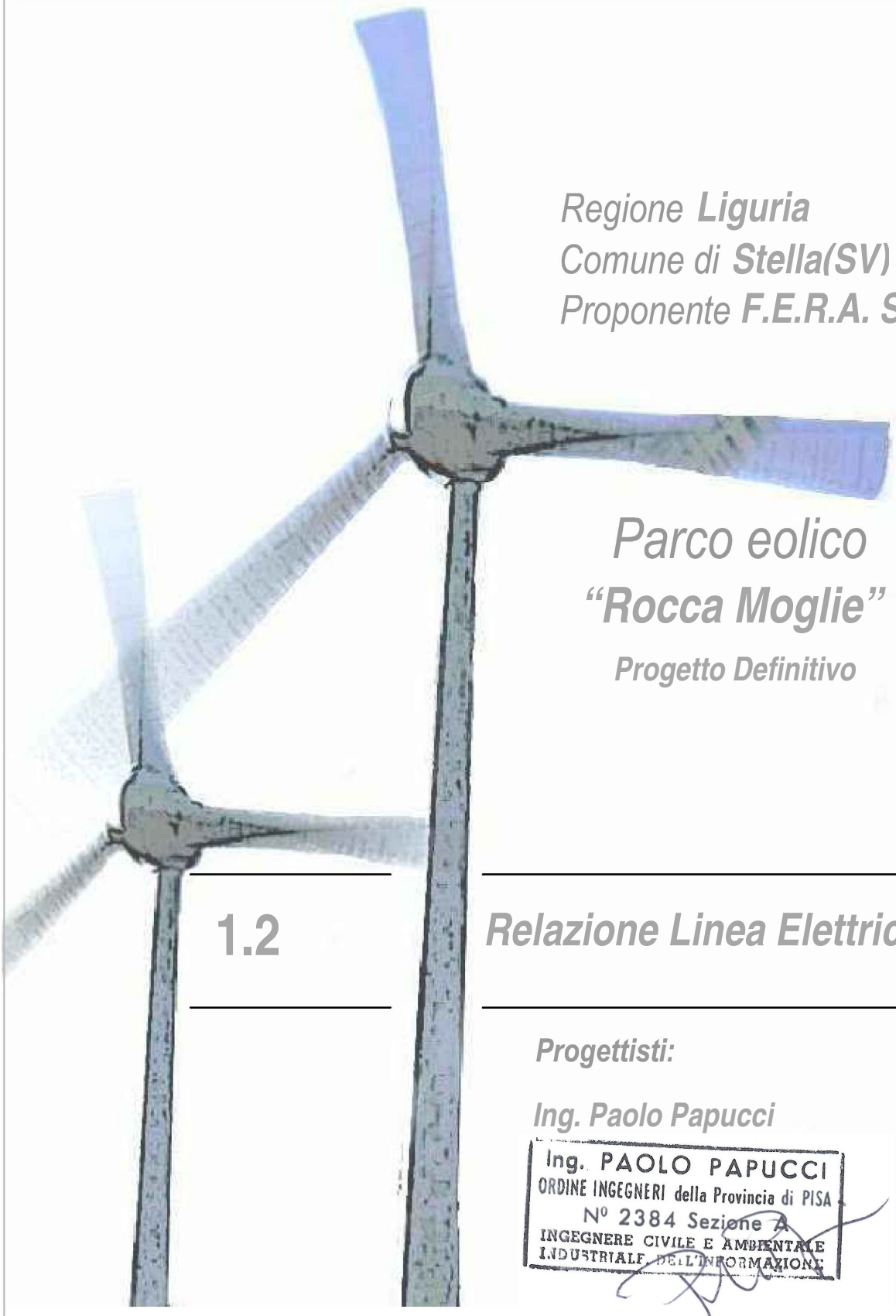
Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative
GENERAZIONE POSSIBILE

Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative S.r.l.
Piazza Cavour, 7 - 20121 Milano
T: +39 02 62690471 F: +39 02 32066804
info@ferasrl.it; www.ferasrl.it
P.IVA 13393960151

Azienda con sistema di gestione qualità
certificato UNI EN ISO 9001:2008
certificatI n. 501008849 e 501008850



Regione **Liguria**
Comune di **Stella(SV)**
Proponente **F.E.R.A. S.r.l.**

Parco eolico "Rocca Moglie"

Progetto Definitivo

1.2 Relazione Linea Elettrica

Progettisti:

Ing. Paolo Papucci

Ing. PAOLO PAPUCCI
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA
N° 2384 Sezione A
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
INDUSTRIALE, DELL'INFORMAZIONE

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
20.01.2014	F	Prima emissione	A. Paoletti	P. Papucci	G. Caroli

Comm. 42 **Elaborato:** PN2-1.2_Rev F_Relazione linea elettrica

E' vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo, senza l'autorizzazione di F.E.R.A. S.r.l.

INDICE

1. INTRODUZIONE 4

2. ELETTRODOTTO 4

2.1. CARATTERISTICHE GENERALI 7

2.2. SEZIONI TIPO CAVIDOTTO 7

2.3. COMUNI INTERESSATI 9

2.4. OPERE PUBBLICHE INTERESSATE 9

3. CABINA DI CONSEGNA 10

3.1. PIANI DI BACINO..... 12

3.1.1. RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE 12

3.1.2. SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO 13

4. RELAZIONE TECNICA SUL CAMPO ELETTROMAGNETICO 14

4.1. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA DI INSTALLAZIONE 14

4.2. TRATTO 1 16

- TENSIONE D'ESERCIZIO: 15 KV 16
- NUMERO DI CONDUTTORI ATTIVI ED EVENTUALI FUNI DI GUARDIA: 16
- CORRENTE MASSIMA DELLA LINEA: 350 A 16
- CORRENTE MEDIANA EFFICACE GIORNALIERA DELLA LINEA: 350 A 16

4.3. TRATTO 2 17

5. PRINCIPALI NORME E DISPOSIZIONI DI RIFERIMENTO 18

6. ELABORATI RICHIAMATI 19

ALLEGATO 1 20

ALLEGATO 2 20

ALLEGATO 2 21

ALLEGATO 3 22

1. INTRODUZIONE

Il presente documento illustra le opere relative alla realizzazione della linea interrata in cavo di media tensione (M.T.), per il collegamento elettrico di un nuovo aerogeneratore eolico situato nel Comune di Stella (SV) con il punto di consegna situato in loc. Ghingherina nel Comune di Pontinvrea (SV).

2. ELETTRODOTTO

Il progetto proposto prevede l'installazione di un aerogeneratore avente la potenza nominale di 1000 kW, indicato nella figura sotto.

