1.2
RELAZIONE LINEA ELETTRICA

Committente : Solo Rinnovabili S.r.l.

Parco Eolico : Erzelli

Località di intervento : Comune di Genova

Progettista: : Ing. Paolo Papucci

A	02/12/11	Prima emissione	Parravicini	Papucci	Salvi
Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato

INDICE

1. INTRODUZIONE 5
2. CARATTERISTICHE GENERATORE EOLICO 5
2.1 Impianto di terra dell’aerogeneratore 6
3. ELETTRODOTTO 7
3.1 Caratteristiche generali 9
3.2 Sezioni tipo cavidotto 10
4. CABINA DI CONSEGNA 11
4.1 Impianto di terra delle cabina 13
5. RELAZIONE TECNICA SUL CAMPO ELETTROMAGNETICO 14
5.1 Tratti interrati 14
6. PRINCIPALI NORME E DISPOSIZIONI DI RIFERIMENTO 15
7. ELABORATI RICHIAMATI 16
8. ALLEGATO 1 17
9. ALLEGATO 2 18

1. INTRODUZIONE

Il presente documento illustra le opere relative alla realizzazione della linea interrata in cavo di media tensione (MT), per il collegamento elettrico di un nuovo aerogeneratore eolico situato nel Comune di Genova (GE) con il punto di consegna situato in loc. Erzelli.

