



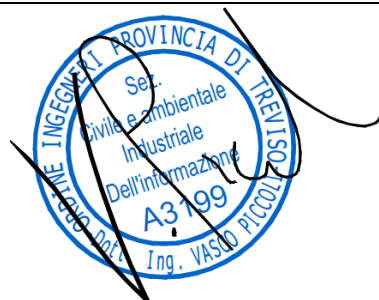
COMUNE DI SALANDRA
PROVINCIA DI MATERA
REGIONE BASILICATA

**PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO
 DI POTENZA DI PICCO P= 19'800 kWp
 E POTENZA NOMINALE E DI IMMISSIONE P=19'756,10 kW
 NEL COMUNE DI SALANDRA**

Proponente

SOLAR ENERGY TRENTUNO Srl
 VIA SEBASTIAN ALTMANN n. 9 - 39100 BOLZANO (BZ)
 n°REA: BZ-234087 - C.F.: 03123900213
 solareenergytrentuno@legalmail.it

Progettazione



Preparato
Dario Ing. Bertani

Verificato
Gianandrea Ing. Bertinazzo

Approvato
Vasco Ing. Piccoli

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

**IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO
 RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

Elaborato N.

A.10

Data emissione

31/03/22

Nome file

ANALISI CEM

N. Progetto

SOL025

Pagina

COVER

00

REV.

31/03/22

DATA

PRIMA EMISSIONE

DESCRIZIONE

Sommario

1	Introduzione	3
1.1	Riferimenti normativi	3
1.2	Breve descrizione dell'impianto fotovoltaico in oggetto	4
1.3	Soglie limite	6
2	Verifica campo elettrico	6
3	Verifica campo magnetico	7
3.1	Moduli Fotovoltaici.....	7
3.2	Inverter	7
3.3	Trasformatore BT/MT	7
3.4	Cavidotti interrati in MT	8
3.5	Cavidotto interrato AT ed SSE utente MT/AT.....	9

00	31-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1 Introduzione

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto agri-fotovoltaico da realizzarsi nel Comune di Salandra e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

Lo studio di impatto elettromagnetico si rende necessario al fine di una valutazione del campo elettrico e magnetico nei riguardi della popolazione. In particolare per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alle cabine elettriche di trasformazione, ai cavidotti ed alla sotto-stazione utente. Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, "fasce di rispetto" per le opere sopra dette.

Per "fascia di rispetto", così come definita dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, si intende la zona all'interno della quale non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

1.1 Riferimenti normativi

Legge 22 febbraio 2001, n. 36 - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

DPCM 08/07/2003 - Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti

DM 29/05/08 - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti

CEI 106-12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT"

"Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche"

00	31-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1.2 Breve descrizione dell'impianto fotovoltaico in oggetto

L'impianto agri-fotovoltaico sarà realizzato nel territorio del Comune di Salandra (MT) ed è identificato dalle seguenti coordinate geografiche relative alla posizione baricentrica dell'impianto FV:

- 40°33'52" N
- 16°19'12" E

In Figura 1 è riportata la posizione del sito interessato su immagine satellitare, inquadrato nel territorio della Regione Basilicata.