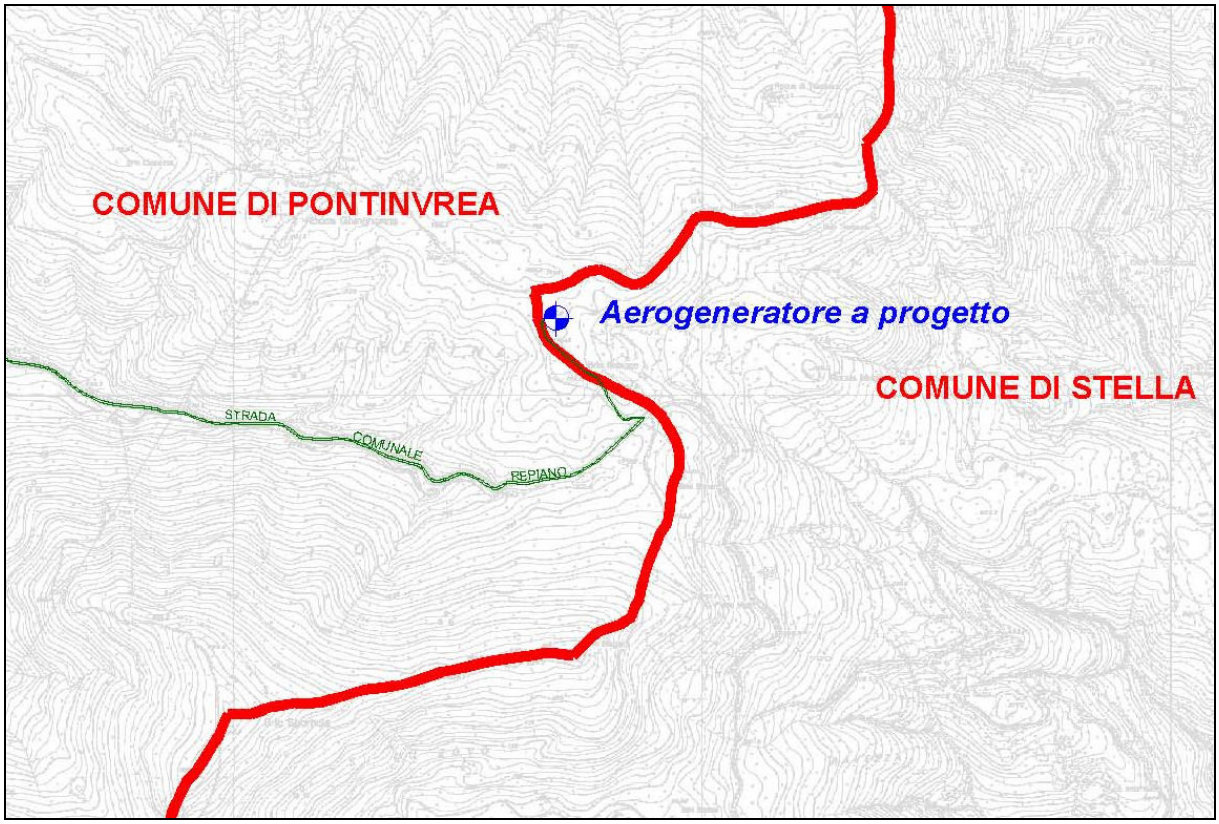


Figura 1 - Estratto CTR con la posizione della torre a progetto

L'aerogeneratore viene connesso alla linea elettrica mediante un cavo interrato in Media Tensione, che si collega ad una cabina di consegna posta a circa 660 metri della torre.

Tale tratta verrà realizzata lungo strade esistenti (Strada Gingherina,Via Prepranda) ad un metro e dieci di profondità dal piano stradale e comunque come richiesto dalla

normativa vigente in materia. Dal punto di consegna localizzato all'interno della cabina, si prevede la realizzazione di un elettrodotto di media tensione interrato che si sviluppa per una lunghezza di 1950 metri al di sotto del piano stradale asfaltato di Via Vernetta.

Raggiunta la località Vernetta, sempre in interrato il cavidotto raggiungerà il punto di allaccio proposto da ENEL. La soluzione di allaccio (Soluzione Tecnica Minima Generale) rilasciataci, prende in considerazione solo ed esclusivamente la soluzione con il minor costo di realizzazione, optando per un nuovo elettrodotto aereo di 230 metri, ma non impedisce di adottare soluzioni più onerose, come nel caso del cavo interrato.

La soluzione scelta sarà quindi quella con cavo interrato, in quanto la FERA, al fine di preservare l'area oggetto dell'opera, minimizzando l'impatto sull'ambiente circostante. si accollerà i maggiori oneri derivanti rispetto alla realizzazione di una linea aerea.

