

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	LOCALIZZAZIONE DELL'AREA.....	3
3	REQUISITI DELLA CABINA ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE	5
4	CALCOLO IMPIANTO DI TERRA DEL SOLO DISPERSORE PUNTUALE DELLA CABINA	14

1 PREMESSA

Su incarico dell'Ingegnere Sartori Pietro, progettista del "Pua scheda norma 67 – ditta Chiavegato Piergiorgio e altri", si è redatta la presente relazione a completamento della pratica per l'ottenimento del parere in merito alla realizzazione della posa dei cavidotti come predisposizione della energia elettrica di Bassa Tensione e Media Tensione.

L'ambito di progetto prevede, la realizzazione di una cabina su area del PUA in oggetto ma che andrà a servire anche il PUA adiacente.

Lo studio a corredo del progetto si propone di descrivere la rete e le caratteristiche che questa deve avere, basandosi sulle specifiche A.G.S.M. S.p.A.

2 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA

L'area di intervento è localizzata nel Comune di Verona tra via Pascoli e via Pirandello.



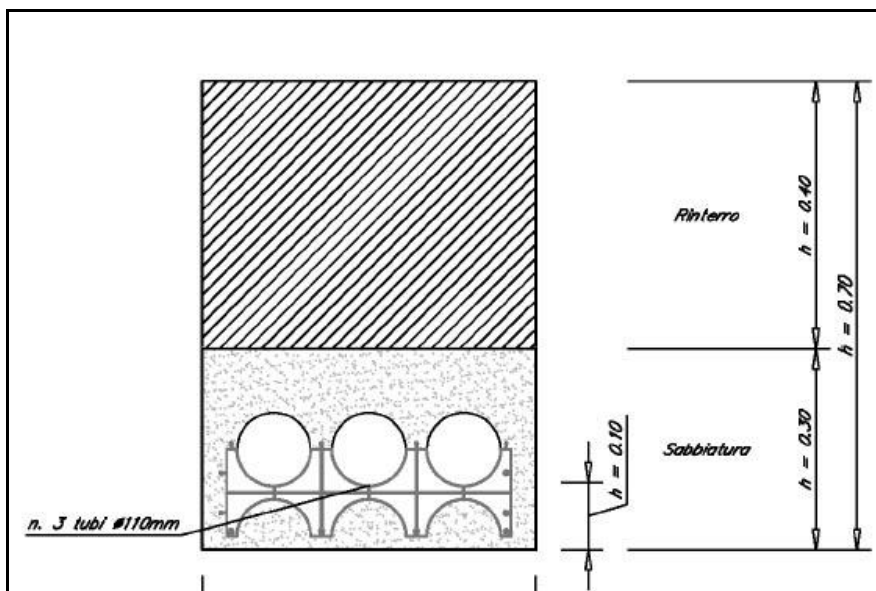
Figura 1: Foto area di inquadramento dell'area d'intervento

TIPOLOGIA DI TUBAZIONI DA UTILIZZARE

Per la realizzazione della rete di bassa tensione si dovranno utilizzare tubazioni avente le caratteristiche riportate nella tabella sottostante.

DESCRIZIONE	CARATTERISTICHE
Tubo liscio rigido per cavidotti.	Cavidotto tipo: Pesante; Materiale: PVC rigido; Colore: Nero; Resistenza allo schiacciamento: $\geq 750\text{N}$; Diametro: 110/160mm; Giunzione: Bicchiere ad incollaggio; Marchiatura: IMQ, UNI EN ISO e CEI attestate dalla relativa dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore; Caratteristiche: Banda gialla spiralata sulla parete esterna al tubo attestante le specifiche tecniche.
Tubo corrugato rigido per cavidotti.	Cavidotto tipo: A doppio strato corrugato esternamente e liscio internamente; Materiale: Mescola di polietilene neutro alta densità rigido; Colore: Grigio parete esterna e giallo parete interna; Resistenza allo schiacciamento: $\geq 750\text{N}$; Diametro: 110/160mm; Giunzione: Manicotti in polietilene neutro alta densità e guarnizioni elastomeriche per la tenuta; Marchiatura: IMQ, UNI EN ISO e CEI attestate dalla relativa dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore; Caratteristiche: Scritta indelebile sulla parete esterna al tubo attestante le specifiche tecniche.

