

<div><div><div>REGIONE TOSCANA</div><div></div></div><div><div></div><div>Comune di AREZZO</div></div></div>			<div>Committente:</div> <div><div>BESS AREZZO s.r.l. Via Mike Bongiorno, 13 - 20124 Milano (MI) P.IVA 13140350961</div><div>Quarry PV s.r.l. Corso Italia, 75 – 52100 Arezzo (AR) P.IVA 02468060518</div><div>Sorgenia Lyra s.r.l. Via Alessandro Algardi, 4 – 20148 Milano (MI) P.IVA 13485500964</div></div>		
<div>Titolo del progetto:</div> <div>Progetto opere di connessione alla rete</div>					
<div>Documento:</div> <div>PROGETTO DEFINITIVO</div>				<div>Cod. elaborato:</div> <div>REL14</div>	
<div>Elaborato:</div> <div>Relazione tecnica specialistica sull'impatto elettromagnetico</div>		<div>SCALA:</div> <div>FOGLIO:</div> <div>FORMATO:</div>		<div>---</div> <div>1 di 19</div> <div>A4</div>	
<div>Progettazione:</div> <div><div><div>MANGIAPANE</div><div>HSE ENGINEERING</div><div></div><div>COSTEL & PARTNERS s.r.l.</div><div>servizi tecnici per l'ingegneria</div></div></div>		<div>Progettisti:</div> <div><div></div><div></div></div>			
Rev:	Data revisione:	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
REV1	27-09-2024	Integrazioni richieste			

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	7
4.	VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI EM GENREATI	9
4.1.	CELLE BESS.....	9
4.2.	CABINA DI CONTROLLO.....	11
4.3.	LINEE DI CONNESSIONE IN MT	12
4.4.	SOTTOSTAZIONE ELETTRICA 132/30 KV	16
4.5.	LINEE DI CONNESSIONE IN AT	18

1. PREMESSA

Il presente studio è finalizzato al calcolo preventivo delle emissioni elettromagnetiche non ionizzanti determinate dalle installazioni elettriche previste dal progetto di un sistema di accumulo elettrochimico e delle opere connesse avente potenza nominale complessiva pari a 88,0 MVA installati / 75,0 MVA nominali. Ciò comporterà il posizionamento n. 256 battery container, 32 PCS e 1 edificio di controllo, secondo la disposizione di seguito riportata.



Figura 1 planimetria impianto

Le aree occupate dall'impianto saranno dislocate all'interno delle particelle di terreno site in agro del territorio comunale di **Arezzo (AR)**. Esse sviluppano una superficie recintata complessiva di circa 2,75 Ha lordi suddivisi in aree caratterizzate da orografia idonea alla realizzazione del progetto. All'interno delle aree costituenti il sistema di accumulo saranno inoltre garantiti spazi di manovra e corridoi di movimento adeguati, per facilitare il transito dei mezzi atti alla manutenzione. L'impianto di accumulo verrà allacciato alla RTN tramite collegamento in antenna a 132kV.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

La norma di riferimento è la Legge 22 febbraio 2001, n. 36 dal titolo “*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*” che attribuisce ai vari organi di governo del territorio, competenze diverse, nel rispetto dell'attuale quadro normativo istituzionale. In particolare, l'art. 4, comma 1, lettera a) stabilisce che spetta allo Stato la "determinazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, in quanto valori di campo come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera d), numero 2), in considerazione del preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee in relazione alle finalità di cui all'articolo 1".

La normativa tecnica che fissa i limiti prescritti risulta invece differenziata per quanto riguarda i campi indotti dagli elettrodotti e dalle centrali che trasportano o convertono correnti alternate a frequenze estremamente basse, 50 hz, da quelli generati da sorgenti emittenti in radiofrequenza caratterizzati da frequenze superiori a 0,1 MHz.

Il D.P.C.M. 8 Luglio 2003: fissa limiti di protezione della popolazione da campi magnetici, elettrici ed elettromagnetici. I livelli massimi di esposizione per la popolazione sono stati fissati per prevenire eventuali effetti dovuti ad esposizione prolungata.

A frequenze di 50 Hz legate alla circolazione di energia elettrica; i valori fissati dalla normativa sono:

	Induzione Magnetica (μT)	Campo Elettrico (V/m)	Luoghi a cui si applica	Condizioni di valutazione
Limite di esposizione	100	5000	A tutti i luoghi agevolmente accessibili alla popolazione	Non specificate
Valore di attenzione	10	Non Applicabile	nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere	mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio
Obiettivo di qualità	3	Non Applicabile	nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere	mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio

Tabella 1 Valore limite esposizione popolazione basse frequenze

Per radiofrequenze comprese tra 100kHz e 300GHz i limiti di esposizione sono riportati nella tabella sottostante

	Intervallo di frequenza	Valore efficace di intensità di campo elettrico in V/m	Valore efficace di intensità di campo magnetico H A/m	Densità di Potenza dell'onda piana equivalente(W/m)
Limiti Esposizione	$0.1 < f \leq 3 \text{ MHz}$	60	0,2	/
	$3 < f \leq 3000 \text{ MHz}$	20	0,05	1
	$3 < f \leq 300 \text{ GHz}$	40	0,1	4
Valori di Attenzione	$0,1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	6	0,016	0,1
Obiettivi di qualità	$0,1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	6	0,016	0,1

Tabella 2 Valore limite esposizione popolazione alte frequenze

Mentre i limiti di esposizione si applicano in ogni condizione di esposizione, i valori di attenzione si applicano nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere nel caso di linee esistenti nei confronti di edificio esistente. Nella progettazione di nuovi impianti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz si applicano invece gli obiettivi di qualità.

Ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità occorre fare riferimento al Decreto 29 maggio 2008 emanato dal Direttore Generale per la salvaguardia ambientale dal titolo *"Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica"*, pubblicato sulla GU Serie generale n. 153 del 2 luglio 2008.

Per le nuove edificazioni, in prossimità di infrastrutture elettriche, il DPCM succitato prevede uno specifico articolo (Art. 6. - Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti) in cui si stabilisce che *"per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60"*.

Per i fini di cui all'art. 6 del succitato DPCM, analogo Decreto del Direttore Generale per la salvaguardia ambientale dal titolo *"Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"*, pubblicato sul supplemento ordinario alla GU n. 156 del 5 luglio 2008 – serie generale n. 160, definisce la metodologia ed i criteri da utilizzarsi per il calcolo delle fasce di rispetto dagli elettrodotti.

Tali provvedimenti hanno messo fine al preesistente vuoto normativo ed in particolare quello sulle fasce di rispetto dagli elettrodotti costituirà fondamento per il superamento delle varie normative regionali, che in regime di supplenza hanno fornito una regolamentazione.