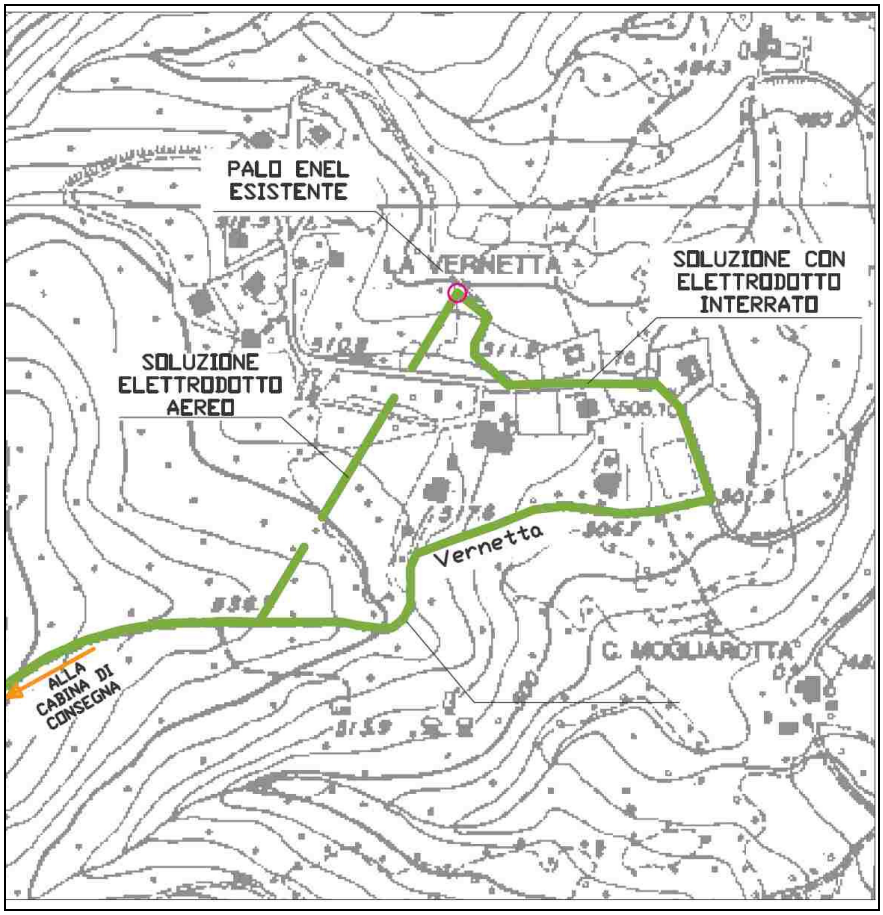


Figura 2: Punto di allaccio su CTR

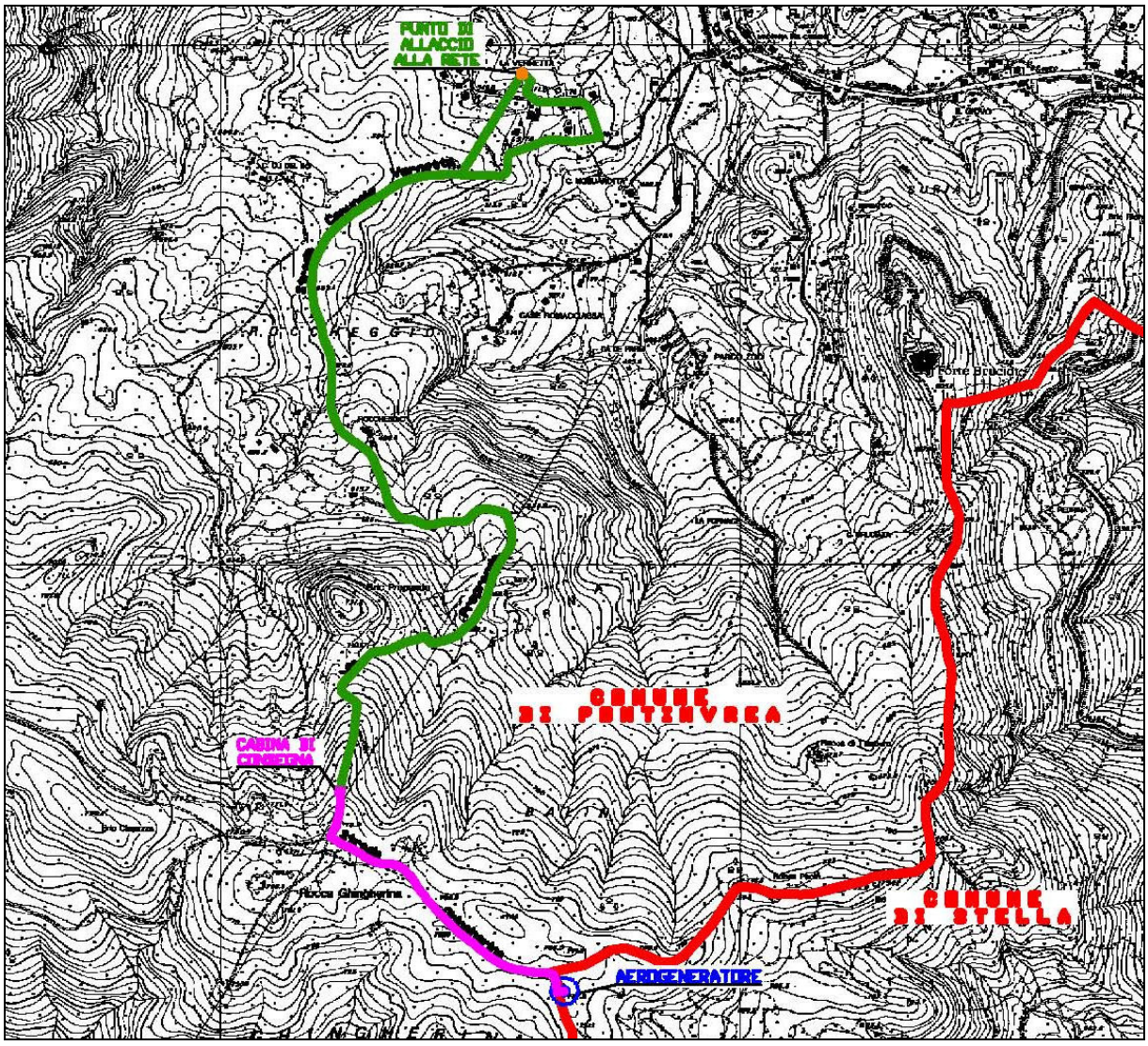


Figura 3: percorso del cavidotto su CTR

Il primo tratto di competenza FERA, collegherà la torre alla cabina di consegna; il secondo tratto di competenza ENEL che collegherà la cabina alla rete MT di Distribuzione sarà realizzato da FERA e poi ceduto a titolo gratuito ad ENEL Distribuzione che ne gestirà l'esercizio.

Il materiale di risulta degli scavi sarà impiegato per il successivo ricoprimento e non si prevede materiale in esubero. L'elettrodotto sarà costituito da cavo elettrico tripolare interrato a circa 1,1 m di profondità, in tubo corrugato di PVC. Non sono previsti pozzetti lungo il tracciato.

Si riporta in allegato lo schema elettrico unifilare (ALLEGATO 3).

2.1. CARATTERISTICHE GENERALI

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

- tipo di cavo: ARE4H1R – 12/20 kV – tripolare in alluminio;
- sezione 185 mmq
- tipo di isolante: Estruso classe 2;
- tipo di posa: Cavo interrato in tubo corrugato;
- tensione linea: 15 kV;
- frequenza: 50 Hz.

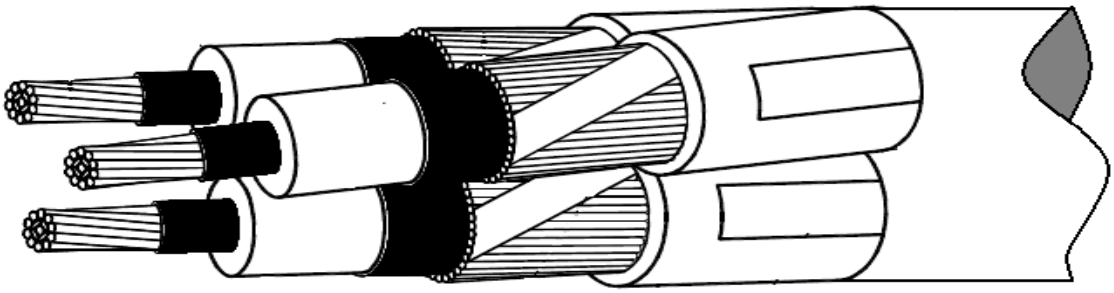


Figura 4 – Dettaglio cavo elettrico

2.2. SEZIONI TIPO CAVIDOTTO

L'elettrodotto interrato si sviluppa ad una profondità media di 1,1 m; il tracciato è posizionato per la sua totalità lungo strade esistenti.

Si riportano di seguito le sezioni tipo.

Il primo tratto il cavo è disposto al di sotto della piazzola di montaggio per circa 20 metri, si immette successivamente sulla strada vicinale Ghingherina–Prepranda (sterrata) per circa 660 metri (*Fig.5*).

