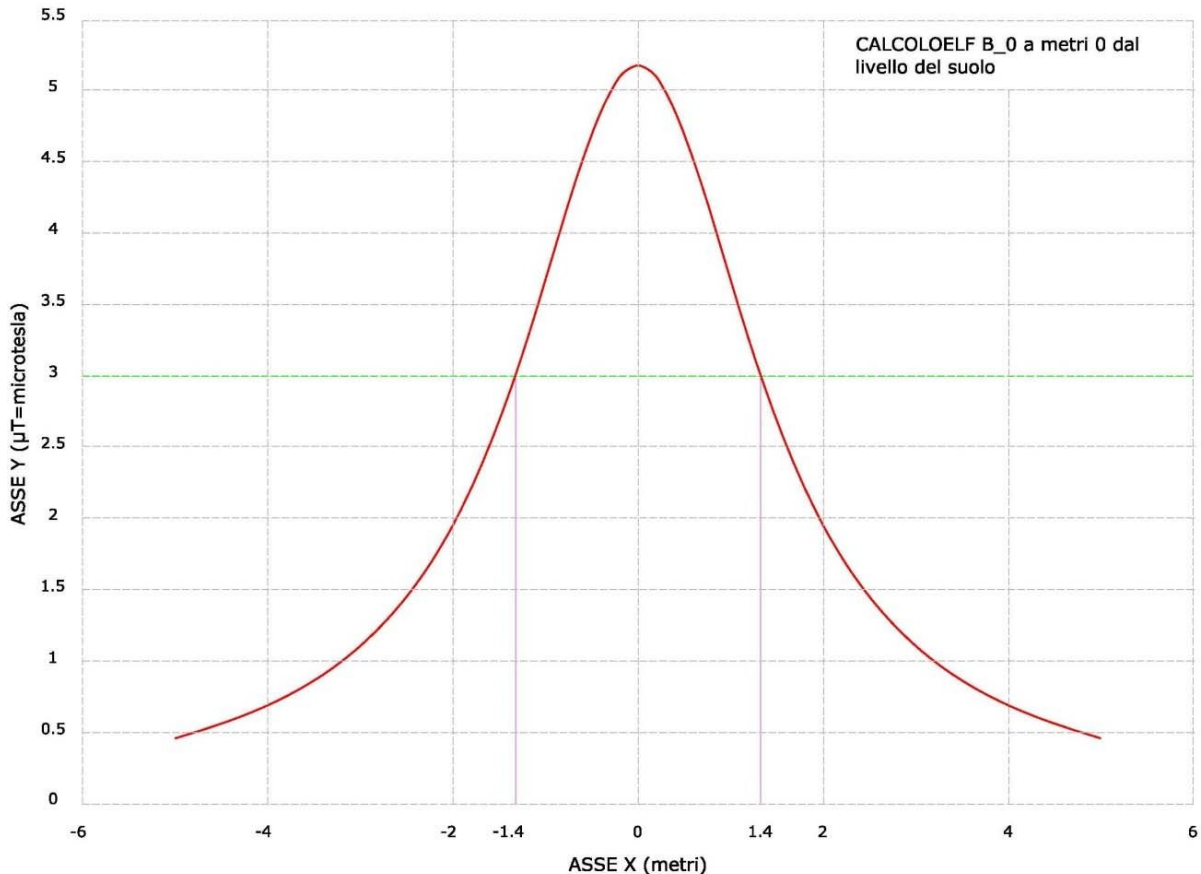
Si può concludere che *non sussistono pericoli per la salute umana*.

1.7.2.Cavidotto AT

Di seguito è esposto l'andamento del campo magnetico lungo il tracciato della linea interrata a 150 kV, in corrispondenza dell'asse dell'elettrodotta.

Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Norma CEI 211-4 e i valori esposti si intendono calcolati al suolo. Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,5 m, con un valore di corrente pari a 1.250 A.

La norma di riferimento per la metodologia di calcolo utilizzata nella CEI 106-11.



Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo.

Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a $3 \mu\text{T}$ in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata).

Si segnala, tuttavia, che i percorsi di tali cavidotti non interessano recettori sensibili come aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

In casi particolari, ove necessario, potrà essere utilizzata la tecnica di posa con schermatura realizzata inserendo i cavi, con disposizione a trifoglio ed inglobati in tubi in PE riempiti di bentonite, in apposite canalette in materiale ferromagnetico riempite con cemento a resistività termica stabilizzata.

Il comportamento delle canalette ferromagnetiche è stato sperimentalmente provato ed applicato in altri impianti, già realizzati, con risultati attesi.

L'efficacia della canaletta consentirà un'attenuazione dell'induzione magnetica pari almeno ad un ordine di grandezza; ciò garantirà il pieno rispetto del limite imposto.

2. Principali caratteristiche del progetto in fase di funzionamento

Il seguente progetto prevede l'installazione di un impianto industriale finalizzato alla produzione di energia elettrica mediante lo sfruttamento della fonte rinnovabile eolica ed alla immissione dell'energia prodotta nella Rete di Trasmissione Nazionale, gestita da TERNA SpA.

La quantità di energia annua prodotta dall'impianto eolico proposto è funzione dei parametri tecnici che caratterizzano ciascun aerogeneratore, nonché di quelli anemometrici che qualificano il sito in cui le macchine sono installate.