Legge 30 dicembre 2023 n.214

La legge entrata in vigore dal 31 dicembre 2023 all'articolo 10 prevede 120 giorni di tempo per la revisione dei limiti relativi ai campi elettromagnetici di interesse per garantire l'offerta di servizi di connettività di elevata qualità. Al termine dei 120 giorni i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità di cui alle tabelle 2 e 3 dell'allegato B al decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 8 luglio 2003, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 199 del 28 agosto 2003, sono in via provvisoria e cautelativa fissati a un valore pari a 15 V/m, per quanto attiene all'intensità di campo elettrico E, a un valore pari a 0,039 A/m, per quanto attiene all'intensità di campo magnetico H, e a un valore pari a 0,59 W/m², per quanto attiene alla densità di potenza D.

Pertanto dal 29 aprile 2024 i limiti di protezione della popolazione relativamente ai campi elettromagnetici per frequente compresa tra 0,1 MHz e 300GHz saranno aggiornati in via provvisoria secondo quanto riportato in tabella.

	Intervallo di frequenza	Valore efficace di intensità di campo elettrico in V/m	Valore efficace di intensità di campo magnetico H A/m	Densità di Potenza dell'onda piana equivalente(W/m)
Limiti Esposizione	$0.1 < f \leq 3 \text{ MHz}$	60	0,2	/
	$3 < f \leq 3000 \text{ MHz}$	20	0,05	1
	$3 < f \leq 300 \text{ GHz}$	40	0,1	4
Valori di Attenzione	$0,1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	15	0,039	0,59
Obiettivi di qualità	$0,1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	15	0,039	0,59

Tabella 3 Valore limite esposizione popolazione alte frequenze in vigore dal 29 aprile 2024

Quanto esposto è relativo alla tutela della popolazione, il riferimento normativo per la sicurezza nei luoghi di lavoro è il decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81 **“Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro”**. Le disposizioni specifiche in materia di protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai campi elettromagnetici sono contenute nel Capo IV del Titolo VIII - Agenti fisici – e derivano dal recepimento della direttiva 2004/40/CE, che inizialmente fissava l’entrata in vigore al 30 aprile 2008, e successivamente posticipato dalle direttive 2004/46/CE e 2012/11/CE.

Il 26 giugno 2013 è stata approvata la nuova DIRETTIVA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) che ha abrogato la direttiva 2004/40/CE a decorrere dal 29 giugno 2013. La DIRETTIVA 2013/35/UE è stata recepita con Decreto Legislativo 1 AGOSTO 2016 N.159 (GU N. 192 del 18-8-2016), entrato in vigore il 2 settembre 2016.

Gli effetti sull’uomo dovuti all’esposizione a campi elettromagnetici possono essere distinti in effetti acuti a breve termini e cronici a lungo termine. Per quanto riguarda i primi c’è ampia letteratura a riguardo e sono noti i meccanismi fisiologici correlati mentre per i secondi gli studi epidemiologici fino ad oggi non sono arrivati a risultati univoci in grado di correlare chiaramente un aumento di incidenza patologica con valori di esposizione a campi elettromagnetici.

Gli effetti a breve termine sono dovuti sia alle correnti indotte nei tessuti che al riscaldamento degli stessi. Le correnti indotte sono l’effetto prevalente per le frequenze più basse fino a circa 100 kHz ed esercitano il loro effetto disturbante in modo istantaneo; a seconda delle frequenze e dei livelli di esposizione possono causare: disturbi alla percezione, eccitazione neuromuscolare, interazioni con la funzione cardiaca e col sistema nervoso.

L’effetto di riscaldamento dei tessuti risulta significativo per gli arti, il tronco e la testa per frequenze tra i 100 kHz e i 300 MHz mentre al di sopra dei 10 GHz si rilevano effetti superficiali, il riscaldamento dei tessuti a causa dell’inerzia termica del corpo umano non è sensibile come nel caso precedente ai picchi istantanei ma alla media su alcuni secondi; un incremento della temperatura superiore ad 1 C° può creare problemi: al bulbo oculare, ai testicoli, al sistema nervoso e al sistema immunitario.

Conseguenza di quanto esposto è che la verifica prevede il rilievo del valore massimo per quanto riguarda i campi a bassa frequenza e la media su 6 minuti per quanto riguarda i campi ad alta frequenza.

3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

I sistemi di accumulo elettrochimico, più comunemente noti come batterie, sono in grado, se opportunamente gestiti, di essere asserviti alla fornitura di molteplici applicazioni e servizi di rete. Uno sviluppo sostenuto degli ESS, grazie appunto ai servizi che sono in grado di erogare verso la rete, è il fattore abilitante per una penetrazione di fonti rinnovabili molto spinta, che altrimenti il sistema elettrico nazionale non sarebbe in grado di accogliere in maniera sostenibile per la rete.

Il sistema di accumulo sarà basato sulla tecnologia agli ioni di litio caratterizzati da stringhe batterie (denominati batteries racks) costituite dalla serie di diversi moduli batterie, al cui interno sono disposte serie e paralleli delle celle elementari. Infine a capo dei moduli posti in serie all'interno dei rack vi è la Battery Protection Unit (BPU) responsabile della protezione dell'intero rack contro i corto circuiti, il sezionamento del rack per eseguire la manutenzione in sicurezza, e la raccolta di tutte le informazioni provenienti dai vari moduli (temperature, correnti, tensioni, stato di carica etc).



Figura 2 Esempio di rack a sx e sistema di accumulo dx

Dal momento che i rack batterie sono caratterizzati da grandezze elettriche continue, al fine di poter connettere tali dispositivi alla rete elettrica vi è la necessità di convertire tali grandezze continue in alternate. A tal fine il sistema di conversione solitamente utilizzato in applicazioni Energy Storage è un convertitore bidirezionale monostadio caratterizzato da un unico inverter AC/DC direttamente collegato al sistema di accumulo. Tali convertitori sono installati all'interno di in apposite strutture da esterno che riuniscono tutti gli elementi del sistema di accumulo

Il sistema BESS all'interno dell'area recintata è completato da un edificio di controllo dal quale partirà l'elettrodotto interrato che collegherà il sistema di accumulo con la stazione di trasformazione MT/AT a sua volta collegata per mezzo di un collegamento in antenna a 132 kV su un ampliamento/adeguamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 220/132 kV denominata "Arezzo C".

L'area di installazione di Sistemi di accumulo rappresentata in Figura 1 sarà perimetrata verso l'esterno con sistema antintrusione realizzato con rete in maglie metalliche ancorata al terreno. Sarà pertanto garantita una distanza minimi di avvicinamento ai dispositivi elettrici.

Gli impianti elettrici in progetto sono costituiti da:

- N°1 Sistema di accumulo (BESS): composto da n°32 PCS (Power Conversion System) della potenza unitaria di 3,46 MVA e 256 battery container;
- le linee interrate in MT a 30 kV: raccolgono e convogliano l'energia elettrica scambiata dai PCS alla Stazione di Trasformazione 30/132 kV;
- la stazione di trasformazione 30/132 kV (SSE): trasforma l'energia al livello di tensione della rete AT. In questa stazione vengono posizionati gli apparati di protezione e misura dell'energia prodotta;
- stallo di consegna TERNA a 132 kV (IR - impianto di rete per la connessione);



Figura 3 Posizione Sottostazione di servizio BESS "SSE Arezzo"

4. VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI EM GENREATI

Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche aeree e non, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basata sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile: Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco; Proiettare al suolo verticalmente tale fascia; Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (DPA).