2. CARATTERISTICHE GENERATORE EOLICO

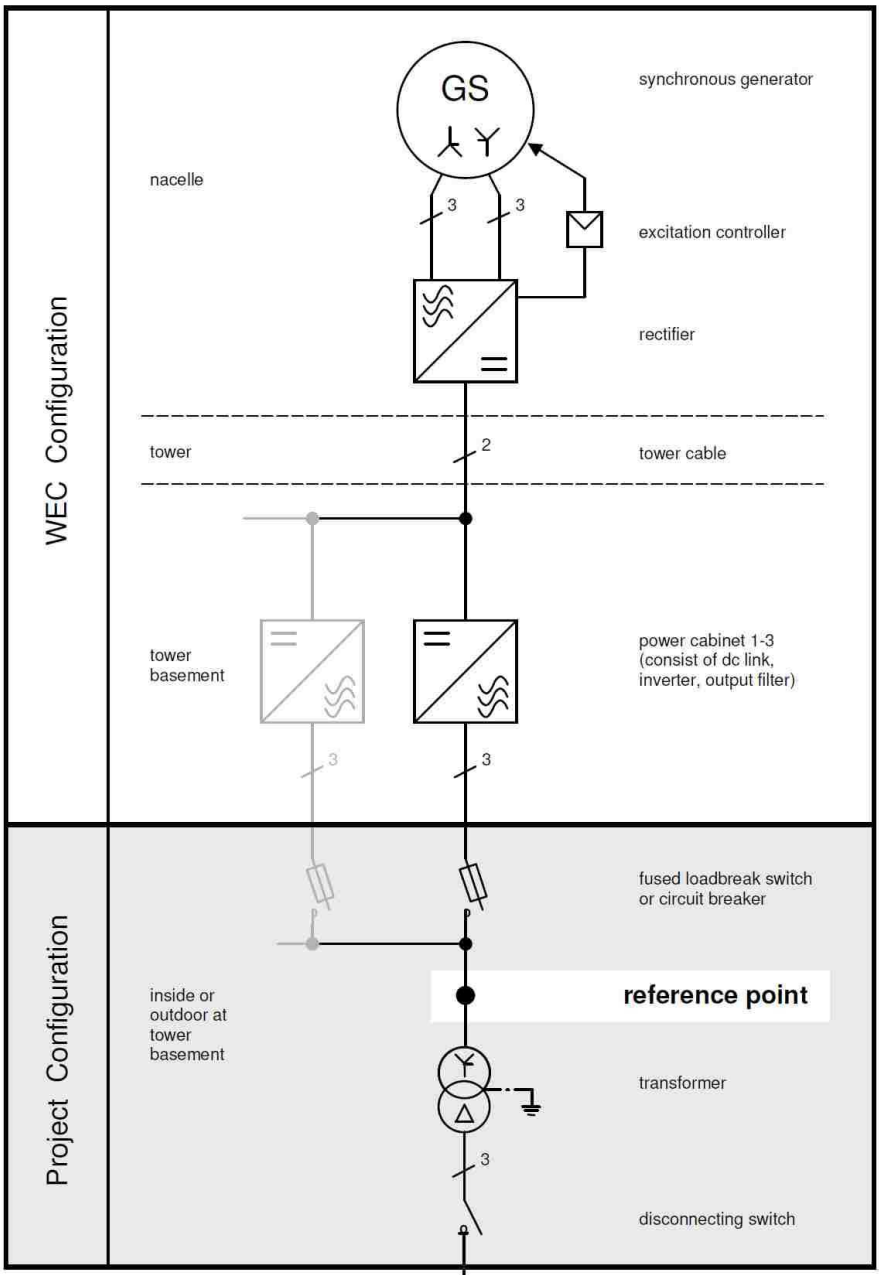


Figura 1: Schema elettrico generico aerogeneratore

Il generatore sincrono dell'aerogeneratore fornisce in uscita energia elettrica a tensione continua di valore pari a 400 V; un blocco di convertitori statici (rappresentato da un raddrizzatore ed un inverter) opera la conversione dell'energia in alternata adattando il valore di frequenza a quello di rete (f=50 Hz) e adatta l'energia reattiva erogata dalla macchina. All'interno della torre è presente un trasformatore, il quale permette di elevare la tensione a valori consoni per il trasporto (V=15 kV). In uscita dal trasformatore, a valle dell'interruttore automatico di macchina, è presente una sbarra di connessione dove è possibile innestare il cavo MT che collega la torre eolica alla cabina di consegna.

2.1 Impianto di terra dell'aerogeneratore

In accordo alla CEI 11-1, è necessario prevedere una rete di terra per l'aerogeneratore; tale norma "*indica i criteri per la progettazione, l'installazione, la verifica e la manutenzione degli impianti di terra in modo che funzionino in tutte le condizioni di esercizio, garantiscano la sicurezza della vita umana e venga inoltre assicurata l'integrità dei componenti elettrici collegati al sistema*".
Gli impianti di terra devono essere progettati in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

a. avere sufficienti resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
b. essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto;
c. evitare danni a componenti elettrici ed a beni;
d. garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

La rete di terra dell'aerogeneratore è unica ed ad essa sono collegate sia le masse metalliche presenti all'interno della torre, sia il neutro di aerogeneratore e trasformatore.
Il sistema di messa a terra è costituito da un cavo di acciaio zincato (di dimensioni stabilite in accordo con la norma DIN 57185 parte 1) a formare un anello, il quale è collocato nelle fondazioni all'interno della massa di calcestruzzo. Per realizzare la messa a terre delle parti sopra citate sono presenti connettori, anch'essi di acciaio zincato, collegati all'anello di terra mediante bulloni.

In accordo con il criterio di sicurezza del personale, oltre che a quanto previsto nel MIE-RAT-13 del RCE, sono state collegate a terra tutte le parti metalliche non soggette normalmente a tensione e che possono esserlo a causa di avarie, incidenti, sovratensioni per scariche atmosferiche o tensioni indotte. Sono quindi connessi a terra gli elementi seguenti:

- Telaio e supporti di tutti gli apparati di manovra;
- Avvolgimenti di tutti i giunti delle scatole metalliche;
- Contenitori e chiusure metalliche;

- Strutture metalliche, torre, supporti, ecc.;
- Parti metalliche collegate ai cavi;
- Tubi e condutture metalliche;
- Cassa del trasformatore, generatore, motori e altre macchine;

Sono state collegate direttamente a terra senza parti intermedie i seguenti elementi:

- Neutro del trasformatore di potenza;
- Neutro del trasformatore di misura e protezione;
- Derivazione a terra dei sezionatori di messa a terra;
- Messa a terra delle autovalvole;
- Messa a terra della linea;

3. ELETTRODOTTO

Il progetto proposto prevede l'installazione di un aerogeneratore avente potenza nominale massima di 3400 kW.

In uscita dalla torre è presente la connessione ad una linea elettrica MT per l'evacuazione dell'energia elettrica prodotta verso la cabina di consegna (*Figura 2*). Tale elettrodotto (di proprietà Solo Rinnovabili Srl) sarà costituito da un cavo elettrico tripolare interrato di sez. 185 mm^2 e lunghezza 700 m circa; per la posa sarà utilizzato un nuovo tubo corrugato di PVC, mentre non è prevista la presenza di pozzetti lungo il tracciato. La profondità di interramento è di un metro dal piano stradale seguendo le prescrizione dettate dalla normativa vigente in materia.

Il materiale di risulta degli scavi relativi alla posa del cavo + corrugato sarà impiegato per il successivo ricoprimento ed non si prevede materiale in esubero.

Dalla cabina di consegna è prevista la realizzazione di un elettrodotto MT di successiva competenza ENEL Distribuzione; esso sarà composto da un tratto in cavo elettrico tripolare interrato di sez. 185 mm^2 e lunghezza 900 m circa per giungere fino alla sottostazione AT più vicina, dove è stato identificato il punto di connessione alla RTN. Tali realizzazioni sono in accordo alla soluzione tecnica di ENEL Distribuzione, allegata a questa relazione.