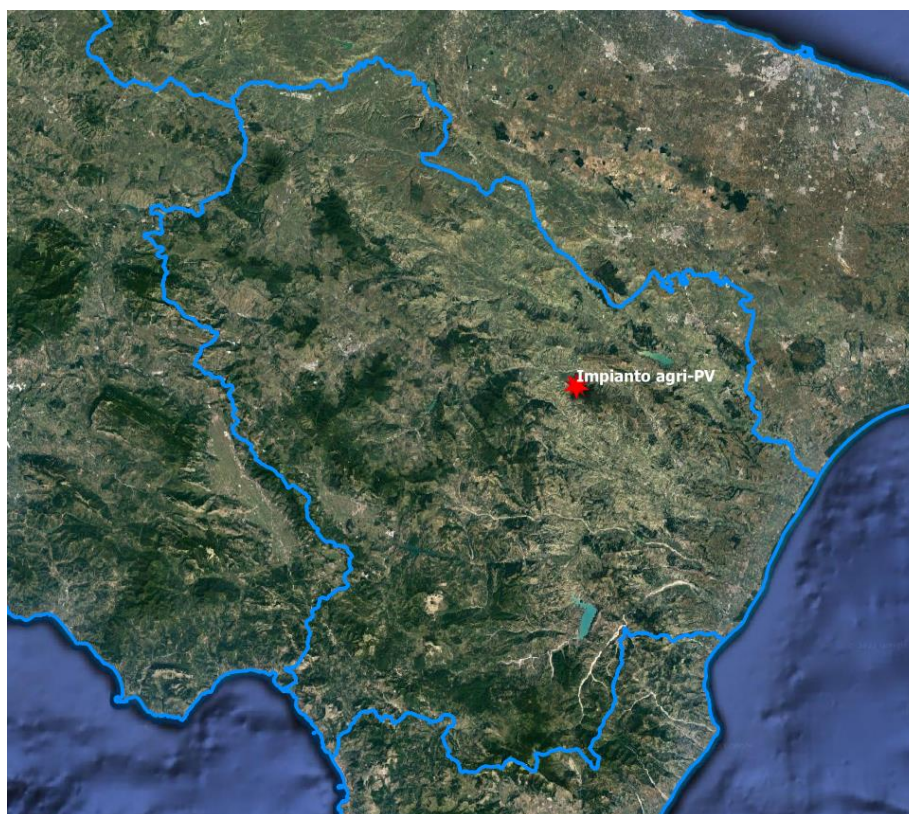


Figura 1 – Inquadramento dell'impianto su immagine satellitare

La potenza nominale complessiva dell'impianto fotovoltaico, determinata dalla somma delle potenze nominali dei moduli FV, è pari a 19,800 MWp, mentre la potenza in immissione nella RTN è determinata dalla potenza indicata sulla STMG, ed è pari a 19,7561 MW.

Il progetto definitivo prevede la realizzazione di un impianto agri-fotovoltaico a terra su strutture ad inseguimento solare mono-assiale per un'estensione complessiva di circa 36,8 Ha.

I moduli fotovoltaici, realizzati con tecnologia bifacciale ed in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, saranno collegati elettricamente in serie a formare stringhe da 30 moduli, e posizionati su strutture ad inseguimento solare mono-assiale, in configurazione a singola fila con modulo disposto verticalmente (configurazione 1-P).

L'utilizzo di tracker consente la rotazione dei moduli FV attorno ad un unico asse orizzontale avente orientazione Nord-Sud, al fine di massimizzare la radiazione solare captata dai moduli stessi e conseguentemente la produzione energetica del generatore FV.

00	31-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Per l'impianto FV in oggetto si prevede l'utilizzo di inverter centralizzati, a ciascuno dei quali possono essere collegate fino ad un massimo di 12 cassette di stringa (o "string box"). A sua volta, ogni cassetta di stringa può ricevere in input un massimo di 18 stringhe di moduli fotovoltaici.

All'interno dei confini dell'impianto FV, diviso in due sottocampi distinti, è prevista l'installazione di 6 cabine di trasformazione realizzate tramite struttura skid, contenenti fundamentalmente gli inverter, i trasformatori MT/BT e i quadri elettrici MT e BT.

L'energia generata dall'impianto fotovoltaico viene raccolta tramite una rete di elettrodotti interrati in Media Tensione eserciti a 30 kV, con configurazione radiale, che confluiscono in un unico punto all'interno della cabina di smistamento dotata di opportune protezioni elettriche, ubicata lungo il vertice Nord-Ovest dell'impianto.

Un elettrodotto interrato in Media Tensione a 30 kV di lunghezza pari a circa 10,2 km trasporterà quindi l'energia generata presso la sottostazione utente di trasformazione AT/MT, predisposta per l'ampliamento e la condivisione con altri utenti produttori.