Le tubazioni dovranno avere diametro pari a 110 mm, posizionate entro uno scavo avente le seguenti caratteristiche:



In prossimità dei cambi di direzione si dovranno predisporre pozzetti prefabbricati in cls aventi dimensioni interne 60x60 cm.

In prossimità dei cambi di direzione si dovranno predisporre pozzetti prefabbricati in cls aventi dimensioni interne 60x60 cm.

Tali pozzetti preferibilmente dovranno avere il fondo aperto per garantire l'infiltrazione nel suolo di eventuale acqua meteorica, evitandone così il deposito sul fondo.

Le tubazioni per quanto riguarda la Media Tensione dovranno avere diametro pari a 160 mm e annegate nel cls.

I pozzetti dovranno essere di due tipologie:

- per il pozzetto in prossimità della cabina di trasformazione si dovrà realizzare in opera con dimensioni esterne pari a 2,40 x 1,90 metri.
- Le altre camerette saranno prefabbricate di dimensioni 1,20 x 1,50 metri o 1.2 x 1.2 metri.

I chiusini da utilizzare dovranno avere le seguenti caratteristiche:

-) Dichiarazione di conformità alla classe D400 della EN 124:1994),
-) Certificazione qualità prodotto (Marchio di Qualità Prodotto),
-) Dichiarazione ubicazione del sito produttivo;

I chiusini inoltre dovranno avere sistema bloccaggio a 90° con cerniera e dotato di giunto in polietilene antirumore e antibasculamento.

Dovrà inoltre essere marchiato AGSM E.E.

Nell'elaborato grafico allegato alla presente relazione sono evidenziati sia la rete di bassa tensione che gli stacchi che si prevedono di realizzare.

3 REQUISITI DELLA CABINA ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE

La cabina elettrica di distribuzione secondaria viene impiegata su reti elettriche in cavo aventi tensione nominale pari a 10-20KV per contenere apparecchiature di MT e BT nei diversi equipaggiamenti (rif. Tabelle di unificazione ENEL DD 2001 - DD 2202 - DD 2203 - DD 2204 - DD 2205).

Riferimenti normativi

Tabella ENEL DG 2061 - Ed. 5 2007
Tabella ENEL DG 10061 - Ed. 5 2007
Tabella ENEL DG 10062 - Ed. 5 2007
Tabella ENEL DG 10063 - Ed. 5 2007
Tabella ENEL DS 919 - DS 918
Tabella ENEL DS 927 - DS 926
Tabella ENEL DS 988

Tabella ENEL DY 3016 - DY 3021

Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 e successive modificazioni

D.M. 14 Febbraio 1992

D.P.R. 6 Giugno 2001 n. 380

Circolare Ministero LL.PP. n. 20244 del 30 Giugno 1980 (parte C)

Circolare Cons. Sup. LL.PP. n. 6090 punto 4.6

Legge 2 Febbraio 1974 n. 64

D.M. 24 Gennaio 1986

D.M. 3 Dicembre 1987 (Norme per le costruzioni prefabbricate)

Circolare Ministero LL.PP. 16 Marzo 1989 n. 31 104

Circolare Ministero LL.PP. 24 Maggio 1982 n. 22631

Norma CE1 EN 60529

Caratteristiche dei materiali impiegati

Calcestruzzo per opere di sottofondazione	Rck 300
Calcestruzzo per strutture prefabbricate	Rck 400
Rete Elettrosaldata	Feb44k
Acciaio In Barre - Aderenza Migliorata	Feb44k
Bulloni e Viti	Alta Resistenza - Classe 8.8

Caratteristiche tecnico costruttive

La cabina elettrica di distribuzione MT/BT tipo è realizzata con struttura ad elementi prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato di tipo monoblocco, con tipologia di costruzione scatolare.

a) struttura in elevazione (fuori terra);

b) basamento di fondazione (di tipo prefabbricato a vasca).

Tra il box ed il basamento non è previsto collegamento meccanico, ma un sistema di accoppiamento tale da impedire eventuali spostamenti orizzontali del box stesso ed un sistema di sigillatura al contatto box - vasca, tale da garantire una perfetta tenuta all'acqua.

La struttura ha pareti interne lisce senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali.