Il campo elettrico, a differenza del campo magnetico, subisce una attenuazione per effetto della presenza di elementi posti fra la sorgente e il punto irradiato molti materiali comuni, come il legno ed il metallo, costituiscono uno schermo per questi campi. Pertanto le situazioni più critiche sono rappresentate dagli impianti installati in ambiente esterno, rappresentando le schermature dei cavi, la presenza di opere civili e la blindatura degli scomparti validi elementi di schermatura. Inoltre la distanza tra le apparecchiature e le recinzioni sono tali da contenere i valori di campo elettrico entro i valori limite da eventuali ricettori sensibili. Ai fini del presente studio si valuteranno, quindi, i soli campi magnetici.

Per tutto ciò che attiene la valutazione dei campi magnetici ed elettrici all'interno delle aree recintate, essendo l'accesso ammesso esclusivamente a personale lavoratore autorizzato, non trova applicazione il DPCM 8 luglio 2003. Le zone direttamente confinanti con l'impianto non sono adibite ad una permanenza giornaliera superiore alle 4 ore non trovano pertanto applicazione gli obiettivi di qualità del DPCM 8 luglio 2003.

Di seguito si procede ad analizzare le singole sorgenti

4.1. Celle BESS

Il sistema di accumulo è un dispositivo integrato costituito da un circuito di accumulo con batteria in corrente continua, un inverter ed un trasformatore

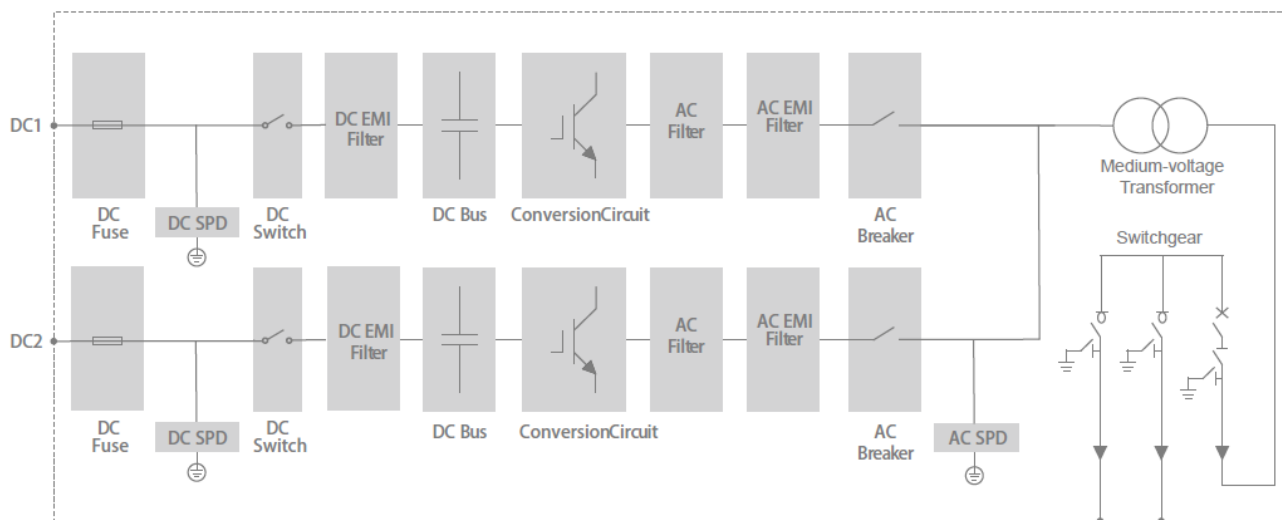


Figura 4 Schema sistema di accumulo BESS

La sezione a corrente continua non determina valori di alcun rilievo in quanto non sono fissati limiti di tutela della popolazione per campi magnetici statici, in base all'art. 1 comma 3 per tutte le sezioni di impianto non incluse nella definizione di *elettrodotto* o che sono esercite con frequenze diverse dai 50 Hz, fino a 100 kHz, si applicano i limiti della **raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999**, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999. In particolare, andrà rispettato, se applicabile nei confronti della popolazione, per la sezione in corrente continua il limite di riferimento per induzione magnetica di **40.000 μT** , valore 400 volte più alto dell'equivalente per la corrente a 50 Hz; si può certamente escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo magnetico statico dovuti alla sezione in corrente continua.

Per quanto concerne la corrente alternata l'emissione è legata all'inverter ed al trasformatore, il primo completamente schermato avrà un impatto significativamente inferiore al trasformatore da 2750 kVA che risulta la sorgente prevalente.

Al contrario delle linee elettriche, per le quali è ormai consolidato un metodo di calcolo preventivo dei campi magnetici ed elettrici, per le cabine elettriche e per tutti i sistemi non assimilabili alle linee elettriche, a causa delle geometrie complesse, non è agevole determinare gli andamenti dei campi elettrici e magnetici con modelli matematici, ma a valle di considerazioni preventive di massima, in caso di dubbio si deve procedere direttamente alle misure in campo.

Rispetto a trasformatori BT/MT è stato più volte dimostrato da misure sperimentali condotte in tutta Italia dal sistema agenziale ARPA sulle cabine MT/BT della Distribuzione, che i campi elettrici all'esterno delle cabine a media tensione risultano essere abbondantemente inferiori ai limiti di legge. Prove effettuate dalla scrivente su trasformatori BT/MT di taglia equivalente hanno evidenziato valori di campo magnetico $<50 \mu\text{T}$ a distanza di 1m dalla rete di protezione. Tenuto conto che la distanza minima tra i trasformatori è di 7,5m si può escludere un significativo effetto di somma degli effetti tra i differenti dispositivi.

Da quanto esposto risulta pertanto che in corrispondenza dell'area di recinzione non solo è garantito il rispetto del limite per i luoghi accessibili al pubblico ma plausibilmente anche dell'obiettivo di qualità per le aree residenziali di nuova costruzione.

