

Comune di  
Brindisi

Regione Puglia



Provincia di  
Brindisi



Committente:



MEROPE SOL S.R.L.  
VIA MERCATO 3/5 CAP 20121 MILANO (MI)  
c.f. 12502480960



Titolo del Progetto:

**Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto agrifotovoltaico  
dotato di accumulo denominato "Boccardi"**

Documento:	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Codice Pratica:	<b>PCGG1M3</b>	N° Tavola:	<b>Q.2</b>
Elaborato:	<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	SCALA:	<b>N.D.</b>		
		FOGLIO:	<b>1 di 1</b>		
		FORMATO:	<b>A4</b>		

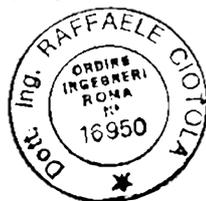
Nome file: **PCGG1M3\_Campi\_Elettromagnetici\_Q.2.pdf**

Progettazione:



**NEW DEVELOPMENTS S.r.l.**  
Piazza Europa, 14  
87100 Cosenza (CS)

Il progettista:



dott. ing. Raffaele Ciotola

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	01/08/2022	PRIMA EMISSIONE	RC	NewDev	CSC

## **Indice**

1	Quadro normativo .....	2
2	Campo elettrico .....	3
	2.1.1 Linee AT .....	3
3	Campo magnetico .....	3
	3.1.1 Base teorica generale .....	3
	3.1.2 Linee in cavo a 36 kV .....	5

## 1 Quadro normativo

La Legge Quadro 22/02/01 n° 36 (LQ 36/01) “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” è la normativa di riferimento che regola, in termini generali, l’intera materia della protezione dai campi elettromagnetici negli ambienti di vita e di lavoro.

Il DPCM 08/07/03 “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” (GU n. 200 del 29/08/03) ai sensi della LQ 36/01, art. 4 comma2, fissa i limiti di esposizione per la protezione della popolazione dai campi elettrico e magnetico ed il valore di attenzione e l’obiettivo qualità dell’induzione magnetica generati a 50 Hz dagli elettrodotti:

	Campo elettrico [kV/m]	Induzione magnetica [ $\mu$ T]
Limite di esposizione	5	100
Valore di attenzione	-	10
Obiettivo di qualità	-	3

Il limite di esposizione è il valore di campo elettrico e di campo magnetico da non superare in nessuna condizione di esposizione.

Il valore di attenzione per l’induzione magnetica, introdotto come misura di cautela per la protezione dai possibili effetti a lungo termine, si applica alle aree di gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere.

L’obiettivo di qualità per l’induzione magnetica, introdotto al fine della progressiva minimizzazione dell’esposizione ai campi, si applica 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 4 ore, nonché nella progettazione dei nuovi insediamenti e nelle nuove aree in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti sul territorio.

Le fasce di rispetto degli elettrodotti, previste al par. 5.1.1. della LQ 36/01, devono essere determinate in base all’obiettivo qualità di 3  $\mu$ T in corrispondenza della *portata in corrente*

*in servizio normale* dell'elettrodotto (art. 6, comma 1, del DPCM 08/07/03) che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV ed alle Regioni per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV.

La *portata in corrente in servizio normale* è, per le linee aeree con tensione > 100 kV, calcolata ai sensi della norma CEI 11-60, mentre per le linee in cavo è la portata in regime permanente definita dalla norma CEI 11-17.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è stata definita con il DM 29/05/08 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" (SO n°160 alla GU n°156 del 05/07/08).

Il DPCM 08/07/03 prescrive che il proprietario/gestore comunichi alle *autorità competenti* l'ampiezza delle fasce di rispetto ed i dati utilizzati per il loro calcolo. Il calcolo dell'induzione magnetica deve essere basato sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea nella campata in esame e deve tener conto della presenza di altri elettrodotti che ne modifichino il risultato.

## **2 Campo elettrico**

### **2.1.1 Linee AT**

Il campo elettrico prodotto da una linea è proporzionale alla tensione di linea. Considerando che per una linea di 400 kV si ottiene un valore 4 kV/m prossimo al limite di 5 kV/m, quello emesso dalla linea a 150 kV e dalle sbarre a 30 kV risulta essere molto minore dei limiti di emissione imposti dalla normativa. In particolare il valore tipico associato ad una linea a 150 kV è minore di 1 kV/m.

## **3 Campo magnetico**

### **3.1.1 Base teorica generale**

Quando una corrente elettrica attraversa un conduttore produce un campo magnetico.