L'impianto FV sarà connesso alla rete elettrica nazionale in virtù della STMG proposta dal gestore della rete Terna (codice STMG: 202100036) e relativa ad una potenza elettrica in immissione pari a 19,7561 MW. Lo schema di collegamento alla RTN prevede il collegamento in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150 kV denominata "Garaguso".

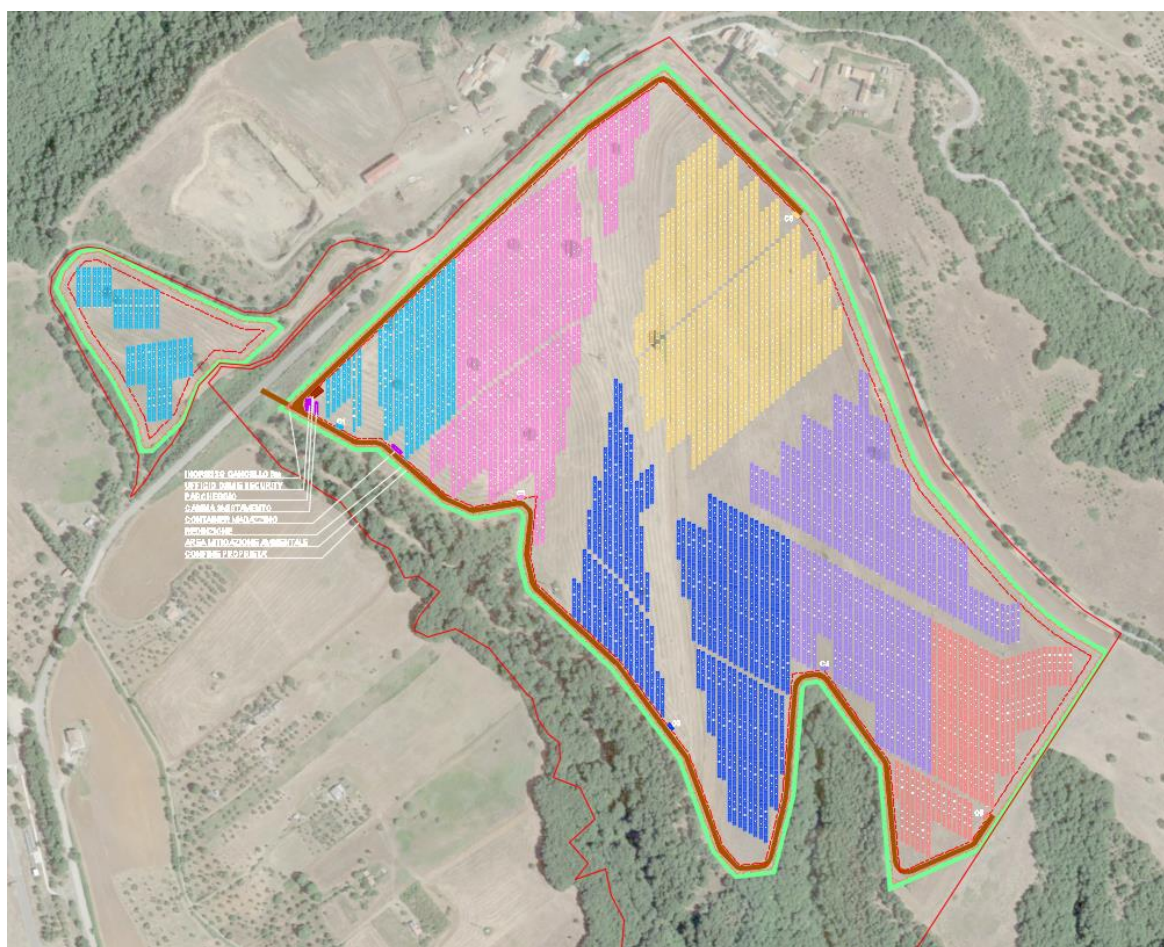


Figura 2 - Inquadramento dell'impianto FV su ortofoto

00	31-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1.3 Soglie limite

Il D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione per la protezione della popolazione dall'esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento ed all'esercizio degli elettrodotti. Si riporta di seguito uno stralcio degli articoli di particolare rilevanza per la corrente analisi:

Art. 3. Limiti di esposizione e valori di attenzione

1. Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

2. A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μT , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Art. 4. Obiettivi di qualità

1. Nella progettazione di nuovi elettrodotti 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, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Lo stesso DPCM, all'art 6, fissa i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, per le quali si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità ($B=3\mu\text{T}$) di cui al sovra-menzionato art. 4 ed alla portata della corrente in servizio normale. L'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti) definisce quale fascia di rispetto lo spazio circostante l'elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

2 Verifica campo elettrico

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto sarebbero determinate fasce di rispetto (calcolate in funzione del limite di esposizione, nonché valore di attenzione, pari a 5kV/m) che sono sempre inferiori a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica.

Tutti i cavi interrati sono infatti dotati di schermo in rame collegato a terra, che confina il campo elettrico tra il conduttore e lo schermo stesso; considerando inoltre l'ulteriore effetto schermante del terreno, il campo elettrico è da considerarsi trascurabile in ogni punto circostante l'impianto.

Pertanto, l'obiettivo dei paragrafi successivi sarà quello di calcolare le fasce di rispetto dagli elettrodotti del progetto in esame, facendo riferimento al limite di qualità di 3 μT .

00	31-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3 Verifica campo magnetico

Nel seguente capitolo viene riportata l'analisi del campo magnetico generato dai principali componenti d'impianto e, ove previsto, il calcolo della relativa "fascia di rispetto".

3.1 Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici generano energia elettrica in corrente e tensione continue; per cui la generazione di campi magnetici variabili è limitata ai soli transistori di corrente (durante la ricerca del punto di massima potenza da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) i quali risultano di ridotta entità e di breve durata.

Nelle procedure di certificazioni dei moduli fotovoltaici secondo le serie di norme IEC 61215 e IEC 61730 non sono infatti previste prove di compatibilità elettromagnetica, in quanto irrilevanti per questi componenti.

3.2 Inverter

Gli inverter sono apparecchiature il cui scopo principale è di convertire l'energia generata dai moduli FV da corrente continua a corrente alternata. Gli inverter selezionati per il presente progetto impiegano componentistica elettronica operante ad alte frequenze al fine di minimizzare le perdite di conversione. È comunque opportuno considerare che tali apparecchiature elettroniche, per poter essere commercializzabili, siano corredate delle necessarie certificazioni di compatibilità elettromagnetica a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa.

Per quanto riguarda il progetto relativo alla presente analisi, si prevede l'utilizzo inverter centralizzati Power Electronics, modelli FS4010K e FS2005K, i quali sono conformi alla normativa CEM, ed in particolare alle norme IEC 55011 e IEC 61000-6-2.

3.3 Trasformatore BT/MT

Per quanto riguarda le cabine di trasformazione, considerabili alla stregua di cabine secondarie di trasformazione, è stata determinata la distanza di prima approssimazione tramite il metodo di calcolo descritto nel par. 5.2.1 dell'allegato al DM 29/05/2008.

La distanza di prima approssimazione corrisponde alla distanza dalle pareti esterne della cabina, e viene calcolata considerando una linea trifase con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale in bassa tensione in ingresso al trasformatore, considerando una distanza tra le fasi pari al diametro reale del cavo.

La DPA è calcolabile tramite la seguente formula:

$$DPA = 0.40942 \times x^{0.5241} \times \sqrt{I}$$

Dove:

- DPA = Distanza di Prima Approssimazione [m];
- I = corrente nominale [A];
- X = diametro reale dei cavi [m].

Per il presente impianto fotovoltaico viene quindi considerato un trasformatore BT/MT di taglia pari a 4'000 kVA, avente una corrente nominale circolante nell'avvolgimento secondario pari a circa 3'670 A.