Le dimensioni della cabina tipo BOX URBANO abbinate alla realizzazione con struttura monoblocco sono tali da garantire lo spostamento del box completo di apparecchiature, con l'esclusione del trasformatore.

Dimensioni interne **6,00x 3,50 h = 2,50 [m]**

Dimensioni esterne indicative **6,16 x 3,66h = 2,70 [m]**

Il box è realizzato in modo da assicurare un grado di protezione verso l'esterno pari a IP33 (rif. Norma CE1 70-1).

Gli elementi prefabbricati che costituiscono la struttura della cabina elettrica tipo BOX URBANO sono realizzati in calcestruzzo armato vibrato, classe Rck 400 kg/cm² additivato con fluidificanti ed impermeabilizzanti, tali da garantire un'adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

L'ossatura della cabina è costituita da un'armatura metallica costruita in rete elettrosaldata e ferro nervato, ad aderenza migliorata, in FeB44k.

Tale armatura, unita mediante saldatura, realizza una maglia equipotenziale di terra, omogenea in tutta la struttura che, successivamente collegata all'impianto di terra, protegge le apparecchiature interne da sovratensioni atmosferiche e limita gli effetti delle tensioni di passo e contatto.

Sono predisposti collettori di terra che saldati all'armatura metallica della fondazione, consentono il collegamento equipotenziale interno-esterno dell'impianto di terra.

Carichi di progetto

I carichi di progetto considerati nel calcolo delle strutture costituenti la cabina sono:

a) azione del vento corrispondente ai seguenti parametri:

altitudine mt. 1500 sul livello del mare; macro-zonazione **4**;

periodo di ritorno $T_r=50$ anni; pressione cinetica di picco $q(z)=300$ daN/mq.

b) azione sismica corrispondente ai seguenti parametri:

zona sismica 1;

categoria di suolo di fondazione D;

spettro di progetto definito dal periodo di vibrazione: $T_B < T < T_C$;

fattore di importanza $I=1,2$.

La spinta del vento e l'azione sismica sono considerate separatamente l'una dall'altra, in conformità alla Legge 2 Febbraio 1974 n. 64, art. 10.

c) sollecitazioni dovute al sollevamento ed al trasporto del box completo di apparecchiature (escluso il trasformatore).

d) carichi mobili e permanenti sul pavimento della cabina.

Le verifiche strutturali sono eseguite secondo le prescrizioni delle vigenti Norme per le costruzioni in cemento armato in zona sismica, nelle condizioni più conservative.

Pareti perimetrali

Le pareti verticali sono realizzate in calcestruzzo armato vibrato, classe Rck 400, dello spessore di 8 cm.

Sono inoltre predisposti adeguati inserti in acciaio destinati al fissaggio delle apparecchiature di BT e dell'impianto di terra. Tali inserti in acciaio sono posizionati a filo parete interna e saldati all'armatura metallica della parete stessa, in modo da garantire il collegamento equipotenziale, hanno la filettatura ben pulita ed ingrassata, e sono corredati di tappi in plastica.

Sulla parete lato finestre è fissato un passante in materiale plastico, annegato nel calcestruzzo in fase di getto, che consente il passaggio di cavi elettrici temporanei. Tale passante ha un diametro interno minimo di 8 cm, ed è dotato di un dispositivo di chiusura/apertura funzionante solo con attrezzi speciali e garantisce la tenuta anche in assenza di cavi.

In fase di getto sono posizionati, come indicato dalle tabelle di unificazione, i controtelai per il fissaggio dei serramenti. Sono presenti:

a) n. 1 porta in resina (rif. Tabella ENEL DS 919) o in acciaio inox (rif. Tabella ENEL DS 918) completa di serratura (rif. Tabella ENEL DS 988);

b) n. 2 finestre in resina (rif. Tabella ENEL DS 927) o in acciaio inox (rif. Tabella ENEL DS 926).

Pavimento interno

Il pavimento è costituito da una soletta piana dello spessore di 10 cm in calcestruzzo armato vibrato, classe Rck 400, dimensionato per sostenere il carico trasmesso dalle apparecchiature elettromeccaniche che sono fissate allo stesso a mezzo di appositi inserti metallici filettati:

a) carico permanente uniformemente distribuito pari a 500 kg/m^2 ;

b) carico mobile, da poter posizionare ovunque, pari a 3000 kg distribuito su quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di 1 m di lato (rif. Tabella ENEL DG 10062).