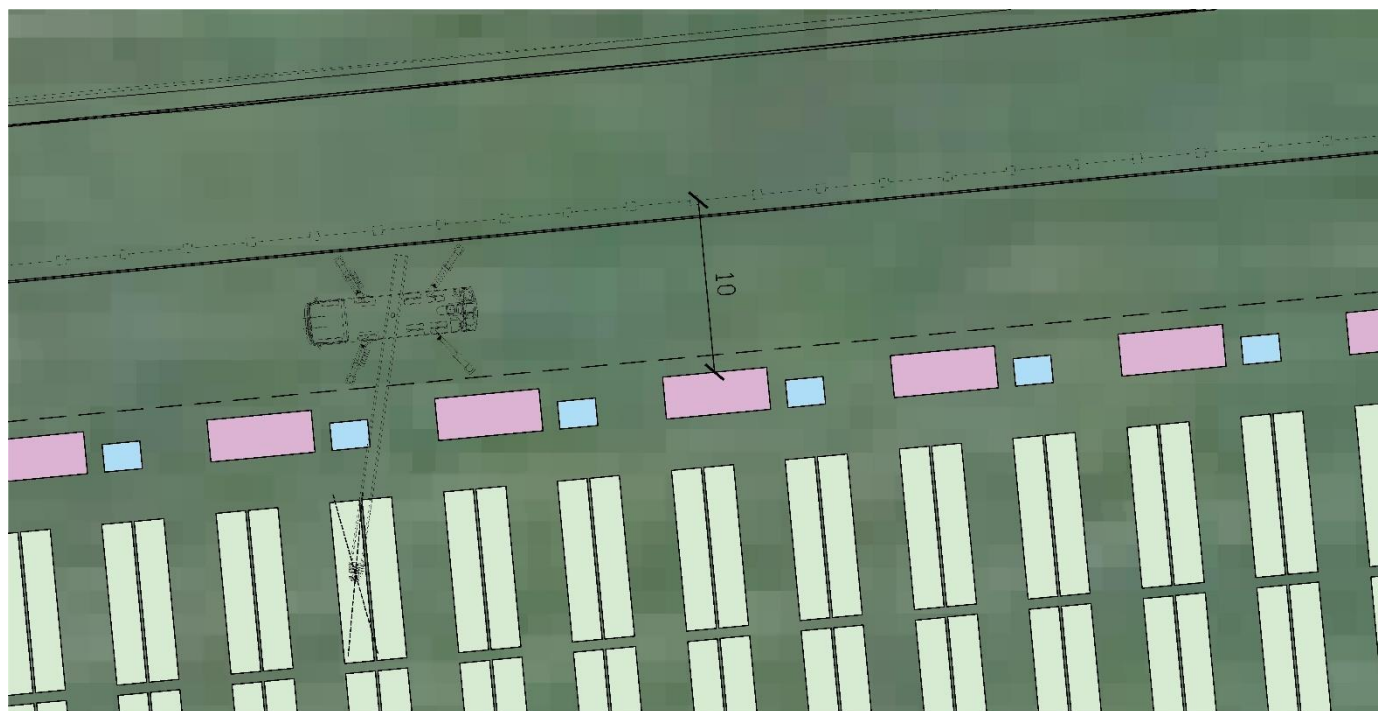


Figura 5 Dettaglio distribuzione rack batterie e trasformatore

4.2. Cabina di Controllo

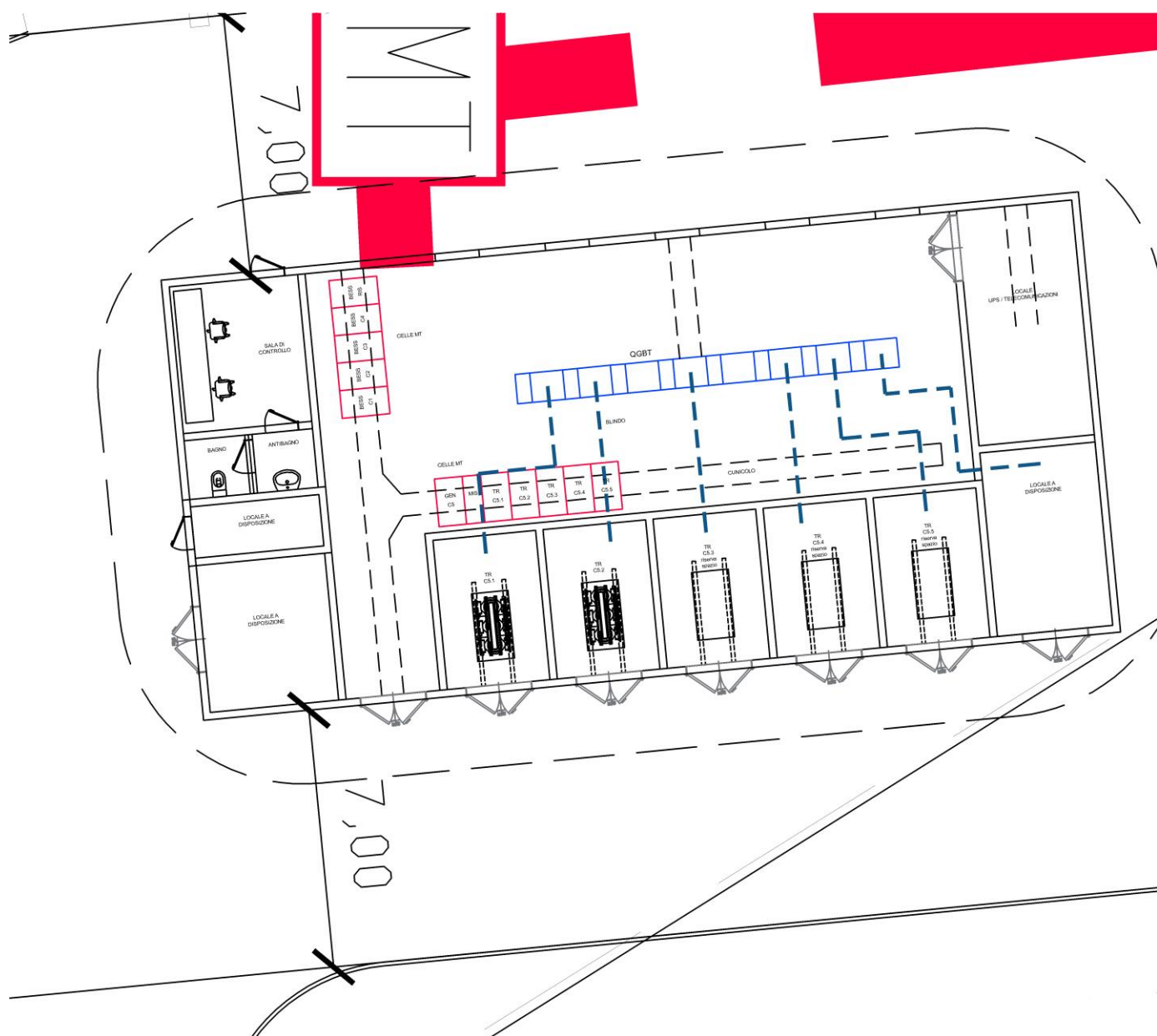


Figura 6 Pianta cabina di controllo

Anche in questo caso la principale sorgente di emissione di campo magnetico risultano i trasformatori a servizio degli ausiliari del sistema, 2 in progetto e 3 in previsione, non si considerano i cavi che saranno trattati nei paragrafi successivi. La realizzazione è quella tipica delle cabine di trasformazione cui si fa riferimento.

La distanza di prima approssimazione per una generica cabina di trasformazione viene fornita dal gestore della rete una volta nota l'esatta potenza di ciascuna centrale. Secondo le linee guida pubblicate da Enel in riferimento al calcolo della Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche rispetto a cabine secondarie con alimentazione in cavo sotterraneo le indicazioni sulla DPA sono riportate in Figura 7.