Il tratto a valle della cabina di consegna presenta già una canalizzazione con tubo corrugato sotterraneo di proprietà di G.H.T. (titolare della centrale di trigenerazione confinante con la cabina di consegna dell'impianto eolico in esame); questo tubo è stato posato ad uso esclusivo dell'impianto eolico a progetto. Solo Rinnovabili Srl infatti, in accordo con Enel Distribuzione e GHT SpA, sfrutterà questo tubo per il tiraggio

del cavo fino alla sottostazione. Pertanto, lo scavo per la realizzazione del cavidotto è limitato a soli 700 m di lunghezza.

Solo Rinnovabili Srl si farà carico sia della costruzione delle parti di propria competenza che di quelle di proprietà di ENEL Distribuzione, come previsto dalla STMG; al termine della realizzazione di quest’ultime, Solo Rinnovabili Srl si impegnerà a cederle al Gestore.

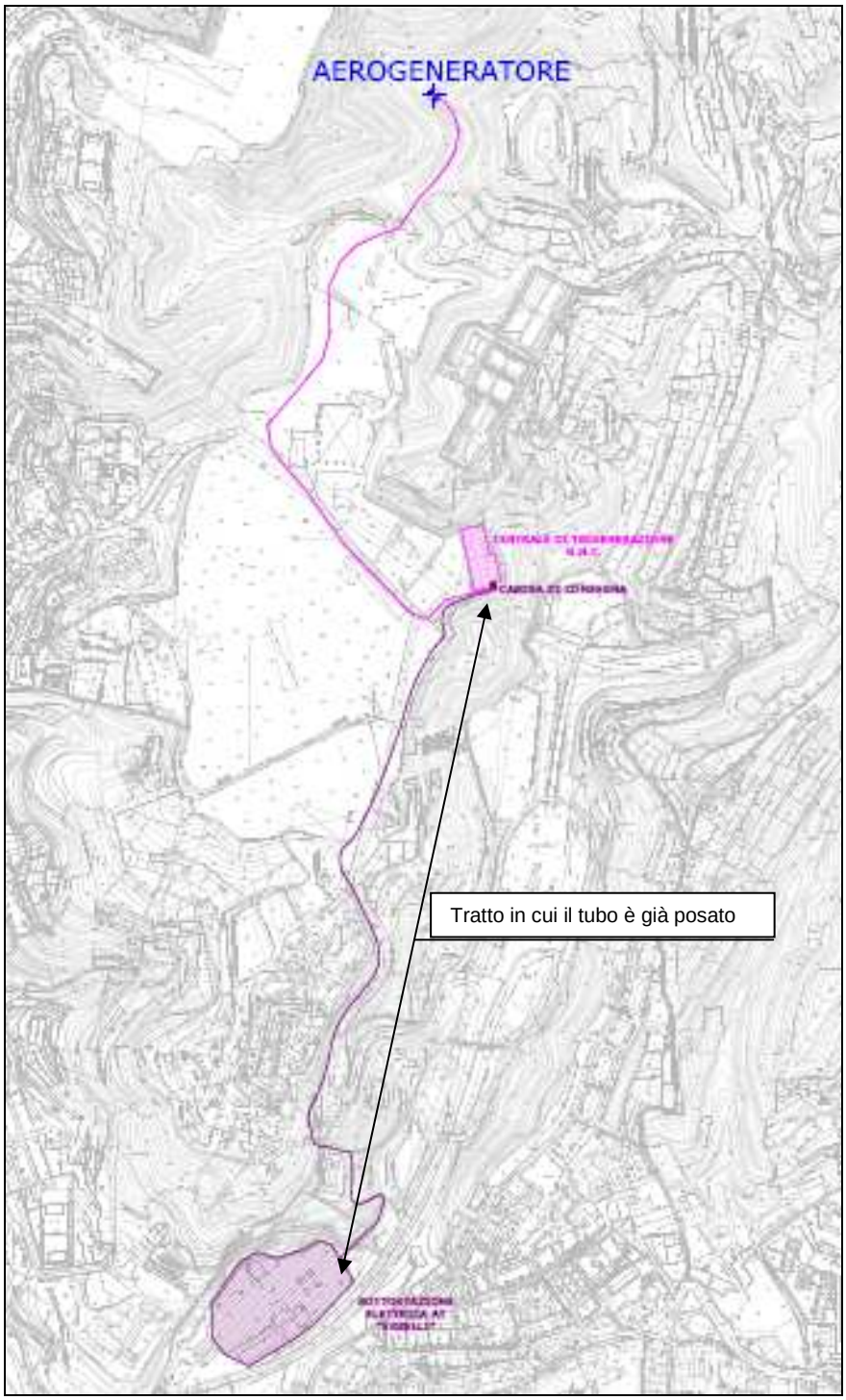


Figura 2: Planimetria linee elettriche su CTR

Lo schema elettrico unifilare (ALLEGATO 2) rappresenta il collegamento tra la torre e la cabina di consegna.