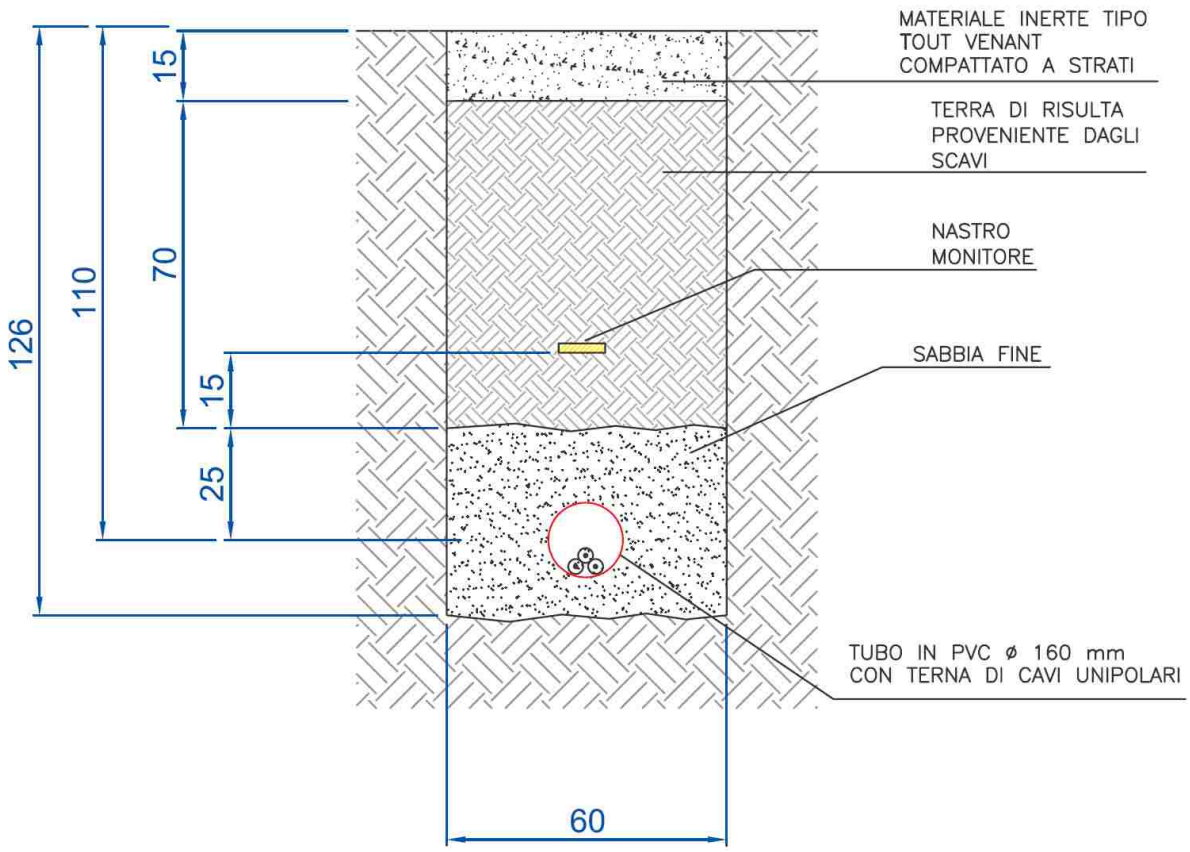


Figura 5 – Sezione tipo cavidotto singolo cavo tripolare su strada sterrata

Prosegue poi sulla strada asfaltata Prepranda per 100 metri per poi entrare all'interno della cabina di consegna.

Per questo tratto sarà da considerare la presenza dell'attuale cavo di media tensione già in esercizio per il parco eolico "La Rocca".

Pertanto,come evidenziato nella (*Fig. 6)* la distanza minima tra i due cavi tripolari, dovrà essere di almeno 30 cm.

Tale soluzione sarà utilizzata anche per il nuovo tratto di cavidotto da realizzarsi per collegare la cabina di consegna alla rete di media tensione di Enel Distribuzione.

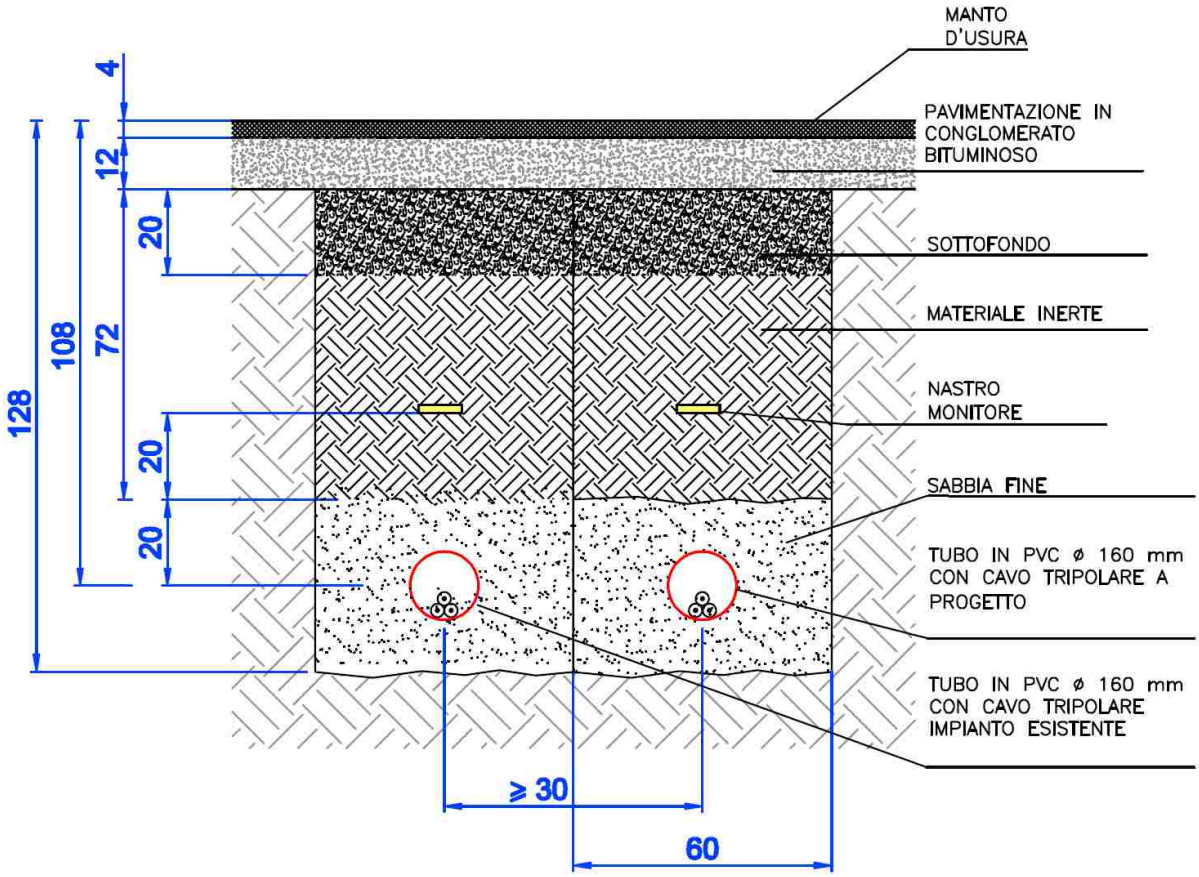


Figura 6– Sezione tipo cavidotto su strada asfaltata, parallelismo con il cavo dell'impianto esistente "Rocca Ghingherina"; i due conduttori dovranno essere ad una distanza minima di 30 cm

2.3. COMUNI INTERESSATI

Sono interessati dal passaggio della linea interrata i Comuni di Stella(SV) e Pontinvrea(SV).

2.4. OPERE PUBBLICHE INTERESSATE

L'elettrodotto si sviluppa per il primo tratto su terreni di proprietà privata, mentre andando verso il punto di consegna si percorrono strade vicinali e comunali esistenti. Tutto il percorso risulta contenuto all'interno dei Comuni di Pontinvrea (SV) e Stella (SV),

attraversando le contrade Ghingherina, Prepranda, Roccheggio, Balin, Magliarotta e Carmine.

Per l'attraversamento dei rii Ramocciassa, e Roccheggio, il tubo corrugato sarà posizionato in subalveo (*Tavole 2.6, 2.7 e 2.8)*

Parallelismi:

- Strada vicinale Ghingherina;
- Strada vicinale Prepranda;
- Strada vicinale Vernetta;

Intersezioni:

- Attraversamento 1 - Rio Ramocciassa – superficie demaniale occupata: 0,8 m^2;
- Attraversamento 2 - Rio Ramocciassa – superficie demaniale occupata: 1,4 m^2;
- Attraversamento 3 - Rio Roccheggio – superficie demaniale occupata: 1,4 m^2;

3. CABINA DI CONSEGNA

La cabina di consegna è costituita da tre locali (*Fig. 7*):

- locale di consegna

- locale di misura

- locale utente.

Il locale di consegna di energia ed il locale di misura devono essere costruiti dell'utente secondo le prescrizioni dell'ENEL. A tali locali hanno accesso gli operatori dell'Ente distributrice di energia direttamente dal suolo pubblico, tramite porte di tipo unificato ENEL, fornita e installata dall'utente con una serratura fornita dell'Ente distributore di energia e istallata dall'utente.