Risulta pertanto che in corrispondenza dell'area di recinzione non solo è garantito il rispetto del limite per i luoghi accessibili al pubblico ma plausibilmente anche dell'obiettivo di qualità per le aree residenziali di nuova costruzione.

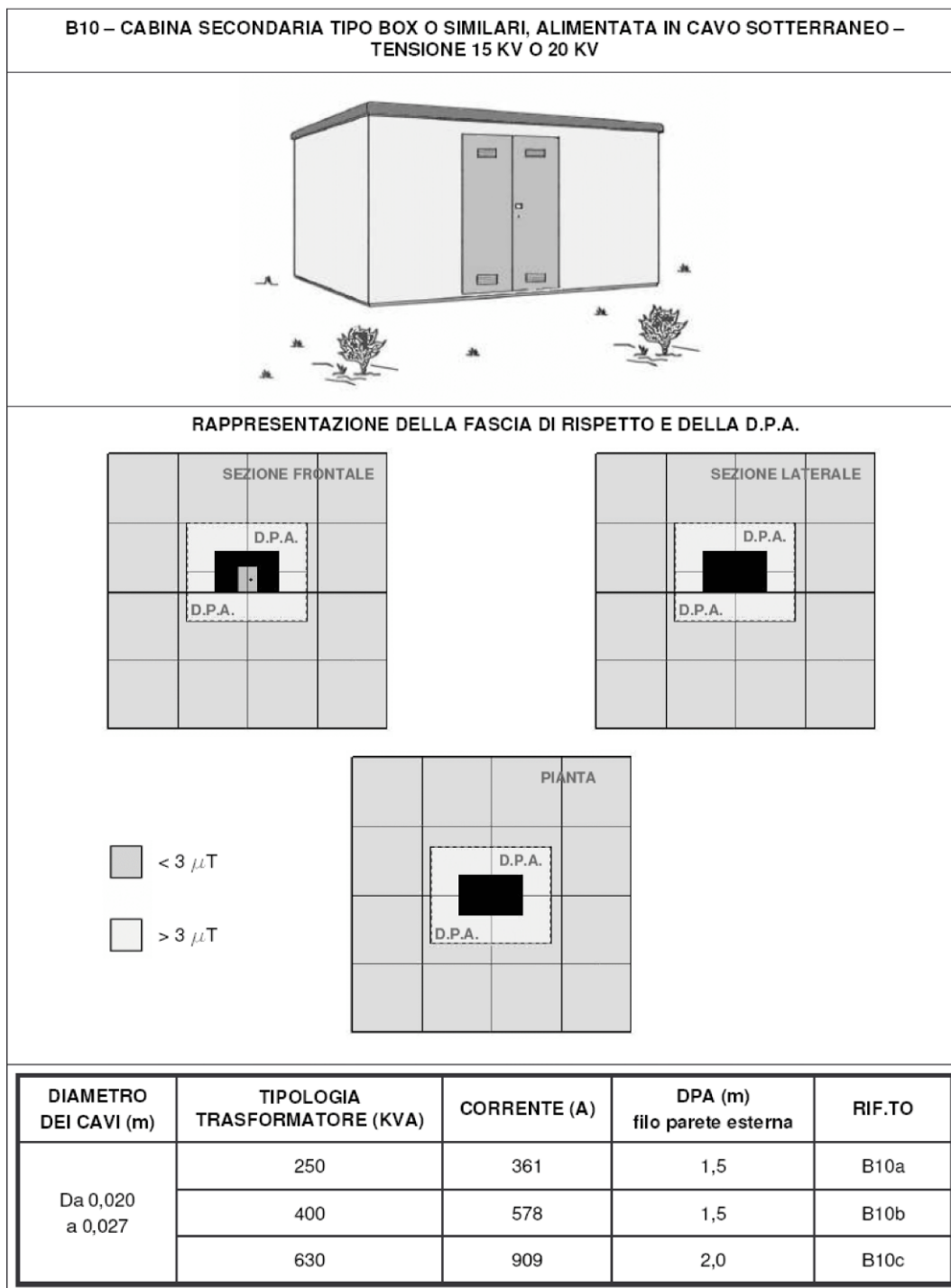


Figura 7 DPA per cabine secondarie in MT

4.3. Linee di connessione in MT

Il tracciato in MT più critico risulta quello di collegamento tra l'area di posa dei sistemi di accumulo e la sottostazione di collegamento all'AT che si sviluppa al di fuori dell'area recintata e che quindi potrà essere accessibile al pubblico. Le linee di collegamento di Media Tensione nel tratto in oggetto sono previste in area agricola in zone che non prevedono la permanenza prolungata.

La rete a 30 kV sarà realizzata per mezzo di cavi unipolari del tipo ARG16H1R12 - 18/30 kV (o equivalente) con conduttore in alluminio. Il percorso dei cavidotti di Media Tensione al di fuori della zona recintata è rappresentato in dettaglio in Figura 8, è previsto l'attraversamento di zone agricole senza interessare aree che prevedono permanenza superiore alle 4 ore.



Figura 8 Percorso Cavi Media Tensione

In Figura 9 la sezione prevista per la posa dei cavi di Media tensione nel tratto indicato. Le caratteristiche dei circuiti previsti sono riportate di seguito in tabella.