3.1 Caratteristiche generali

Le caratteristiche del cavo usato per la realizzazione della linea elettrica in media tensione di collegamento tra l’impianto di generazione e la rete elettrica nazionale sono:

Linee Interrata

- tipo di cavo: ARE4H1RX – 12/20 kV – tripolare in alluminio;
- sezione: 185 mm^2
- tipo di isolante: Estruso classe 2;
- tipo di posa: Cavo interrato in tubo corrugato
- tensione linea: 15 kV;
- frequenza: 50 Hz.

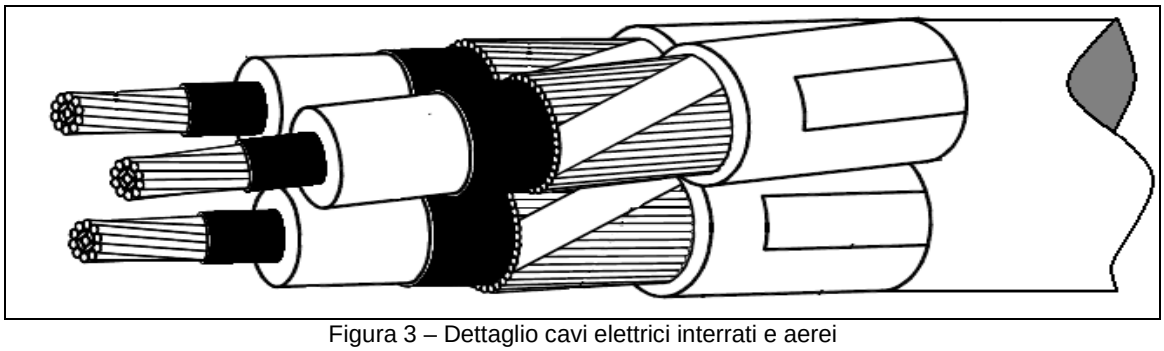


Figura 3 – Dettaglio cavi elettrici interrati e aerei

3.2 Sezioni tipo cavidotto

L’elettrodotto interrato si sviluppa ad una profondità minima 1,00 m; di seguito sono riportate le sezioni tipiche dei cavidotti nei casi di tracciato su terreno agricolo, su strada sterrata e su strada asfaltata.