Il locale di consegna dell'energia, allestito dal produttore è di uso esclusivo dell'ENEL che allestirà le proprie apparecchiature di manovra e sezionamento. Il locale di misura dell'energia è il locale in cui l'Ente distributore di energia installa il gruppo di misura. A tale locale hanno accesso sia il produttore che il Distributore(Enel).

Anche il locale utente è completamente allestito dall'utente, questo locale oltre alle protezioni e apparecchiature richieste dalle normative vigenti, in accordo con le disposizioni fornite da ENEL Distribuzione, secondo le nuove indicazioni riportate nella "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione" del Dicembre 2012, comprende il cavo di collegamento fra il dispositivo di protezione generale e il punto di

consegna dell'energia posto nel locale di consegna. Locali e allestimento delle apparecchiature elettriche saranno eseguite in accordo alle indicazioni fornite da Enel Distribuzione.

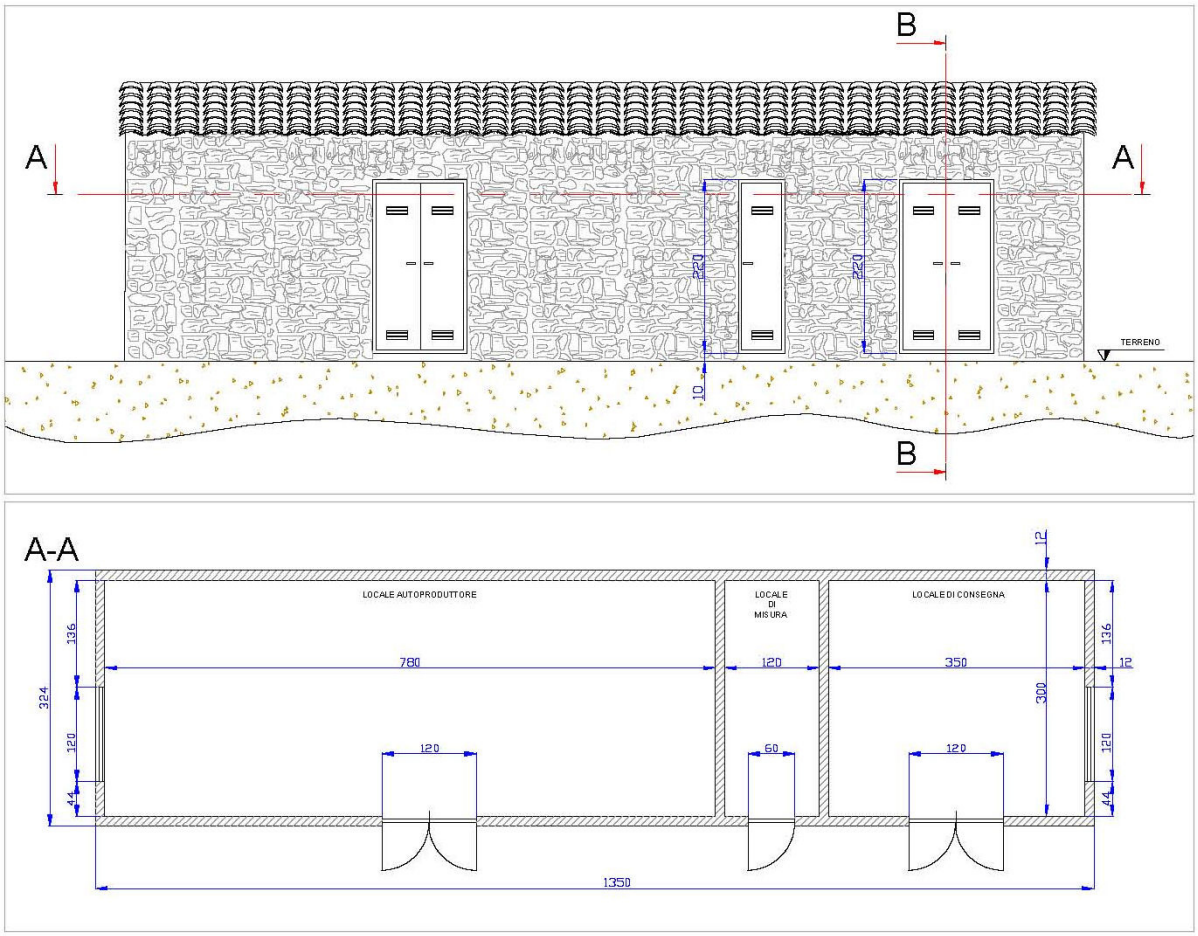


Figura 7 - Cabina di Consegna

Dal punto di vista costruttivo la struttura verrà realizzata in materiale prefabbricato poi successivamente intonacata a calce; Secondo la normativa vigente deve essere assicurato un grado di protezione verso l'esterno IP–33, norme CEI 70.1 ed il grado contro la sismicità deve essere pari a 12. Gli elementi prefabbricati che costituiscono la struttura della cabina sono realizzati in calcestruzzo armato vibrato, classe RCK 400 kg/cmq, addittivo con fluidificanti e impermeabilizzanti, tali da garantire una adeguata protezione contro le infiltrazioni per capillarità il tetto sarà realizzato a singola falda con copertura a coppi.

Si rimanda alla tavola 2.9 per le dimensioni e i dettagli costruttivi.

3.1. PIANI DI BACINO

Di seguito si riportano gli stralci dei piani di bacino relativamente al reticolo idrografico principale, alla suscettività al dissesto e alla carta degli interventi. Da queste tre planimetrie si evince la possibilità di edificare la cabina elettrica in questa zona.