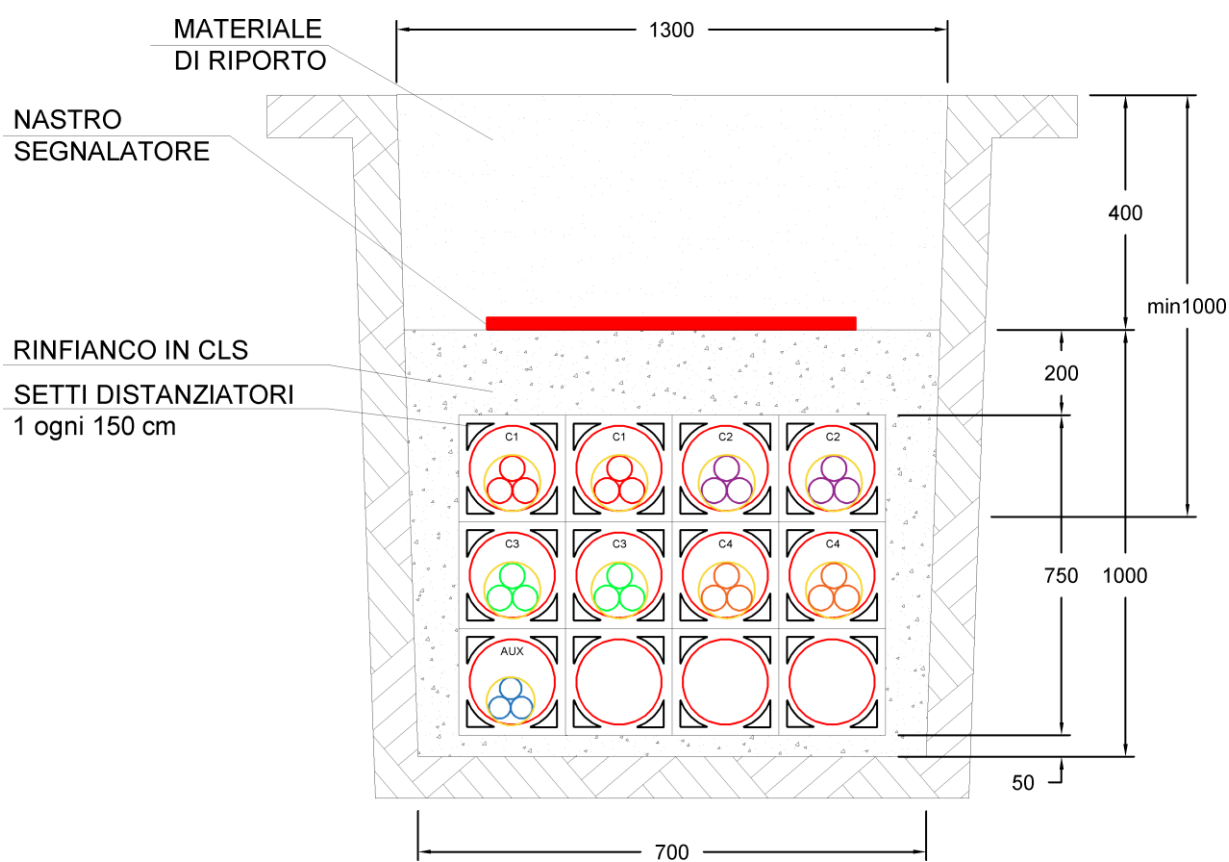


Figura 9 Sezione cavidotti

Circuito	Sezione [mm ²]	Corrente [A]	Distanza tra le fasi [mm]
1	3(2x1x240)	530	47,3
2	3(2x1x240)	530	47,3
3	3(2x1x240)	530	47,3
4	3(2x1x240)	636	47,3
Aux	3(1x120)	131	41,2

Tabella 4 Caratteristiche elettriche cavi MT

Per la determinazione del campo magnetico generato da cavi percorsi da corrente possiamo fare riferimento alla norma CEI 106-12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT" che ci fornisce la seguente formula. Dove:

B- Campo Induzione Magnetica [μT]

S – Distanza tra le fasi [m]

I – Corrente che percorre i conduttori [A]

D – Distanza tra baricentro terna e punto di verifica

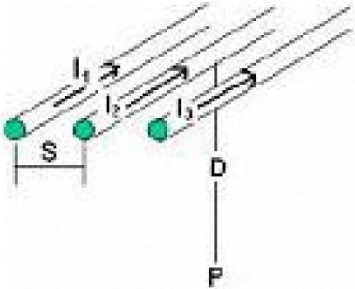
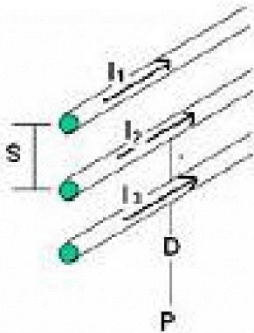
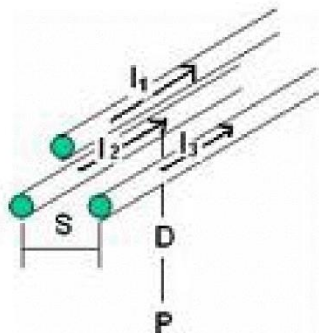
a) Terna trifase di conduttori in piano	b) Terna trifase di conduttori in verticale	c) Terna trifase di conduttori a triangolo
		
$B(\mu\text{T}) = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I \cdot S}{D \cdot D}$		$B(\mu\text{T}) = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{I \cdot S}{D \cdot D}$

Figura 10 Campo induzione magnetica CEI 106-12

Nel caso in esame sommando il campo generato dalla nove terne previste è stato calcolato il campo di induzione magnetica previsto in una sezione di passaggio dalla quota del terreno fino a 3m di altezza, il risultato è riportato in Figura 11. I valori calcolati evidenziano livelli inferiori a 100 μT in corrispondenza di tutti i punti raggiungibili ed una distanza di prima approssimazione che garantisce valori inferiori a 3 μT compresa in una fascia di 3m dall'asse di simmetria di posa dei cavi.