L'induzione magnetica **B** in un punto **P** prodotta da un conduttore lineare di lunghezza infinita è espressa tramite la legge di Biot e Savart:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r} \text{ [T]}$$

Essendo:

B induzione magnetica [Tesla = T = Wb / m<sup>2</sup>]

$\mu_0$  permeabilità magnetica nel vuoto, pari a  $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$  H/m

I corrente elettrica percorrente il conduttore espressa in Ampere [A]

r distanza radiale "r" del punto P dal conduttore [m]

Ne deriva che l'induzione magnetica assume la seguente forma:

$$B = \frac{2 \cdot I \cdot 10^{-7}}{r}$$

Per il calcolo dei campi elettromagnetici è stato utilizzato un software il cui algoritmo di calcolo fa uso del seguente modello semplificato:

- tutti i conduttori costituenti la linea sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- i conduttori sono considerati di forma cilindrica con diametro costante;
- la tensione e la corrente su ciascun conduttore attivo sono considerati in fase tra di loro;
- la distribuzione della carica elettrica sulla superficie dei conduttori è considerata uniforme;
- il suolo è considerato piano e privo di irregolarità, perfettamente conduttore dal punto di vista elettrico, perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico;
- viene trascurata la presenza dei tralicci o piloni di sostegno, degli edifici, della vegetazione e di qualunque altro oggetto si trovi nell'area interessata.

Le condizioni sopraesposte permettono di ridurre il calcolo ad un problema piano, poiché la situazione è esattamente la stessa su qualunque sezione normale della linea, dove con "sezione normale" si intende, qui e nel seguito, quella generata da un piano verticale ortogonale all'asse longitudinale della linea (cioè alla direzione dei conduttori che la costituiscono) passante per il punto dove si vogliono calcolare i campi.

Indicato con P il punto dove si vuole determinare il campo, definiamo sezione normale il piano verticale passante per P e ortogonale ai conduttori. Indichiamo quindi con Q<sub>k</sub> il punto dove il generico conduttore C<sub>k</sub> interseca la sezione normale. L'induzione magnetica B generata da NR conduttori filiformi, numerati da 0 a (NR-1), può essere calcolata con l'espressione seguente:

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{N-R} \int_{C_k} \frac{i}{r^3} \vec{r} \times d\vec{l}$$

Le ipotesi adottate consentono di eseguire l'integrazione ed ottenere (asse Z nella direzione dei conduttori):

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{N-R} \frac{i_k \vec{z} \times (Q - P_k)}{|Q - P_k|^2}$$

### 3.1.2 Linee in cavo a 36 kV

Per i tratti di cavidotto all'interno del parco fotovoltaico "Boccardi", dove:

- sono presenti cavi di minima sezione,
- le tratte sono per la maggioranza dei casi costituite da singole terne ad elica visibile,
- le potenze trasportate sono legate al numero di aerogeneratori collegati a monte delle linee,

si può affermare che già al livello del suolo ed in corrispondenza della verticale del cavo si determina una induzione magnetica inferiore a 3  $\mu$ T e che pertanto non è necessario stabilire una fascia di rispetto (art. 3.2 DM 29/05/08, art. 7.1.1 CEI 106-11).

Non è possibile affermare lo stesso per il tratto di collegamento tra la Cabina di Raccolta la Cabina di Consegna, costituito da un cavidotto composto da n°2 terne da 630 mm<sup>2</sup>.

Per il calcolo è pertanto stato utilizzato un software (di cui al modello descritto al par. 3.1.1) utilizzando le seguenti assunzioni:

- portata dei cavi in regime permanente (cavi in alluminio): 735 A per la terna da 630 mm<sup>2</sup>;
- disposizione geometrica piana delle terne;
- cavi di una medesima terna a contatto;
- interasse tra le terne pari a 30 cm;
- disposizione delle fasi non ottimizzata (RST - RST);
- profondità di posa pari a 120 cm.