L'energia elettrica prodotta da ciascun aerogeneratore è quindi trasferita, mediante cavo interrato MT alla Sottostazione di Trasformazione Utente, dove subirà la trasformazione 20/150kV per la successiva immissione nella RTN, tramite connessione elettrica con la SSE di TERNA SpA.

2.1. Il processo produttivo

L'aerogeneratore riesce a convertire l'energia cinetica del vento in energia meccanica che, a sua volta, viene utilizzata per la produzione di energia elettrica. Il vento lambisce le pale che ruotando trasferiscono il moto all'albero calettato collegato al generatore; il generatore trasforma l'energia meccanica in energia elettrica. L'entità della potenza esercitata è direttamente proporzionale alla velocità di rotazione del rotore. Per il calcolo della producibilità bisogna utilizzare la curva di potenza della macchina, che fornisce il valore di potenza estraibile in relazione alle diverse velocità del vento. Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla Relazione *"Studio della Producibilità Energetica"*.

2.2. Fabbisogno e consumo energetico

Il fabbisogno ed il consumo di energia è limitato all'energia elettrica richiesta per il funzionamento delle componentistiche elettriche presenti nella cabina di sezionamento e nella SSU.

A questo fabbisogno è da aggiungersi l'assorbimento da parte dagli aerogeneratori, in prossimità della velocità del vento di CUT-IN, necessario per mantenere in rotazione il rotore.

2.3. Quantità di materiali e di risorse utilizzate

Per realizzare l'impianto risulta necessario l'impiego di risorse naturali, quali:

- legno per la realizzazione delle casseforme dedicate alla messa in opera delle fondazioni;
- acqua per la realizzazione del sistema di pavimentazione stradale;
- legno per scavi a sezione ristretta;
- materiale di cava per la realizzazione delle piste e delle piazzole di putting up degli aerogeneratori.
-

3. Sommario delle difficoltà

Di seguito si riporta un sommario delle difficoltà, ovvero lacune tecniche o mancanza di conoscenze, incontrate nella raccolta dei dati richiesti e nella previsione degli impatti.

Si rileva che, per gli argomenti non affrontati in maniera esaustiva, si è ritenuto opportuno, come si evince dalla lettura del presente SIA, rimandare ad una successiva trattazione specialistica.

Le principali difficoltà incontrate riguardano la carenza di informazioni di dettaglio "*sito - specifiche*", nonché la mancanza di alcune informazioni tecniche relative all'aerogeneratore (quali i dati di emissione acustica in funzione della velocità del vento, informazioni tecniche di dettaglio sulla torre di sostegno o sul fabbisogno di energia nella fase di avviamento, uno studio dettagliato fornito dal costruttore in merito al pericolo di gittata degli elementi rotanti) che, essendo di ultimissima generazione, non ha ancora a disposizione un'ampia ed esaustiva caratterizzazione tecnica.

In ultimo, difficoltà si sono incontrate a causa del dettaglio delle informazioni progettuali disponibile al momento di redazione dello SIA. Per tali argomenti, di seguito compendiate, si è ritenuto opportuno rimandare, pertanto, alla successiva relativa trattazione specialistica:

- viabilità da impiegarsi per il raggiungimento del sito e relativi interventi di adeguamento, con indicazione dei necessari movimenti terra dovuti ad allargamenti e/o sbancamenti;
- topografia di sito;
- compatibilità geologica e geotecnica ex NTA del PAI;
- definizione delle modalità di superamento operativo delle interferenze dei cavidotti in occasione di eventuali parallelismi e/o incroci con infrastrutture esistenti o reticoli idrografici;
- definizione di dettaglio della tipologia di fondazioni e relativo ingombro;
- informazioni di dettaglio sulla modalità di posa dei cavi MT ed AT, specifiche e caratteristiche tecniche cavi (si specifica che, per la stima dell'impatto elettromagnetico, si sono considerate condizioni cautelative tali da restituire i valori peggiori e quindi una valutazione in favore della sicurezza: massima prossimità dei cavi, massima corrente circolante, ecc.);
- indicazioni in merito ai materiali e relative quantità impiegate nella fase di realizzazione per la messa in opera delle opere d'impianto;
- indicazioni circa il fabbisogno ed il consumo di energia per il funzionamento dell'impianto nel suo complesso.

Si specifica, infine, che:

l'analisi di fauna ed avifauna caratterizzante l'area di studio, riportata nel presente documento, è stata effettuata attraverso opportune ricerche bibliografiche ed un esame dei dati raccolti in anni passati durante lavori ed indagini di vario livello effettuate sul campo nell'area in esame. Le informazioni riportate, pertanto,

definiscono quella che è la *“fauna potenziale”* per l’area in esame.

Per quanto concerne l’acustica e la relativa valutazione di impatto, al fine di ottenere delle valutazioni a favore di sicurezza, si è fatto utilizzo nelle simulazioni dei valori massimi di emissione acustica.

Riguardo, invece, alla stima della gittata massima degli elementi rotanti, si è fatto riferimento a studi consolidati e relativi ad altri aerogeneratori, simili a quello individuato per la redazione del progetto (come meglio specificato nel capitolo dedicato nonché nella Relazione *“Calcolo della Gittata massima degli elementi rotanti”*), al fine di valutarne la portata.

Per tutto quanto sopra rappresentato, al fine di completare le informazioni fornite con il presente SIA, si è ritenuto opportuno rimandare ad approfondimenti e trattazioni specialistiche che saranno contenute in successive relazioni di progetto dedicate/specialistiche.