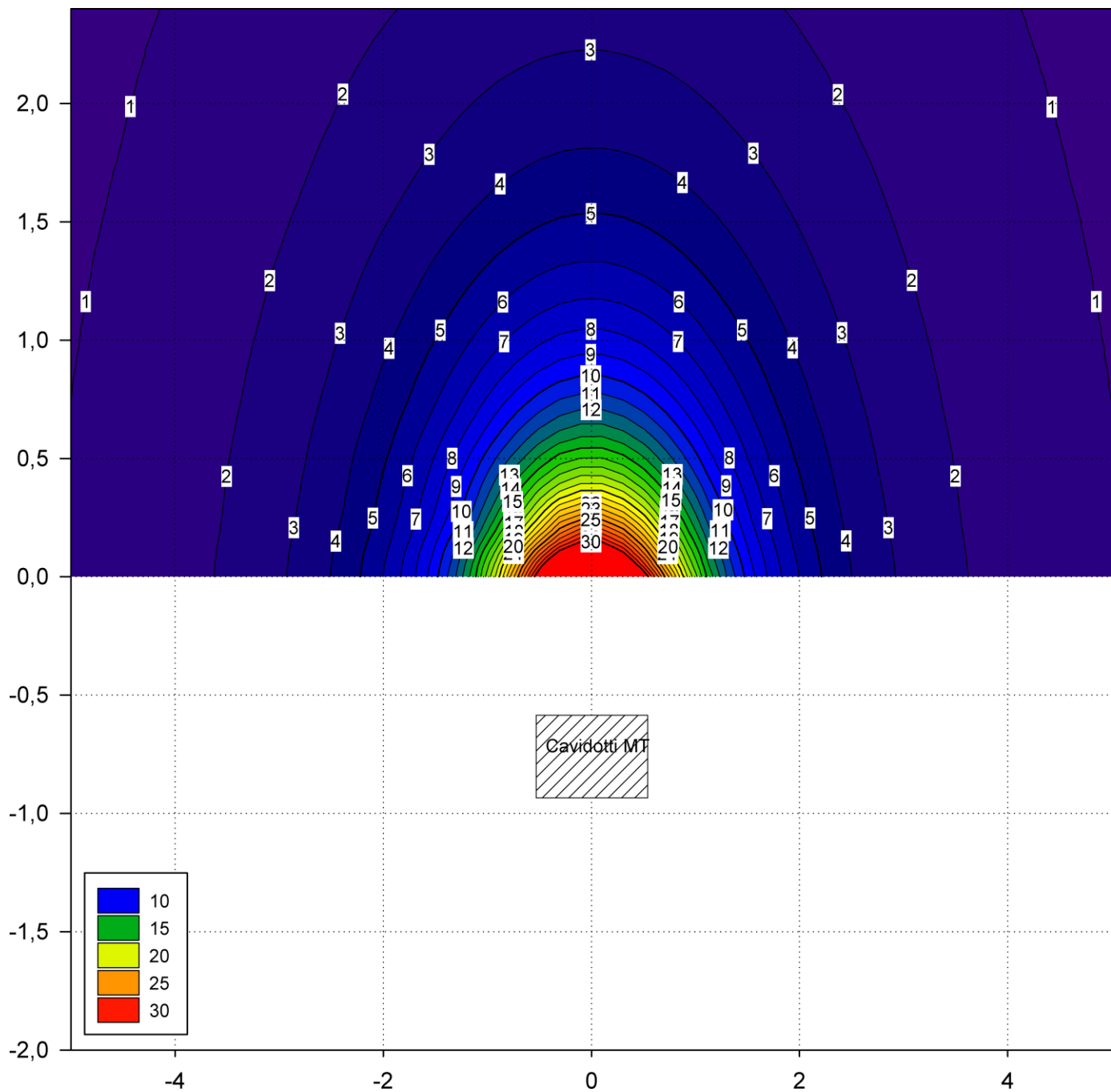


Figura 11 Andamento Campo Induzione Magnetica Sezione di passaggio cavi Mt

4.4. Sottostazione Elettrica 132/30 Kv

Il collegamento del BESS alla rete avviene mediante un trasformatore innalzatore MT/AT, nel progetto è quindi prevista una nuova stazione di trasformazione 30/132 kV realizzata in una seconda area recintata circa 150m a nord ovest, in cui è prevista la collocazione di un trasformatore e la predisposizione per ulteriori spazi per eventuali utilizzi futuri. La connessione alla rete AT dalla sottostazione in progetto avverrà per mezzo di un collegamento completamente interrato a 132 kV su un ampliamento/adeguamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 220/132 kV denominata "Arezzo C".

La SSE è costituita da una sezione a 132 kV e una sezione a 30 kV per ciascun produttore.

Le sezioni a 30kV sono costituite dalle seguenti apparecchiature isolate in aria:

- N° 3 scaricatori di sovratensione;
- N° 3 trasformatori di tensione induttivi (fatturazione);
- N° 3 trasformatori di corrente (protezione e fatturazione);
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF6 con comando tripolare;
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare), SEZ.

Le sezioni a 132kV sono costituite dalle seguenti apparecchiature isolate in aria:

- N° 3 trasformatori di corrente (protezione e misura), TA;
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF6 con comando tripolare, INT;
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare) con lame di terra, SEZ;
- N° 3 trasformatori di tensione induttivi (misura), TVI;
- N° 3 scaricatori di sovratensione, SC;
- N° 3 terminali cavo, TC.

La corrente massima di esercizio in AT è di 477 A, corrispondente al regime di piena potenza del BESS, inferiore alle correnti nominali degli apparati e dei conduttori utilizzati.

Gli altri due trasformatori in previsione sebbene non direttamente connessi al progetto oggetto di verifica sono tenuti in considerazione nella definizione della distanza di prima approssimazione considerando i dati di regime a piena potenza riportati di seguito:

- Trasformatore Sorigenia:
 - Potenza 30MVA – corrente < 150 A
- Trasformatore QuarryPV
 - Potenza 40MVA – corrente < 200 A

L'area occupata dalla sottostazione è opportunamente recintata e tale recinzione comprende tutta una zona di pertinenza intorno alle apparecchiature, per permettere le operazioni di costruzione e

manutenzione con mezzi pesanti. Per questo motivo nel Decreto 29-05-2008 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, si evidenzia che generalmente la fascia di rispetto rientra nei confini della suddetta area di pertinenza. Al fine di procedere comunque alla valutazione della dpa accentuando l'ipotesi che le principali sorgenti di campo siano i cavi percorsi da corrente è stata valutata l'area individuata in Figura 12 considerando due terne a 90° in corrispondenza della sbarre e per semplicità 5 terne in media tensione ciascuna con un quinto della corrente totale in corrispondenza del tratto fuori terra. In corrispondenza della fine dell'ingombro del trasformatore dove la linea non prosegue l'area della DPA è stata delimitata collegando la fascia individuata secondo le formule di Figura 10 con un raccordo di raggio uguale alla fascia. Il risultato evidenzia come l'area definita sia inclusa nel lotto di proprietà ed in direzione dei fabbricati esistenti incluso nell'area recintata.