Configurazione	Sezione cavi	Dpa [m]
----------------	--------------	---------

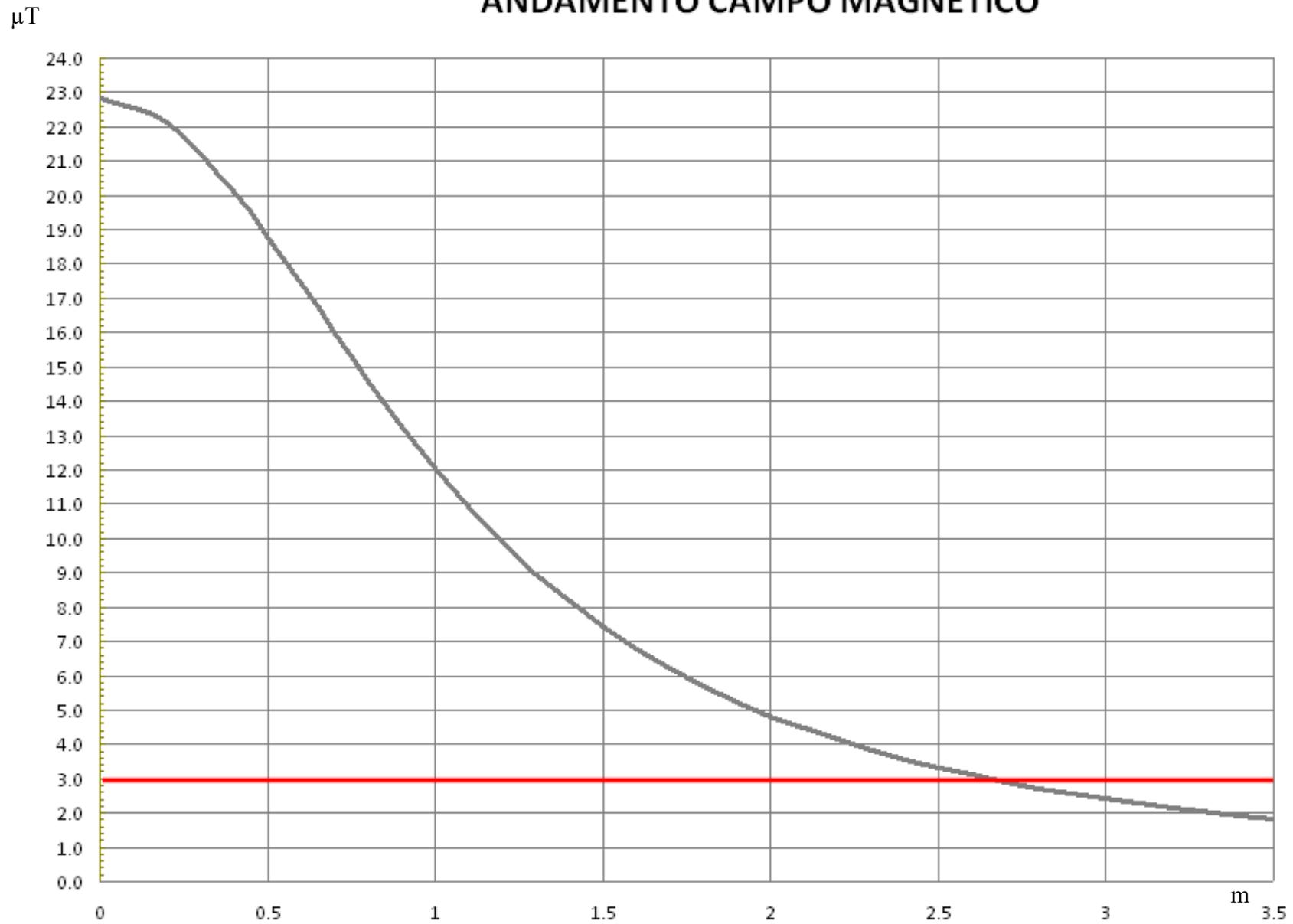
<b>cavi</b>	<b>[mm<sup>2</sup>]</b>	
2 terne	630_630	2,7

Nel tratto finale di connessione composto a n° 2 terne, dalla cabina di Raccolta alla Cabina di Consegna, il valore massimo di induzione magnetica all'asse è pari a circa 23  $\mu$ T, ridotto al di sotto dei 3  $\mu$ T ad una distanza di circa 2,7 m dall'asse (vedi grafico nella pagina successiva).

Qualora tuttavia fosse utilizzata la configurazione geometrica di progetto ad elica visibile, i valori di induzione magnetica sarebbero al di sotto del valore di qualità di 3  $\mu$ T ad una distanza dall'asse di posa del cavidotto ben inferiore a quella calcolata.

Inoltre tali valori, come prescritto dalla norma, sono ottenuti per la portata nominale dei cavi. Nel caso del parco in oggetto, la corrente massima che impegna i cavi è in realtà molto inferiore a quella utilizzata nei citati calcoli.

## ANDAMENTO CAMPO MAGNETICO



Valore dell'induzione magnetica al livello del suolo nel tratto da n° 2 terne da 630 mm<sup>2</sup> del cavidotto AT.