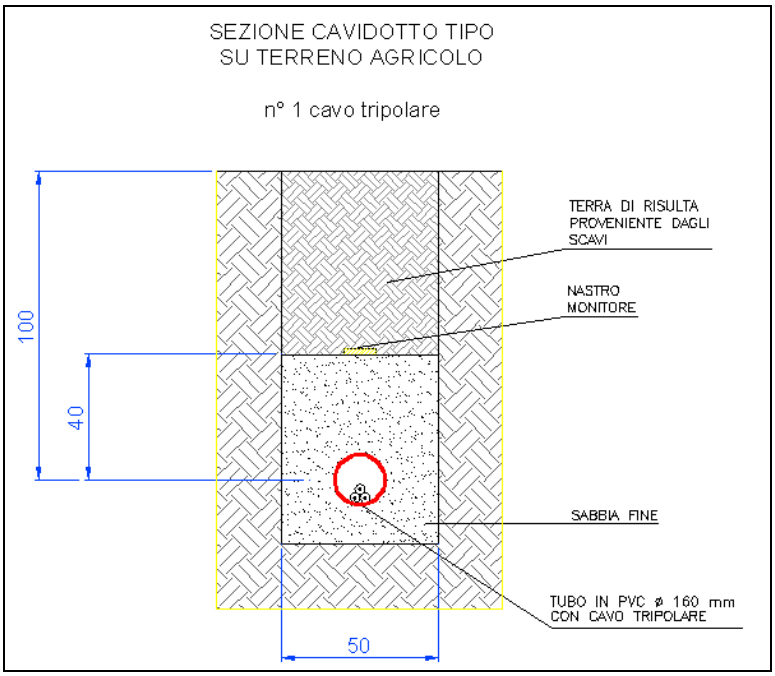


Figura 4 – Sezione tipo cavidotto singolo cavo tripolare su terreno agricolo

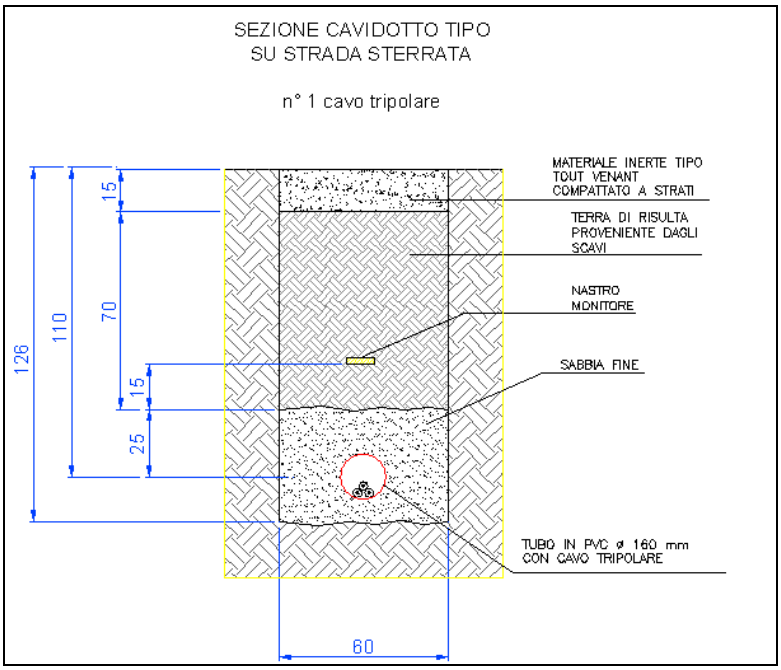


Figura 5 - Sezione tipo cavidotto singolo cavo tripolare su strada sterrata

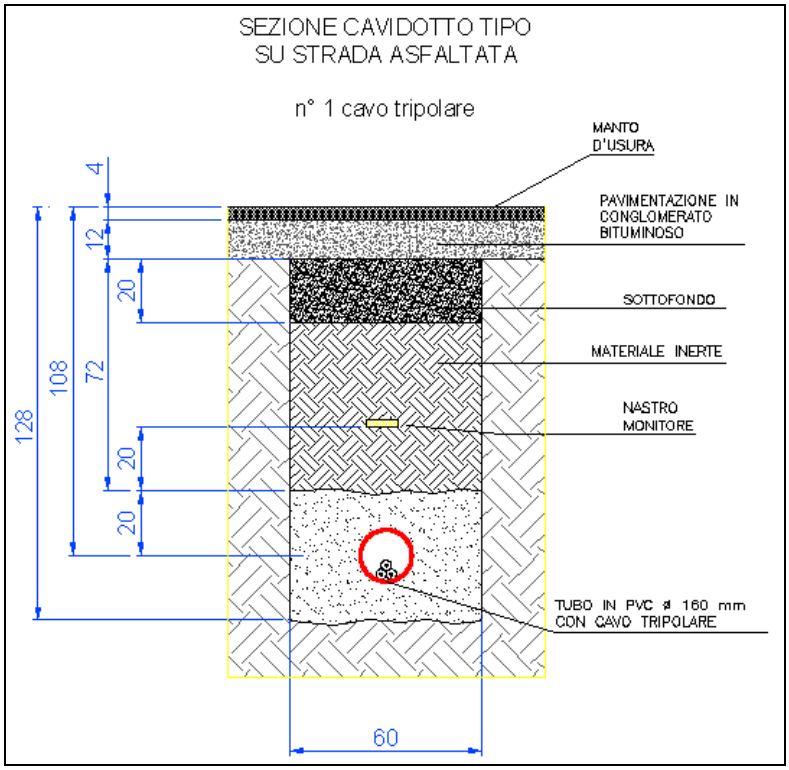


Figura 6 - Sezione tipo cavidotto singolo cavo tripolare su strada asfaltata

4. CABINA DI CONSEGNA

La cabina di consegna ricade all’interno di un locale precedentemente autorizzato e già realizzato, interno allo stabile della centrale di trigenerazione. Tale soluzione è stata scelta in accorso con Enel Distribuzione e GHT SpA, titolare dello stabile in oggetto (Figura 7, Figura 8, Figura 9).

La cabina è costituita da tre locali:

- - locale di consegna
- - locale di misura
- - locale utente.

Il locale di consegna ed il locale di misura in generale devono essere allestiti totalmente dall’utente secondo le prescrizioni di ENEL Distribuzione; l’accesso a tali locali è riservato esclusivamente agli operatori dell’Ente Distributore di energia e deve essere possibile direttamente dal suolo pubblico, ovvero tramite porte di tipo unificato ENEL. E’ cura del Distributore fornire all’utente, oltre alla porta, anche la serratura per quest’ultima. All’interno del locale di consegna, ENEL potrà allestire le proprie apparecchiature di manovra e sezionamento.