Sul pavimento sono previste le seguenti aperture:

a) aperture per il passaggio dei cavi complete degli elementi di copertura in fibrocemento compresso;

b) apertura per l'accesso alla vasca di fondazione, completa di una lastra di copertura in calcestruzzo o VTR removibile avente un peso inferiore a 25 kg e una capacità portante tale da supportare un carico concentrato in mezzeria di 1500 kg.

Le suddette aperture sono posizionate come indicato nella tabella di unificazione ENEL DG 2061.

Sul bordo dell'apertura per l'accesso alla vasca di fondazione è inserito un punto accessibile sull'armatura della soletta del pavimento, per la verifica della continuità elettrica con la rete di terra.

Soletta di copertura

La soletta di copertura, costituita da una piastra piana dello spessore minimo di 10 cm dotata perimetralmente di una cornice di gronda, è dimensionata in modo da supportare sovraccarichi accidentali pari a 400 kg/m^2 e garantire un coefficiente medio di trasmissione del calore di $3,1 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$.

La copertura è protetta da un idoneo manto impermeabilizzante.

Il tetto, a richiesta, è di tipo a due falde, con rivestimento in cotto o laterizio (coppi o tegole) oppure in pietra naturale o ardesia.

Sulla copertura è installato un aspiratore eolico in acciaio inox, del tipo con cuscinetto a bagno d'olio.

L'aspiratore ha un diametro minimo di 250 mm ed è dotato di rete anti insetto removibile avente maglia $10 \times 10 \text{ mm}$ e di sistema di bloccaggio antifurto.

Ad installazione avvenuta, l'aspiratore garantisce una adeguata protezione contro l'introduzione di corpi estranei e la penetrazione di acqua.

Sistema di ventilazione

La ventilazione all'interno del box avviene tramite l'aspiratore eolico e le due finestre di aerazione in resina o in acciaio inox (rif. Tabelle ENEL DS 927 - DS 926), posizionate sul fianco del box, come indicato nella Tabella ENEL DG 2061

Basamento di fondazione

Il basamento di fondazione è realizzato da una struttura prefabbricata monoblocco del tipo "a vasca" con dimensioni in pianta di $7,00 \times 3,70 \text{ m}$ e $h = 0,70 \text{ m}$.

Lo spessore del fondo della vasca è di 20 cm, mentre lo spessore delle pareti laterali è di 10 cm.

La struttura, ottenuta con unico getto, è realizzata in calcestruzzo armato vibrato classe Rck 400 kg/cm² additivato con fluidificanti ed impermeabilizzanti, tali da garantire una adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

L'armatura metallica della struttura è realizzata con rete elettrosaldata e ferro nervato ad aderenza migliorata in acciaio FeB44k unita mediante saldatura.

Le pareti verticali della vasca di fondazione sono predisposte di opportuni diaframmi a frattura prestabilita tali da rendere agevole l'innesto delle canalizzazioni per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica stessa.

I fori utilizzati, nella misura di n. 2 MT e n. 4 BT, sono dotati di un sistema di passacavo, in kit pre-assemblato, che garantisce i requisiti di tenuta stagna anche in assenza dei cavi.

Tutti i kit sono flessibili, adattabili al diametro dei cavi e forniti completi di tutti gli elementi necessari per sigillare cavi di qualsiasi genere, ivi compresa la corda di rame in treccia non rivestita, con diametri esterni rientranti negli intervalli previsti.

Il kit per cavi BT consente il passaggio di 3 cavi con diametro minimo di 10 mm e massimo di 32 mm, più 4 cavi con diametro minimo di 3,5 mm e massimo di 16,5 mm.

Il kit per cavi MT consente il passaggio di 3 cavi diametro minimo di 24 mm e massimo di 54 mm, più 4 cavi con diametro minimo di 10 mm e massimo di 25 mm.

Il sistema ha approvazioni e certificazioni secondo le più severe normative internazionali di sicurezza.

Il sistema è facilmente modificabile per facilitare la manutenzione e la possibile aggiunta di altri cavi o tubi di diametro rientranti negli intervalli previsti.