3.1.1. RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE

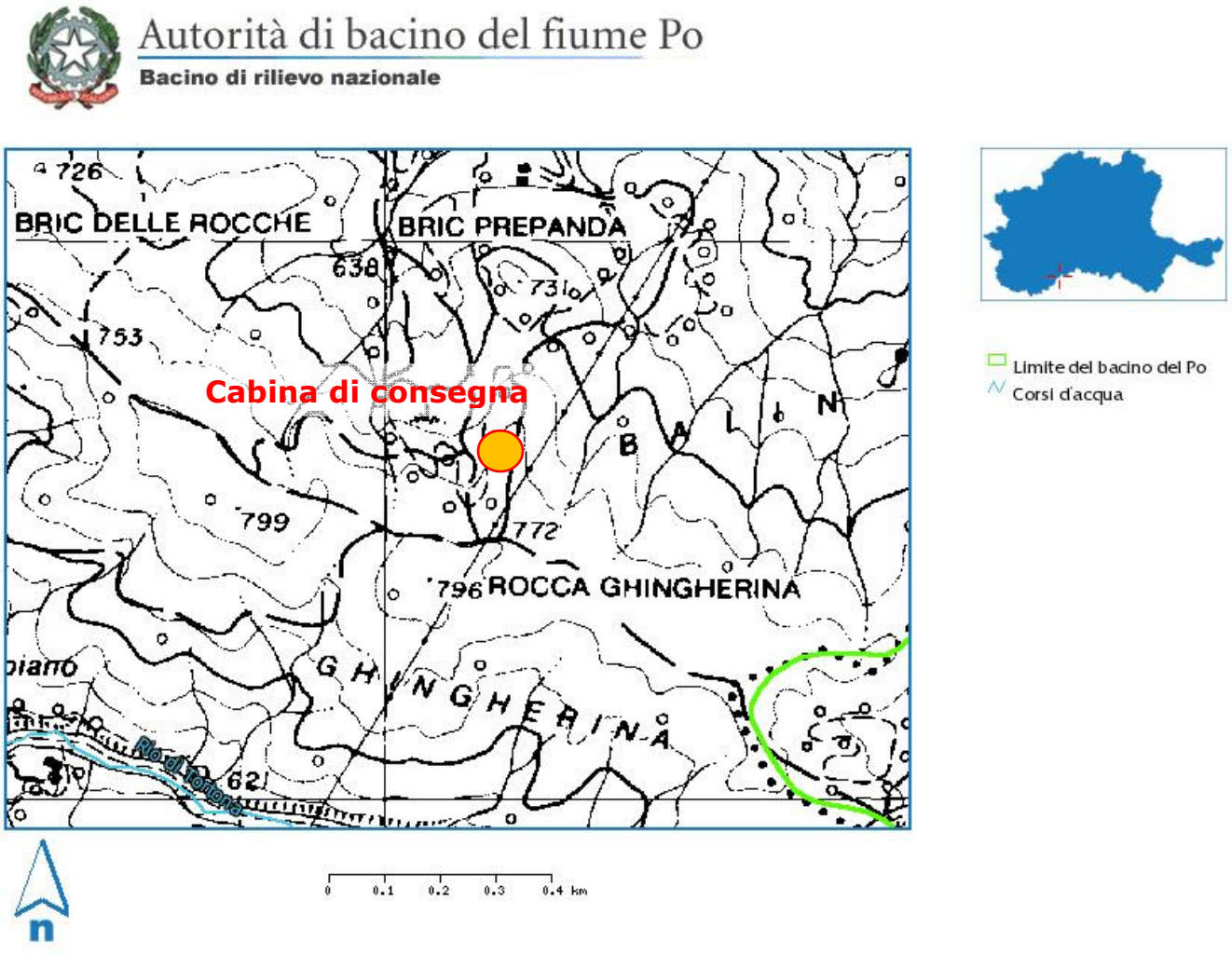


Figura 8 - Reticolo idrografico principale

3.1.2. SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO

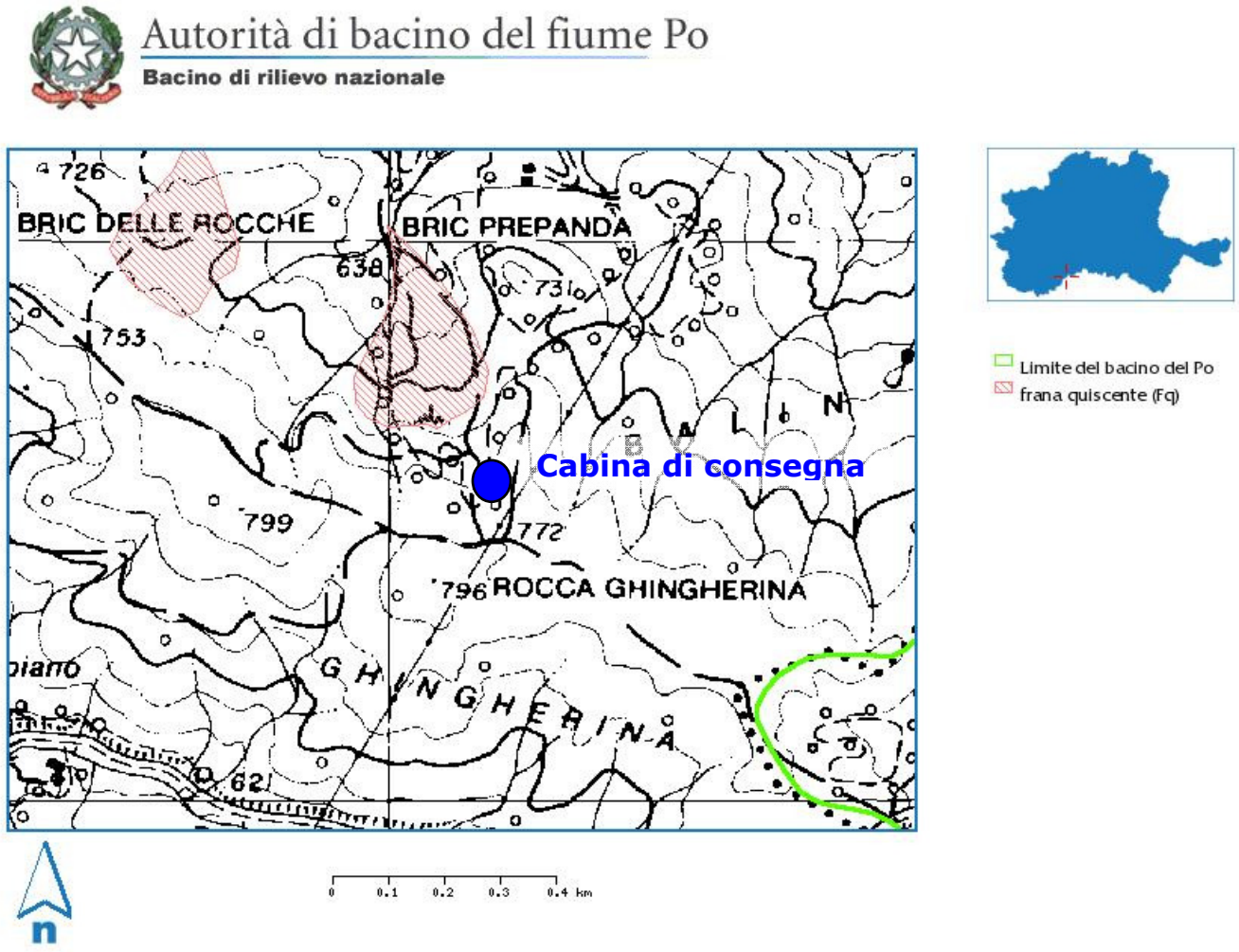


Figura 9 - Suscettività al dissesto

Nel Piano di Bacino del fiume Pò, l'area ricade in una zona caratterizzata da una suscettività al dissesto Bassa.

4. RELAZIONE TECNICA SUL CAMPO ELETTROMAGNETICO

La presente relazione riguarda la costruzione di un cavidotto che allaccia l'impianto eolico "Rocca Moglie" alla linea elettrica di media tensione nazionale.
La proprietà e la competenza della suddetta linea saranno in parte della società FERA ed in parte di ENEL Distribuzione.

4.1. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA DI INSTALLAZIONE

Comuni di Stella (SV) e Pontinvrea (SV)
Costruzione di un nuovo elettrodotto a Media Tensione (15 kV) in cavo interrato a seguito della realizzazione del Parco Eolico denominato "Rocca Moglie", situato nei pressi del Bric Sciappa. Il caso in esame può suddividersi in due casistiche separate:

Tratto 1: Il primo tratto riguarderà un solo cavo tripolare in alluminio con elica visibile. Il cavo correrà per i primi 20 m attraverso la piazzola di montaggio, successivamente seguirà la Strada sterrata Ghingherina in direzione del parco eolico esistente per un tratto di 660 m fino ad incontrare il cavidotto proveniente dal parco eolico esistente.