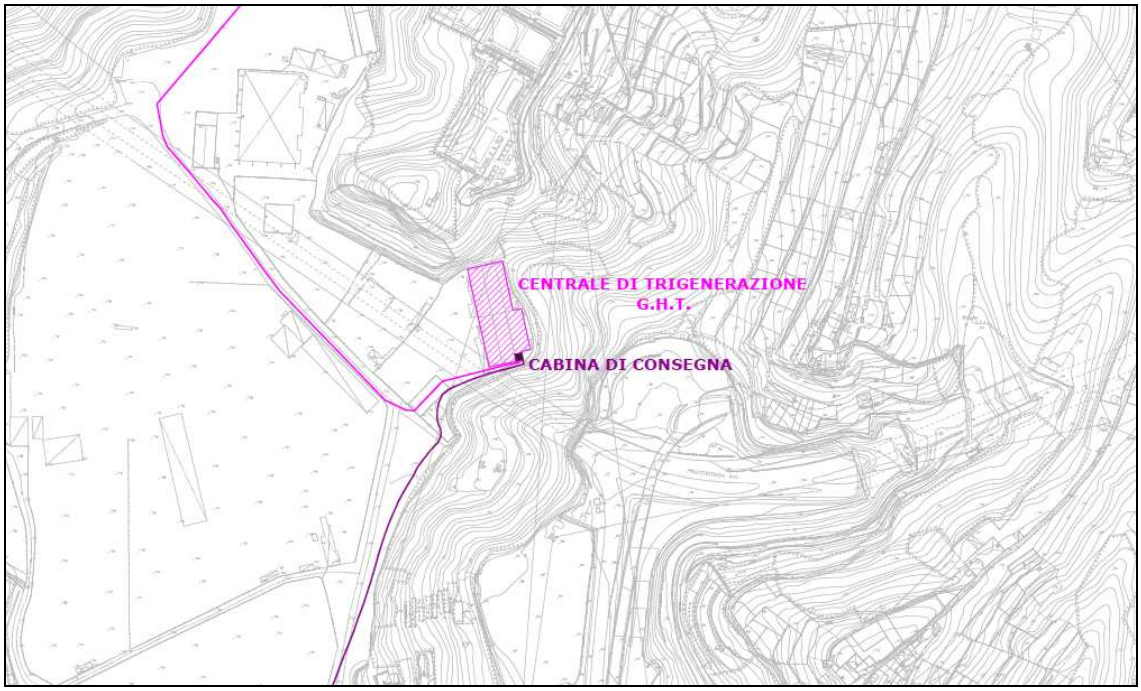


Figura 7: centrale di trigenerazione e cabina di consegna dedicata all'eolico, area vasta



Figura 8: stabile della centrale di rigenerazione



Figura 9 – Locali adibiti alla cabina di consegna dell’eolico

Per quanto concerne il locale di misura dell’energia, esso è il locale in cui l’Ente Distributore installa il gruppo di misura; l’accesso a tale locale è consentito anche all’utente mediante una propria entrata di servizio.

Il locale utente è completamente allestito dall’utente, compreso il cavo di collegamento fra il dispositivo di protezione generale (il quale deve avere caratteristiche conformi alle prescrizioni di ENEL) ed il punto di consegna posto nell’apposito locale.
Come già anticipato nell’incipit del paragrafo, in questo caso la cabina è stata ricavata da un prefabbricato esistente adattato per il nuovo utilizzo; per l’allestimento di questa con le apparecchiature elettriche adatte, è necessario seguire le indicazioni fornite da ENEL Distribuzione riportate nella “Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL Distribuzione” in vigore dal Dicembre 2010.

4.1 Impianto di terra delle cabina

La Norma CEI 11-1 “*indica i criteri per la progettazione, l’installazione, la verifica e la manutenzione degli impianti di terra in modo che funzionino in tutte le condizioni di esercizio, garantiscano la sicurezza della vita umana e venga inoltre assicurata l’integrità dei componenti elettrici collegati al sistema*”.
Come già detto a proposito della rete di terra dell’aerogeneratore, gli impianti di terra devono essere progettati in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

a. avere sufficienti resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;

b. essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto;

c. evitare danni a componenti elettrici ed a beni;

d. garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

E’ prevista la presenza di una “maglia di terra” composta da 4 picchetti di lunghezza 1,6 m ed una corda di rame di sez. 35 mm^2, ad una profondità di interramento di 0,5 m. Nel caso specifico, la cabina di consegna è alloggiata in corrispondenza di una centrale di trigenerazione (di proprietà G.H.T.), per la quale già è stato realizzato l’impianto di terra; misure in sito permetteranno di valutare se quest’ultima sarà sufficiente a garantire la protezione anche della cabina di consegna in esame o se sarà indispensabile realizzare una nuova struttura apposita.