I componenti del sistema sono privi di alogeni. I fori non utilizzati sono a frattura prestabilita, verso l'esterno e predisposti per la possibile installazione di altri passacavi (foro cilindrico e superficie interna levigata).

Sono altresì predisposti collettori di terra che, saldati all'armatura metallica della fondazione, consentono il collegamento equipotenziale interno-esterno dell'impianto di terra.

Finiture

Le superfici esterne della cabina elettrica formazione di cavillature ed infiltrazioni, e tali da conferire alla cabina stessa adeguata resistenza nei confronti dell'azione degli agenti atmosferici.

Le pareti interne ed il soffitto sono tinteggiate con pitture a base di resine sintetiche di colore bianco.

Le pareti esterne sono trattate con rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sul manufatto, resistenza agli agenti atmosferici anche in ambiente industriale e marino, inalterabilità del colore alla luce solare e stabilità agli sbalzi di temperatura (range compreso tra -20°C e +60°C), colore RAL 101 1 (beige-marrone) della scala RAL-F2.

A richiesta le pareti esterne sono rivestite in listelli di cotto greificato di prima scelta (dimensioni raccomandate 24x6).

L'elemento di copertura è trattato con lo stesso rivestimento sopraccitato, ma con colore RAL 7001 (grigio-argento) della scala RAL-F2.

Fanno eccezione le coperture a richiesta del tipo a due falde in cotto, laterizio, pietra o ardesia.

Tutti i giunti di unione delle strutture con particolare attenzione al punto di appoggio con il basamento sono sigillati per una perfetta tenuta d'acqua.

Impianto di illuminazione interno

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, è realizzato con cavo unipolare, di tipo 2x4 mm²+T, antifiamma, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo.

L'impianto di illuminazione interno è costituito da:

- a) plafoniera in esecuzione stagna 200 W (rif. Tabella ENEL DY 3021);
- b) interruttore bipolare con fusibili e presa bipolare avente classe di isolamento 2^a e grado di isolamento minimo pari a IP55;

Tutti i componenti dell'impianto sono contrassegnati con un marchio attestante la loro conformità alle Norme.

Impianto di messa a terra (terra di protezione)

Tutti gli inserti metallici previsti sono connessi elettricamente all'armatura del manufatto.

Il collegamento interno-esterno della rete di terra è realizzato con connettore in acciaio inox, annegato nel calcestruzzo e collegato all'armatura o con analogo passante in acciaio inox.

Il connettore è dotato di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca.

L' impianto di messa a terra è costituito da:

- a) impianto di terra interno realizzato con corda di rame nuda di sezione 50 mm²;
- b) impianto di terra esterno realizzato con doppio anello in corda di rame nuda di sezione 50 mm² posata entro scavo di sezione 0,2 x 1 m alla distanza di 1,00 m dalla

fondazione e 1 metro dal primo anello sarà posato il secondo anello ad una profondità di 2 metri dal piano finito.

Il rinterro degli scavi è eseguito con terreno vegetale. Il valore della resistenza dell'impianto di messa a terra di cabina è inferiore a 0.95Ω

Qualora, con l'adozione delle modalità sopra riportate, non sia possibile rispettare la condizione citata in merito al valore limite della resistenza dell'impianto di messa a terra di cabina, sarà contattata AGSM Distribuzione s.r.l. per le modalità operative da attuare.

Impianto di messa a terra del conduttore di neutro di BT (terra funzionale)

L'impianto di messa a terra del conduttore di neutro di BT è realizzato in opportuna area, tale da non risultare interferente con l'impianto di messa a terra di cabina (terra di protezione), e si estende in verso opposto rispetto al percorso di ingresso e uscita dei cavi della rete di MT a cui la cabina è connessa.

L'impianto di messa a terra del conduttore di neutro di BT è costituito essenzialmente da due parti distinte:

a) parte in corda di rame isolata, di sezione 50 mm^2 , posata entro tubazione flessibile in PVC di diametro pari almeno a 0,06 m, entro scavo di profondità pari a 1,0 m, che si sviluppa linearmente per una lunghezza pari almeno a $5L$, dove L è la massima dimensione dell'impianto di terra di protezione della cabina. L'estensione del tronco in corda di rame isolata pari ad almeno $5L$ garantisce la non interferenza tra l'impianto di messa a terra del conduttore di neutro di BT e l'impianto di terra di cabina.

b) parte in corda di rame nuda posata direttamente nel terreno o bandella in acciaio zincato di dimensioni $4 \times 40 \text{ mm}$, entro scavo di profondità pari a 1 m terminante con dispersori di terra (piastre/picchetti).