Tratto 2: Il secondo Tratto riguarda due cavi tripolari in alluminio posti ad una distanza di almeno 30 cm tra loro. Questo cavidotto percorre la strada vicinale Prepanda e la Strada Comunale Vernetta per un totale di 2650 metri

Tabella 1: coordinate dei punti riportati sulla mappa successiva

	COORDINATE NEL SISTEMA UTM – WGS84	
	COORDINATA EST	COORDINATA NORD
PUNTO 1	456579	4917987
PUNTO 2	456128	4918285
PUNTO 3	456489	4919753

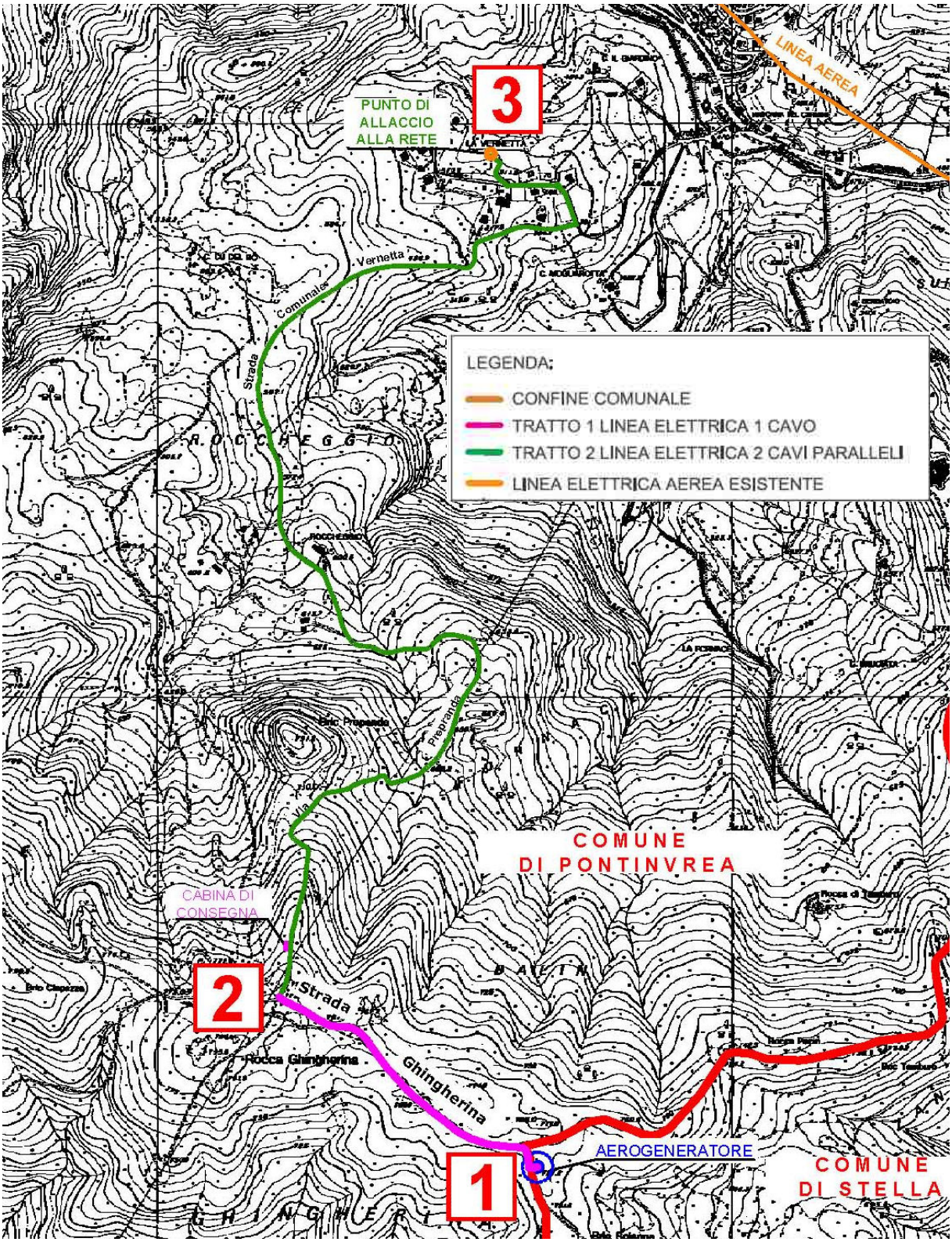


Figura 10 – Planimetria cavidotto, Tratti 1 e 2

4.2. TRATTO 1

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

  N° 1 cavo sotterraneo 3x185 ARG7H1RX. Si tratta di un cavo di media tensione tripolare ad elica visibile, particolarmente adatto per installazioni direttamente interrate.

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

  Trattasi di un cavo sotterraneo ad elica visibile di alluminio della sezione di 185 mm^2. Il cavo sarà posato all'interno di un tubo corrugato 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 nelle *Figure 5 e 6*.

- **Stima del campo elettrico e magnetico: limiti di valore di campo riferiti alla legge n° 36 del 22/02/01 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 dell'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.

4.3. TRATTO 2

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

  N° 2 cavi sotterranei entrambi di tipo 3x185 ARG7H1RX. Si tratta di cavi di media tensione tripolare ad elica visibile, particolarmente adatti per installazioni direttamente interrate.

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

  Trattasi di due cavi sotterranei ad elica visibile di alluminio della sezione di 185 mm^2, distanziati di almeno 30 cm. 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 in *Figura 6*.

- **Stima del campo elettrico e magnetico: limiti di valore di campo riferiti alla legge n° 36 del 22/02/01 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 1,5 m dall'elettrodotto (ALLEGATO 2). 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, rimanendo confinata all'interno della sede stradale.

  Il valore del campo di induzione magnetica generato è stato calcolato in accordo con la NORMA CEI 211-4, questo perché i cavi sono posizionati a centro strada, quindi 1,5 metri limite per avere i 3 µT saranno sempre confinati all'interno della

sede stradale. 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 è dato dai valori massimi delle correnti che circolano in entrambi i conduttori. Tale ipotesi è da considerare largamente cautelativa, in quanto i cavi non saranno mai impegnati al massimo della loro portata dai rispettivi generatori eolici.

Questi calcoli sono stati basati non sulla effettiva corrente max. generata dalla torre eolica che risulta circa 35 Ampere, ma sulla portata massima del cavo (350A), che in questo caso è sovradimensionato. Questo per dire che i calcoli effettuati sono cautelativi rispetto alla situazione reale essendo la corrente direttamente proporzionale al campo magnetico.

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.

5. 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".