In accordo con il criterio di sicurezza del personale oltre che a quanto previsto dalla Norma CEI 11-1, è necessario collegare a terra tutte le parti metalliche non soggette normalmente a tensione e che possono esserlo a causa di avarie, incidenti, sovratensioni per scariche atmosferiche o tensioni indotte. Realizzando una maglia di terra all’interno del pavimento di ogni locale della cabina (mediante piastra elettrosaldata o più semplicemente con un anello entrambi comunque collegati alla maglia di terra esterna), nei casi di disservizio sopra esposti, l’operatore che viene a contatto con una parte metallica non è sottoposto a tensioni pericolose per la propria incolumità.

5. RELAZIONE TECNICA SUL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Il presente paragrafo riguarda la valutazione del campo elettromagnetico generato dalla presenza dei due cavidotti, uno interrato ed uno aereo, necessari per collegare il nuovo impianto eolico “Erzelli” alla linea elettrica di Enel Distrbuzione, esercita in media tensione.
La proprietà e la competenza delle suddetta linea saranno in parte della società Solo Rinnovabili (per il tratto dall’aerogeneratore alla cabina di consegna) ed in parte di ENEL Distribuzione (per il tratto dalla cabina di consegna all’allaccio con la rete MT esistente).

5.1 Tratti interrati

- **Tensione d’esercizio:** *15 kV*
- **Numero di conduttori attivi ed eventuali funi di guardia:**

N° 2 cavo sotterraneo 3x185, ARE4H1RX. Si tratta di un cavi di media tensione tripolare ad elica visibile in alluminio, particolarmente adatti per installazioni direttamente interrate.

- **Corrente massima della linea:** *350 A*
- **Corrente mediana efficace giornaliera della linea:** *350 A*
- **Descrizione della linea:**

  Cavi sotterranei ad elica visibile di alluminio di sezione pari a 185 mm^2. I cavi saranno posati all'interno di tubi corrugati di opportuno diametro. La canalizzazione sarà posta nel sottosuolo con un estradosso di circa un metro dal piano viabile o di calpestio. La disposizione dei cavi nel sottosuolo è rappresentata nel paragrafo 3.2.

- **Stima del campo elettrico e magnetico: limiti di valore di campo riferiti alla legge n°36 del 22/02/0 1 e DPCM del 08/08/03, ovvero 3 µT.**

  Il valore di corrente utilizzato per calcolare l'intensità del campo magnetico (I mediana) è il valore mediano nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. La curva di isocampo a 3 µT dai calcoli effettuati, risulta distante circa 1 m dall'elettrodotto (ALLEGATO 1). Per l'impianto in oggetto tale curva non andrà ad interessare aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze superiori a 4 ore giornaliere.

  Il valore del campo di induzione magnetica generato è stato calcolato in accordo con la NORMA CEI 211-4.

  Si dichiara altresì che la curva di isocampo a 100 µT, calcolata in accordo con la NORMA CEI 211-4 e riferita alla corrente mediana giornaliera della linea, non interessa nessun luogo accessibile alla popolazione. Il valore di corrente utilizzato per calcolare l'intensità del campo magnetico il valore di portata massima del cavo, cautelativo in quanto maggiore della massima corrente erogabile dall' aerogeneratore a progetto.

  Per quanto concerne il campo elettrico delle linee in cavo a 15 kV si precisa che, trattandosi di conduttore in cavo isolato avente uno schermo metallico permanentemente collegato a terra, esso risulta nullo. Si precisa che la terna di vettori rappresenta un sistema simmetrico ed equilibrato.

  Inoltre nei calcoli delle curve di isocampo, a maggior prudenza, non si è tenuto conto dell'abbattimento provocato dalla "spiralatura" costruttiva dei cavi elicati, dall'abbattimento provocato da eventuali cavi allocati in "controfase" e si è scelto di arrotondare abbondantemente per eccesso la corrente mediana presunta presa a riferimento nei calcoli delle curve di isocampo.

6. PRINCIPALI NORME E DISPOSIZIONI DI RIFERIMENTO

- "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel distribuzione" del 12/ 2010.
- Allegato A della Delibera ARG/elt 99/08 "Testo integrato connessioni attive" Versione integrata e modificata dalle deliberazioni ARG/elt 179/08, 205/08, 130/09 e 125/10.