Il rinterro degli scavi è eseguito con terreno vegetale.

Il valore massimo della resistenza dell'impianto di messa a terra del conduttore di neutro di BT è 25Ω .

Targa di identificazione

All'interno della cabina elettrica, in corrispondenza della parete con la porta di accesso, è applicata una targa identificativa in materiale non metallico, incorporata nel calcestruzzo o efficacemente incollata, riportante i seguenti dati:

- a) nome del costruttore;
- b) sigla assegnata dal costruttore al box;
- c) anno di fabbricazione;

- d) peso del manufatto (escluse le apparecchiature);
- e) schema e modalità di sollevamento completa di apparecchiature (trasformatore escluso).

Istruzioni per il sollevamento

La tecnica di sollevamento degli elementi prefabbricati rispetta lo schema e la modalità di sollevamento riportata nella targa di identificazione posta all'interno della cabina.

Istruzioni per la messa in opera

Per il corretto posizionamento della cabina elettrica in oggetto, si pone particolare attenzione alla definizione della "quota pavimento interno" che risulta almeno di 20 cm superiore al piano del "finito" esterno cabina.

Lo scavo, effettuato con mezzo meccanico, è opportunamente livellato con sabbia o ghiaietto in modo da garantire una corretta distribuzione dei carichi trasmessi dalla fondazione al terreno sottostante.

Lo scavo è maggiorato rispetto alle dimensioni della cabina di almeno 1,00 m su ogni lato in modo da consentire, oltre ad un agevole posizionamento del manufatto, l'esecuzione dell'impianto di terra esterno e dei relativi collegamenti alla fondazione.

Qualora in presenza di terreno di riporto o di terreno con caratteristiche inferiori a 0,30 kg/cm² si ricorrere al getto di un sottofondo in calcestruzzo.

Particolare attenzione è posta nella realizzazione del giunto sul punto di appoggio tra la fondazione e la struttura in elevazione che dovrà garantire la perfetta tenuta d'acqua.

Collegamento equipotenziale

Per tale impianto si prevede la posa di corda di rame di sezione pari a 50 mm² entro scavo e a diretto contatto con il terreno, tale rete serve come collegamento equipotenziale tra le varie cabine di distribuzione presenti nell'area e gestite da AGSM.

4 CALCOLO IMPIANTO DI TERRA DEL SOLO DISPERSORE PUNTUALE DELLA CABINA

Come dato di partenza per il calcolo-verifica impianto di terra si utilizza la resistenza massima che deve avere l'impianto di messa a terra della cabina come descritto nelle linee guida dell'ente gestore AGSM, e riportate nella relazione.

La resistività del terreno, attualmente presente, è da definire pari a:

$$\rho_{\text{terreno}} = 350 \, \Omega\text{m}$$

L'impianto di terra della cabina è composto da una corda conduttrice di rame di sezione pari a $50 \, \text{mm}^2$ posizionata alla distanza di 1 metro dalla fondazione della cabina stessa interrata ad una profondità di $h = 1 \, \text{m}$, da una seconda corda di rame avente le stesse caratteristiche della prima posizionata ad una distanza di 1 metro dalla precedente e posta ad una profondità di 2 metri dal piano campagna.

Resistenza

$$R_E = \frac{\rho_E}{2\pi(\rho_1 + \rho_2)} * \ln \frac{4(\rho_1 + \rho_2)}{d}$$

dove:

R_E	resistenza di terra [Ω];
ρ_E	resistività del terreno [Ωm];
ρ_1	semiperimetro minore [m];
ρ_2	semiperimetro maggiore [m];
d	diametro della corda di rame con cui sono realizzati gli anelli [m].

$$R_E = 21.01 \, \Omega$$

Per il valore della resistenza della cabina quando questa è interconnessa alla rete MT di AGSM, si rimanda all'ente gestore citato.