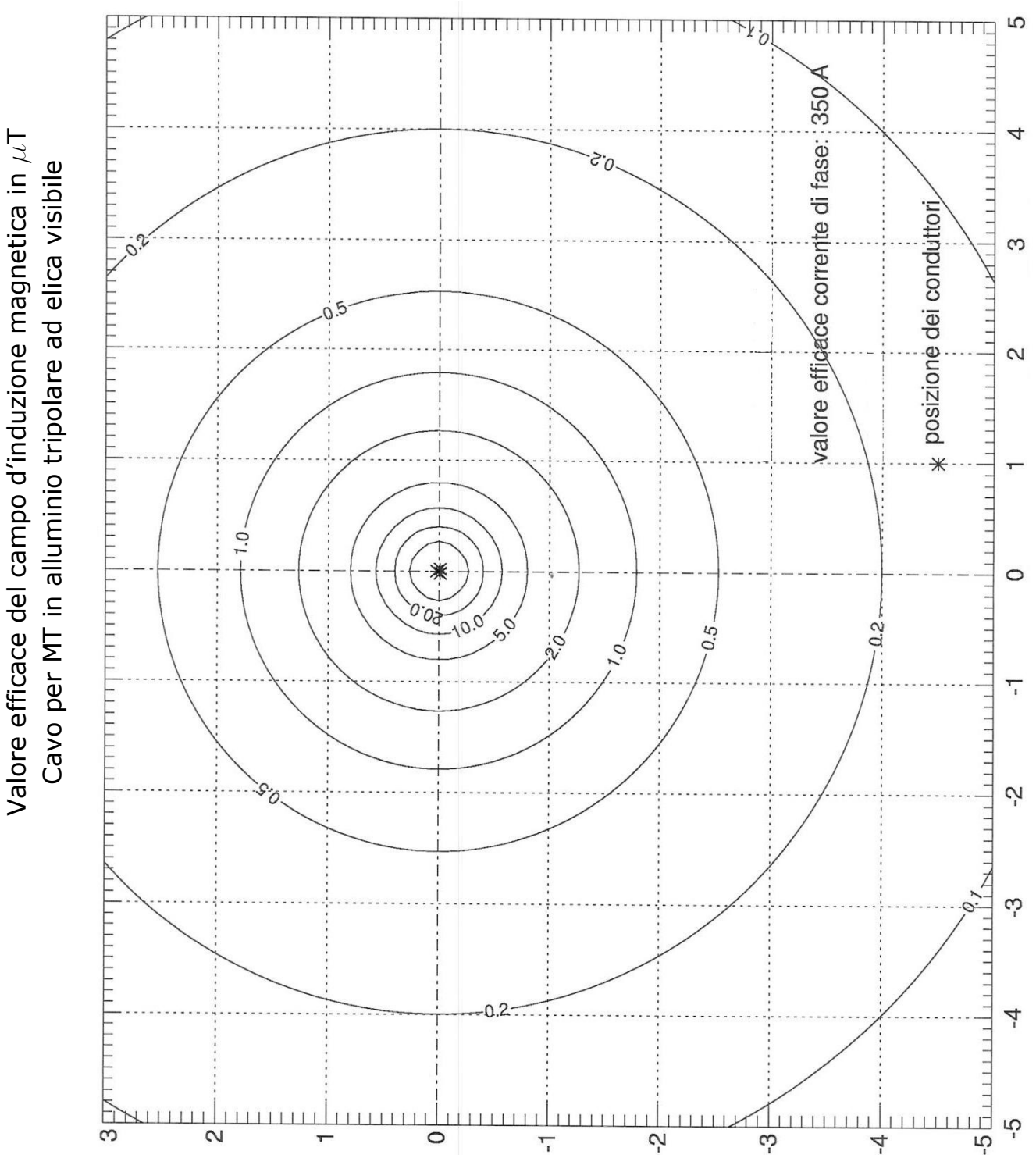
- Norma CEI EN 50086 2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati".
- DK 4461: "Impianti di terra delle cabine secondarie".
- DK 4452: "Criteri di taratura degli impianti di distribuzione MT ed esempi tipici di coordinamento 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.

6. ELABORATI RICHIAMATI

- 2.5 Planimetria Generale Linee Elettriche;
- 2.6 Attraversamento Cavidotto MT Rio 1;
- 2.7 Attraversamento Cavidotto MT Rio 2;
- 2.8 Attraversamento Cavidotto MT Rio 3;
- 2.9 Cabina di consegna

ALLEGATO 1

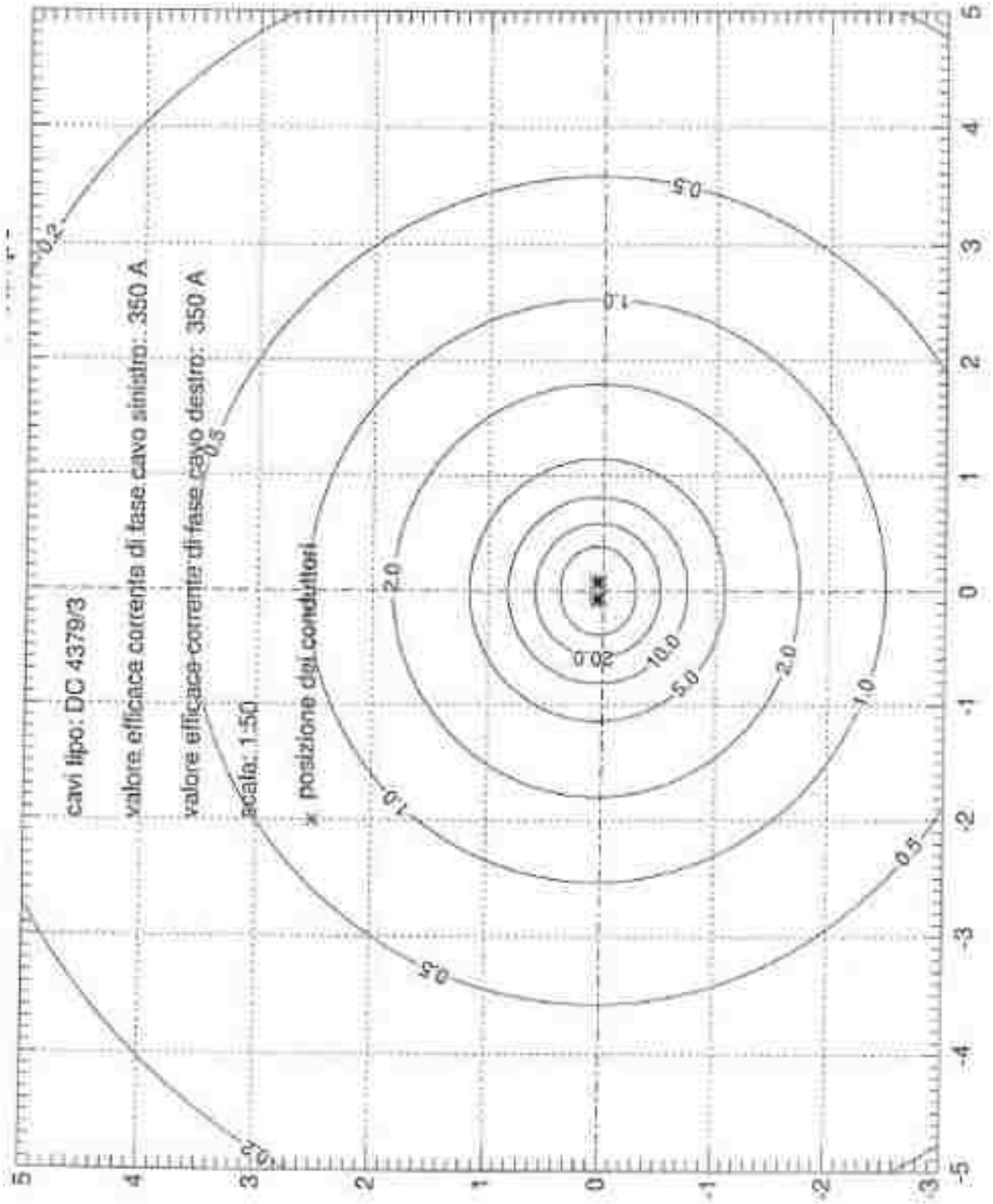
Andamento del campo magnetico per 1 terna di cavi tripolari



ALLEGATO 2

Andamento del campo magnetico per 2 terne di cavi tripolari in parallelo

Valore efficace del campo d'induzione magnetica in μT
Cavo per MT in alluminio tripolare ad elica visibile



ALLEGATO 3

Schema elettrico unifilare