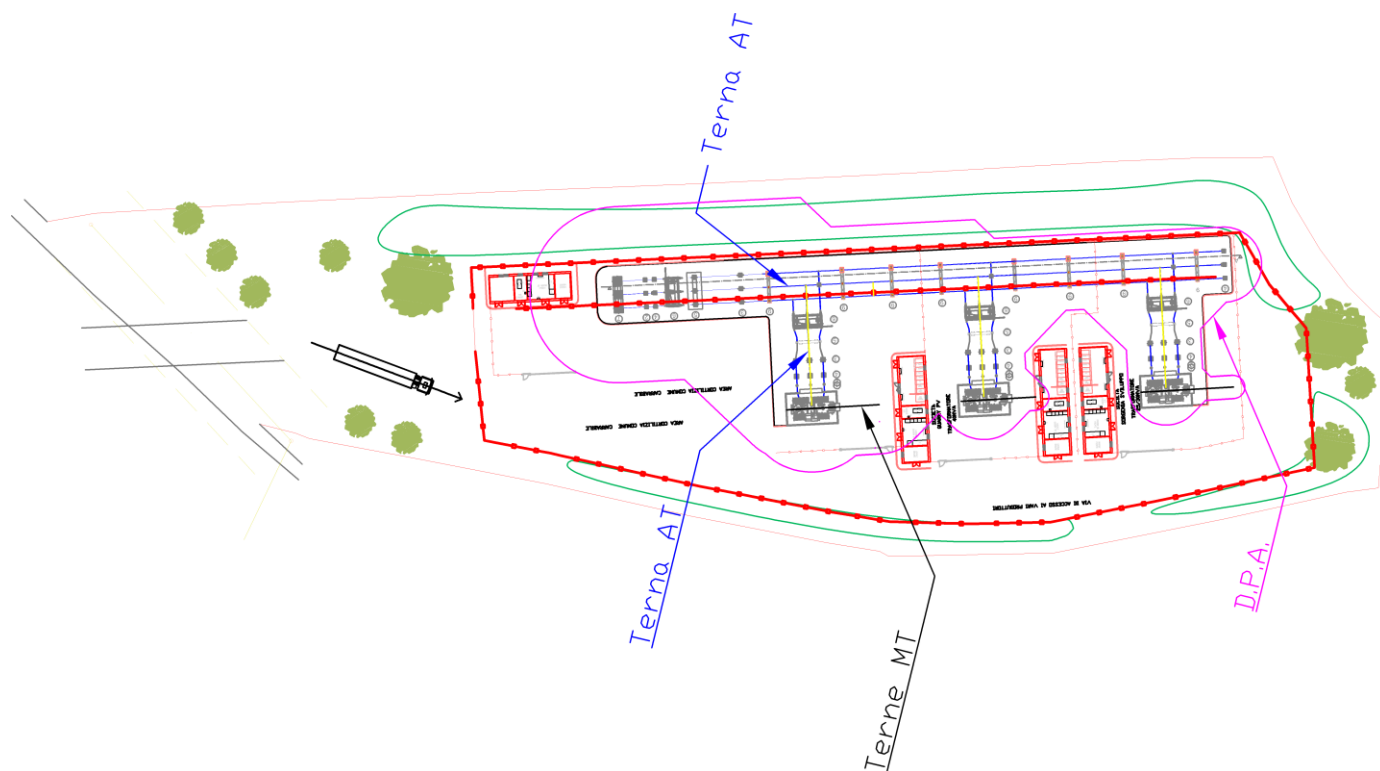


Figura 12 DPA. Sottostazione elettrica MT/AT

4.5. Linee di connessione in AT

La realizzazione delle linea di connessione in Alta Tensione sarà di pertinenza del gestore della rete si procede comunque ad effettuare una verifica del campo di induzione magnetica generato. Al fine di minimizzare l'impatto sul territorio le linee di collegamento di Media Tensione seguiranno ove possibile le sedi stradali esistenti. In Figura 13 il tracciato previsto che sarà in area agricola fino all'attraversamento del canale Maestro della Chiara per poi proseguire sotto la Strada Comunale di San Zeno.

In Figura 14 si confronta la soluzione prevista a progetto con la soluzione proposta sulle linee guida pubblicate da Enel in riferimento al calcolo della Distanza di prima approssimazione (DPA). Si evidenzia come le due soluzioni siano equivalenti come anche le condizioni di esercizio che per le linee guida prevedono: diametro esterno 108mm, sezione totale 1600mmq e corrente 1110 A. Si può quindi ritenere che l'andamento del campo di induzione magnetica sia ben rappresentato da quanto suggerito dalle citate linee guida e riportato in Figura 15.



Figura 13 Tracciato cavo AT

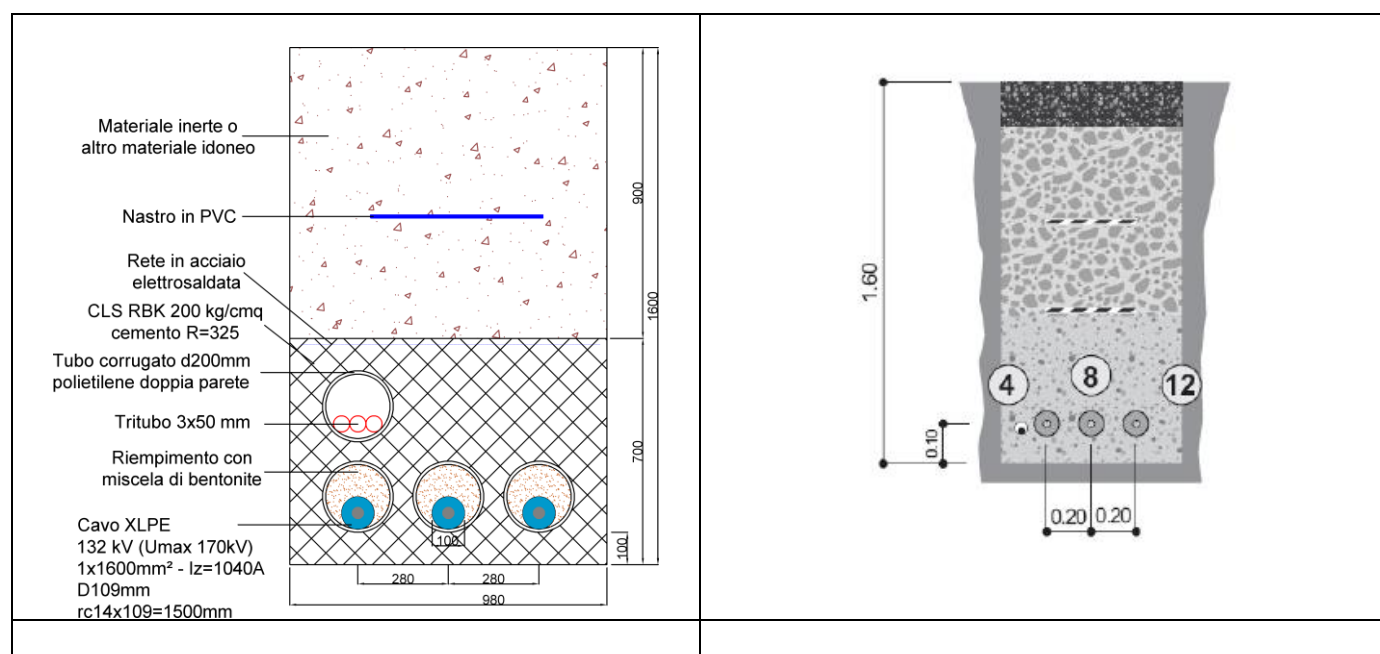
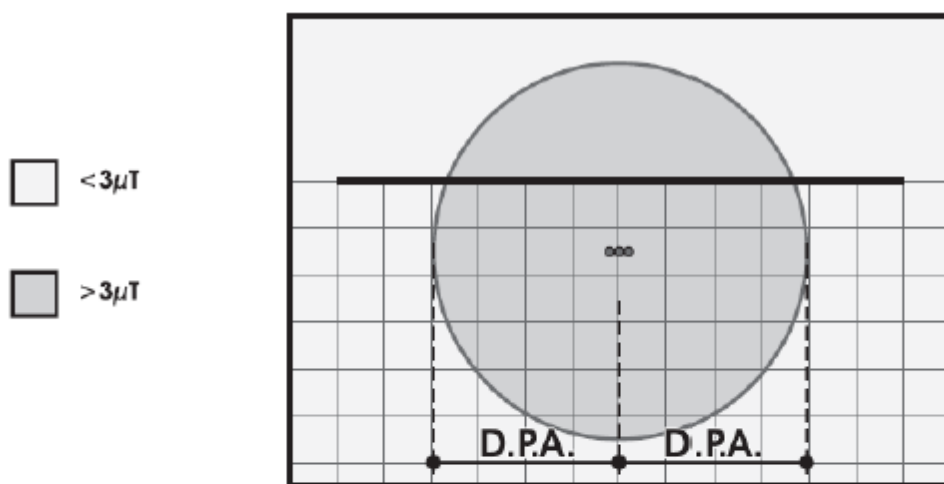


Figura 14 Sezione prevista in progetto a confronto con soluzione proposta nelle linee guida ENEL

RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm ²]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	Riferimento
108	1600	1110	5.10	A14

Figura 15 DPA per terna AT interrata

Ne risulta che in tutti i casi sarà garantito il rispetto del limite per i luoghi accessibili al pubblico e che la realizzazione in interrato in corrispondenza di una strada pubblica assicurerà un campo magnetico compatibile anche dell'obiettivo di qualità per le aree residenziali di nuova costruzione al di fuori delle zone di pertinenza stradale.

Ing. Roberto Odorici

Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Modena
Nr.2339