00	31-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Ipotizzando per il collegamento tra inverter e trasformatore l'impiego di cavi RG16R16 aventi sezione pari a 240 mm² il diametro esterno dei cavi in bassa tensione è pari a 27,6 mm.

La DPA così calcolata, arrotondata per eccesso al numero intero superiore, risulta essere pari a 4 m.

È opportuno evidenziare che le cabine di trasformazione sono posizionate all'interno del campo fotovoltaico, quindi non accessibili a personale non autorizzato, ed in condizioni di normale esercizio non sono presidiate. Si può quindi escludere qualsiasi rischio per la salute pubblica.

3.4 Cavidotti interrati in MT

Come anticipato, la scelta di prevedere esclusivamente linee interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno; inoltre la limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di terne cosiddette "a trifoglio") fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo nelle immediate prossimità dei cavi.

Per quanto riguarda il campo magnetico, tutti i cavi in Media Tensione per il presente impianto sono cordati a elica. L'utilizzo di cavi cordati ad elica implica l'esclusione di tale tipologia di linea dalla valutazione, in base a quanto prescritto dal D.M.29/05/2008 al punto 3.2 (e art. 7.1.1 CEI 106-11) in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

00	31-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.5 Cavidotto interrato AT ed SSE utente MT/AT

Per quanto concerne la linea di connessione in cavo a 150 kV, sarà considerata la DPA relativa ad una semplice terna di cavi interrati disposti a trifoglio, aventi le seguenti caratteristiche:

- $I=1110$ A (CEI 11-60);
- $S = 1600$ mm²,
- $d = 108$ mm.

È opportuno evidenziare come tale ipotesi sia ampiamente cautelativa, in quanto la massima corrente effettivamente generabile dall'impianto, nella sezione AT, è pari a circa 77 A.

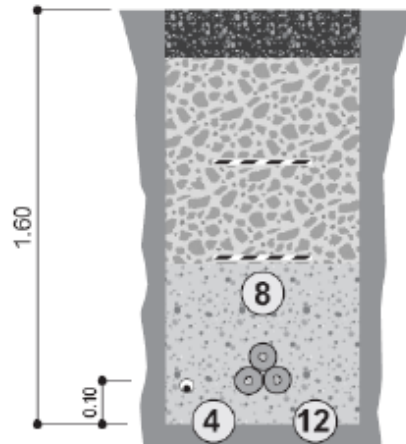
L'Enel ha unificato sul territorio nazionale le fasce di rispetto in caso di opere elettriche esercite in alta tensione dopo prolungate misure presso i propri impianti.

Si riporta di seguito un estratto dalla "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche".

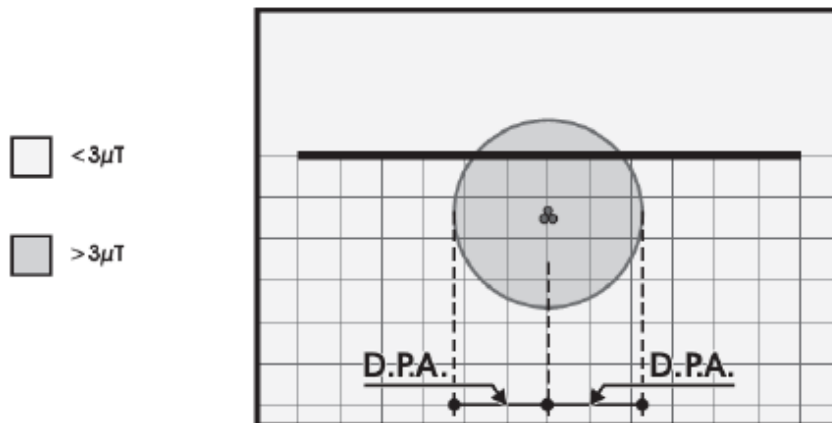
Le medesime DPA saranno rispettate per la realizzazione delle opere relative al progetto in oggetto.