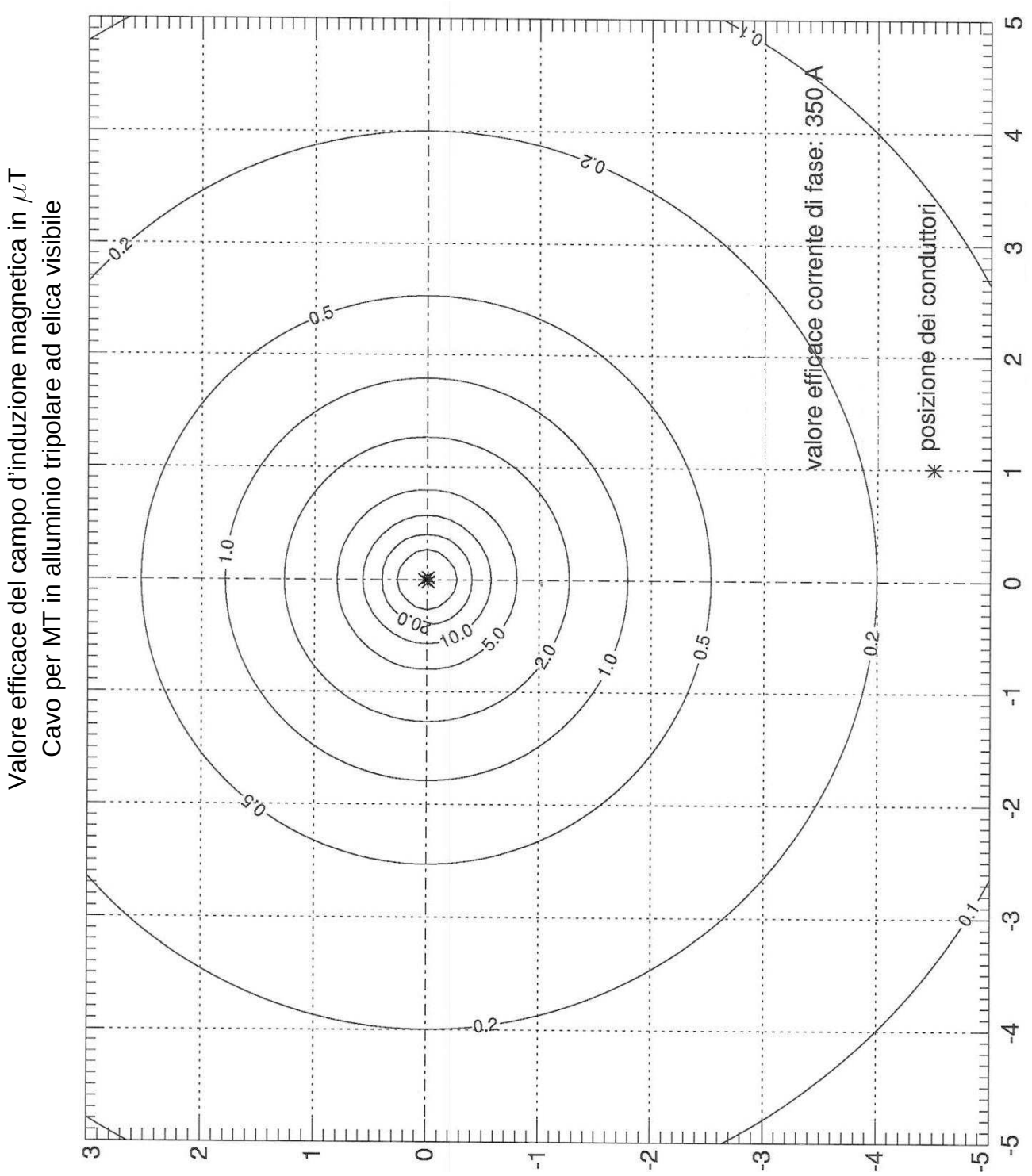
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo.
- Norma CEI 0-16 “Regola tecnica di rif. per la connessione di utenti attivi e passivi alla rete MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.
- Norma CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata”.
- CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”.
- 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 4461: “Impianti di terra delle cabine secondarie”.
- DK 4452: “Criteri di taratura degli impianti di distribuzione MT ed esempi tipici di coordinamento delle protezioni di rete e di utenza”.
- 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 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche".
- D.M. 14.01.2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- R.D. 523 del 25/07/1904 e s.m.i.

7. ELABORATI RICHIAMATI

- 2.1 - Layout d’impianto e vie d’accesso
- 2.4 - Planimetria linea elettrica
- 1.1 - Relazione Tecnica Descrittiva

8. ALLEGATO 1

Andamento del campo magnetico per 1 terna di cavi tripolari



9. ALLEGATO 2

Schema elettrico unifilare