00	31-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

A15 - CAVI INTERRATI - Semplice Tema cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV)



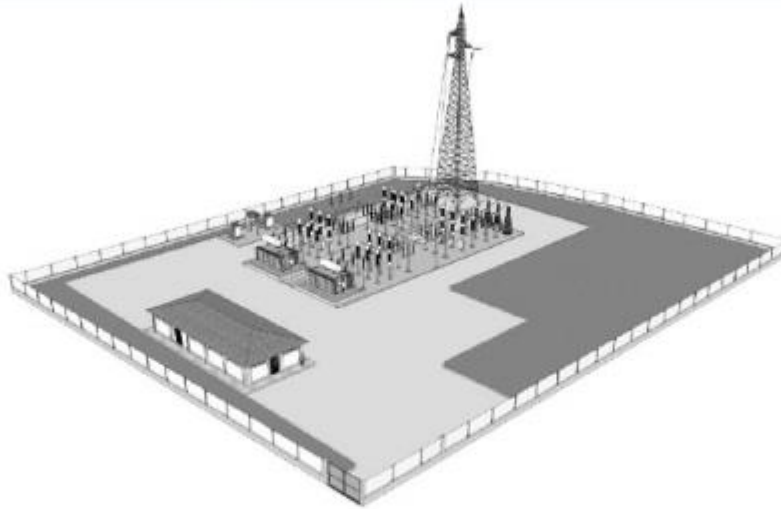
RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.





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	3.10	A15

00	31-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

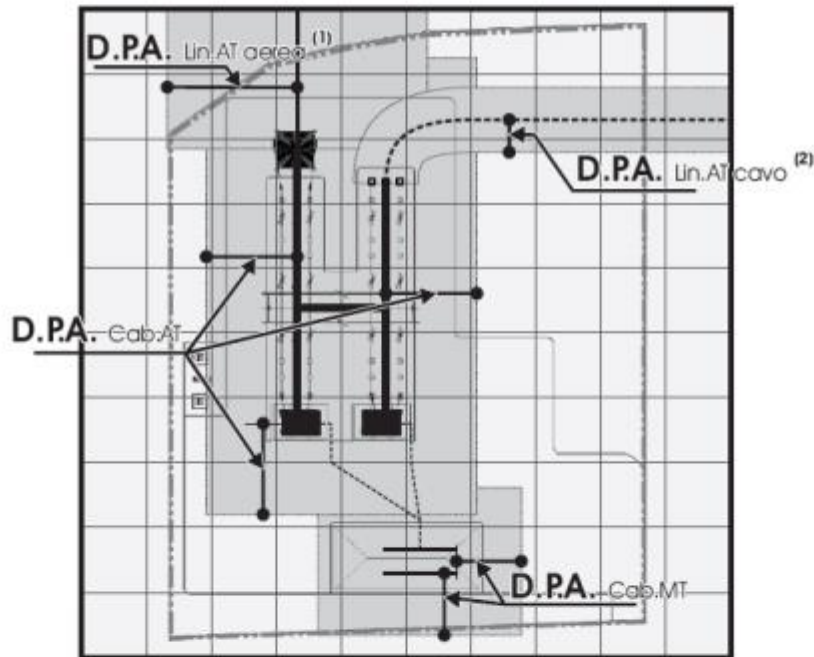
A16 - Cabina primaria isolata in aria (132/150-15/20 kV)



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

-  $< 3\mu T$
-  $> 3\mu T$

(1) Per la D.P.A. Linea AT aerea vedi schede da A1 a A8
 (2) Per la D.P.A. Linea AT in cavo interrato vedi schede A14 e A15



Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						
	D.P.A. Cab. da centro sbarre AT	Distanza tra le fasi AT	Corrente	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT	Distanza tra le fasi MT	Corrente	Riferimento
	m	m	A	m	m	A	
63	14	2.20	870	7	0.38	2332	A16

00	31-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione