

# Relazione interferenze con potenziali recettori

REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO E OPERE CONNESSE

Azienda	MAPO HONEY S.r.l.
Sede Legale	Via Borgo dei Leoni, 63, 44121 Ferrara (FE)
C.F.	02090130382
P. IVA	02090130382

\*\*\*\*\*

Dettaglio Revisioni

\*\*\*\*\*

Data	Rev.	Preparato	Controllato	Verificato	Visto dell'Azienda
20/01/2023	Rev.0	L.P.	M.B.	M.B.	

### **Proprietà Intellettuale**

Il presente documento è di proprietà esclusiva di Start Engineering S.r.l. (P.I. 04166670986), che ne detiene tutti i diritti di riproduzione, diffusione, distribuzione e alienazione, nonché ogni ulteriore diritto individuato dalla vigente normativa in materia di diritto d'autore. Il presente documento ed il suo contenuto non possono, pertanto, essere ceduti, copiati, diffusi o riprodotti, né citati, sintetizzati, o modificati, anche parzialmente, senza l'esplicito consenso di Start Engineering S.r.l..

Ogni prodotto o Società menzionati in questa relazione sono marchi dei rispettivi proprietari o titolari e possono essere protetti da brevetti e/o copyright concessi o registrati dalle autorità preposte.

## Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	3
3. GRANDEZZE FISICHE CARATTERIZZANTI IL FENOMENO .....	3
3.1. IL CAMPO ELETTROMAGNETICO.....	3
3.2. CAMPO ELETTRICO.....	4
3.3. CAMPO MAGNETICO .....	4
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
5. COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA.....	5
6. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....	6
7. INTERFERENZE CON POTENZIALI RECETTORI.....	7

## 1. PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere la distanza dei ricettori, con la loro destinazione d'uso, dagli elettrodotti (cabine e linee elettriche) oggetto di intervento ("string station", "sun storage", "cabina elettrica", linea AT interna all'area di impianto, linea AT esterna all'area di impianto).

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Di seguito si riporta l'elenco dei principali riferimenti normativi e documenti che intervengono nella definizione e nella valutazione dei fattori di rischio associati alla presenza di campi elettromagnetici in ambiente.

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 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".
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n° 81: "Testo unico sulla sicurezza sul lavoro".
- Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche".
- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo."
- Decreto Ministeriale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (M.A.T.T.M.) del 29 Maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

## 3. GRANDEZZE FISICHE CARATTERIZZANTI IL FENOMENO

### 3.1. IL CAMPO ELETTROMAGNETICO

I campi elettromagnetici sono un insieme di grandezze fisiche misurabili, introdotte per caratterizzare un insieme di fenomeni osservabili indotti, senza contatto diretto, tra sorgente ed oggetto del fenomeno, vale a dire fenomeni in cui è presente un'azione a distanza attraverso lo spazio.

Esso è composto in generale da tre campi vettoriali, il campo elettrico, il campo magnetico e un terzo campo che spesso per semplicità viene escluso che è il "termine di sorgente". Questo significa che i vettori che caratterizzano il campo elettromagnetico hanno ciascuno un valore definito in ciascun punto del tempo e dello spazio.

I vettori che modellizzano le grandezze introdotte nella definizione del modello fisico dei campi elettromagnetici sono quindi:

**E:** Campo elettrico

**B:** Campo di induzione magnetica e, parallelamente:

**D:** Spostamento elettrico o induzione dielettrica

**H:** Campo magnetico

L'esposizione umana ai campi elettromagnetici è una problematica relativamente recente che assume notevole interesse con l'introduzione massiccia dei sistemi di telecomunicazione e dei sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. In realtà anche in assenza di tali sistemi siamo costantemente immersi nei campi elettromagnetici per tutti quei fenomeni naturali riconducibili alla natura elettromagnetica, primo su tutti l'irraggiamento solare.

Per quanto concerne i fenomeni elettrici si fa riferimento al campo elettrico, il quale può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica.

Per i fenomeni di natura magnetica si fa riferimento ad una caratterizzazione dell'esposizione ai campi magnetici, non in termini del vettore campo magnetico, ma in termini di induzione magnetica, che tiene conto dell'interazione con ambiente ed i mezzi materiali in cui il campo si propaga. Dal punto di vista macroscopico ogni fenomeno di elettromagnetismo è descritto da un gruppo di equazioni note come equazioni di Maxwell. La normativa attualmente in vigore disciplina in modo differente i valori ammissibili di campo elettromagnetico in funzione della loro frequenza, distinguendo così i "campi elettromagnetici quasi stazionari" ed i "campi elettromagnetici a radio frequenza".

Il modello quasi stazionario è applicato per il caso concreto della distribuzione di energia, in relazione alla frequenza di distribuzione dell'energia della rete che è pari a 50Hz. In generale gli elettrodotti dedicati alla trasmissione e distribuzione di energia elettrica sono percorsi da correnti elettriche di intensità diversa, ma tutte alla frequenza di 50Hz, e quindi tutti i fenomeni elettromagnetici che li vedono come sorgenti possono essere studiati correttamente con il modello per campi quasi statici. Gli impianti per la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica alla frequenza di 50 Hz, costituiscono una sorgente di campi elettromagnetici nell'intervallo delle bassissime frequenze 30-300 Hz.

Nell'ambito dei campi quasi stazionari, ha senso ragionare separatamente sui fenomeni elettrici e magnetici e ha quindi anche senso imporre separatamente dei limiti normativi alle intensità del campo elettrico e dell'induzione magnetica.

### 3.2. CAMPO ELETTRICO

Il campo elettrico è legato in maniera direttamente proporzionale alla tensione della sorgente; esso si attenua, allontanandosi da un elettrodotto, come l'inverso della distanza dai conduttori. I valori efficaci delle tensioni di linea variano debolmente con le correnti che le attraversano; l'intensità del campo elettrico può considerarsi, in prima approssimazione, costante.

La presenza di alberi, oggetti conduttori o edifici in prossimità delle linee riduce l'intensità del campo elettrico, e in particolare all'interno degli edifici, si possono misurare intensità di campo fino a 10 (anche 100) volte inferiori a quelle rilevabili all'esterno.

L'elettrodotto (sia aereo che in cavo) durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla sorgente (conduttore).

### 3.3. CAMPO MAGNETICO

L'intensità del campo magnetico generato in corrispondenza di un elettrodotto dipende invece dall'intensità della corrente circolante nel conduttore; tale flusso risulta estremamente variabile sia nell'arco di una giornata sia su scala temporale maggiore quale quella stagionale o annuale. Per le linee elettriche aeree, il campo magnetico assume il valore massimo in corrispondenza della minima distanza dei conduttori dal suolo, ossia al centro della campata, e decade molto rapidamente allontanandosi dalle linee.

Non c'è alcun effetto schermante nei confronti dei campi magnetici da parte di edifici, alberi o altri oggetti vicini alla linea: quindi all'interno di eventuali edifici circostanti si può misurare un campo magnetico di intensità comparabile a quello riscontrabile all'esterno.

Quindi, sia campo elettrico che campo magnetico decadono all'aumentare della distanza dalla linea elettrica, ma mentre il campo elettrico, è facilmente schermabile da oggetti quali legno, metallo, ma anche alberi e edifici, il campo magnetico non è schermabile dalla maggior parte dei materiali di uso comune.

## 4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel panorama normativo Nazionale, i capisaldi in termini di protezione contro l'esposizione ai campi elettromagnetici sono rappresentati dalla legge 36/01 e dal D.P.C.M. dell'8.7.2003.

La legge 36/01 "Legge quadro sulla protezione dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" ha previsto tre grandezze per limitare l'esposizione ai campi elettromagnetici:

- Limiti di esposizione: valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;
- Valori di attenzione: valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate;
- Obiettivi di qualità: valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico ai fini della progressiva riduzione dell'esposizione ai campi medesimi, che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate.

Il successivo Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 8.7.2003 "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", ha stabilito i valori numerici dei tre limiti suindicati relativi al campo elettrico e magnetico prodotti dagli elettrodotti, tabella seguente:

LIMITI DI ESPOSIZIONE		VALORI DI ATTENZIONE		OBIETTIVI DI QUALITÀ'	
E	B	E	B	E	B
5 kV/m	100 $\mu$ T	-	10 $\mu$ T	-	3 $\mu$ T

## 5. COMPATIBILITÀ ELETTRICITÀ

Come specificato nel precedente paragrafo il D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento ed all'esercizio degli elettrodotti, in particolare:

- Art.3 comma 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  $\mu$ T per l'induzione magnetica** e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

- Art.3 comma 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  $\mu$ T**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

- Art.4 comma 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  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Lo stesso Decreto, all'art. 6, introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto dagli elettrodotti,

detta fascia, definita nell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008 "Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti", comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale al valore indicato dall'obbiettivo di qualità.

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto nella pratica questo determinerebbe una fascia (basata sul limite di esposizione, nonché valore di attenzione pari a 5kV/m) che è sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica.

**Pertanto, 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  $3\mu T$ .**

## 6. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sorgerà sul territorio del comune di Ferrara (FE) occupando un'area complessiva di circa 19 ha, sarà impiegato per la produzione di energia da fonte rinnovabile (solare) e verrà allacciato alla rete elettrica locale mediante elettrodotto interrato dedicato (impianto di rete).

L'impianto avrà una potenza complessiva di 14.370,16 kW ottenuta dall'installazione di 21.448 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino di potenza nominale (@STC) pari a 670 W. I moduli saranno composti da 132 celle, avranno dimensioni pari a (2384 H x 1303 L x 35 P) mm e saranno installati "a terra" su strutture tipo tracker (inseguitore solare) mono-assiale Nord/Sud. I moduli saranno collegati tra di loro in serie a formare stringhe ciascuna delle quali composta da 28 moduli, la cui lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione e corrente massime ammissibili in ingresso agli inverter.

Il design di impianto prevede l'utilizzo di inverter di tipo string, ovvero unità statiche di conversione della corrente DC/AC dotate di 1 MPPT con 20 ingressi ciascuno. Come evidenziato, ogni inverter è collocato in campo, disposto solidalmente alla struttura, e farà riferimento al combiner box installato sulla sting station, il quale raccoglie il cavo in uscita da ciascun inverter.

L'impianto fotovoltaico sarà completato dall'installazione di una cabina elettrica, ubicata presso il perimetro d'impianto e da una Power Station con storage adiacente esterno.

Il quadro di media tensione collocato all'interno del locale Utente in cabina conterrà tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche (CEI 0-16) per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

Di seguito si riporta il tracciato dell'impianto:




## 7. INTERFERENZE CON POTENZIALI RECETTORI

Lungo il percorso il cavidotto in progetto interferisce con alcuni recettori, che sono di seguito analizzati:


- ZONA INTERNA ALL'IMPIANTO All'interno dell'impianto gli elementi che generano DPA sono il cavidotto AT che collega string station e sun storage, dove avviene la trasformazione bt/AT, alla cabina elettrica. A tal proposito si specifica che:
  - o l'elettrodotta a livello di piano campagna presenta valori di campo elettromagnetico è sotto il valore di  $3 \mu T$ , pertanto non è necessario valutare interferenze con potenziali recettori;
  - o la cabina elettrica ha una DPA pari a 3 m da filo muro esterno, all'interno della quale non sono presenti recettori;
  - o gli string station ed il sun storage hanno DPA di 6,5 m (da filo platea esterna) all'interno della quale non sono presenti recettori;




- TRATTO A. Sul tratto di cavidotto che percorre il margine stradale non si individuano possibili recettori sensibili in quanto l'elettrodotta a livello di piano campagna presenta valori di campo elettromagnetico è sotto il valore di  $3 \mu T$ . I recettori più vicini sono rappresentati dalle strutture poste a bordo strada.

<b>Foto</b> 	<b>Recettore</b>	1
	<b>Localizzazione</b>	Via della Canapa – Ferrara (FE)
	<b>Latitudine</b>	44.852313 N
	<b>Longitudine</b>	11.615151 E
	<b>Distanza da DPA</b>	NA
	<b>Destinazione d'uso</b>	Area abitata
	<b>Interferenza</b>	Esclusa, Campo elettromagnetico nullo a livello di piano campagna


- TRATTO B. Sul tratto di cavidotto che percorre Via Valmana non si individuano possibili recettori sensibili in quanto l'elettrodotta a livello di piano campagna presenta valori di campo elettromagnetico è sotto il valore di  $3 \mu T$ . I recettori più vicini sono le abitazioni poste lungo la via.

<b>Foto</b> 	<b>Recettore</b>	2
	<b>Localizzazione</b>	Via Copparo - Ferrara (FE)
	<b>Latitudine</b>	44.8464455 N
	<b>Longitudine</b>	11.6546990 E
	<b>Distanza da DPA</b>	NA
	<b>Destinazione d'uso</b>	Area abitata
	<b>Interferenza</b>	Esclusa, Campo elettromagnetico nullo a livello di piano campagna

- TRATTO C. Sul tratto di cavidotto che percorre il terreno privato non si individuano possibili recettori sensibili in quanto l'elettrodotta a livello di piano campagna presenta valori di campo elettromagnetico è sotto il valore di  $3 \mu T$  e non vi sono recettori sensibili nelle vicinanze.

<b>Foto</b> 	<b>Recettore</b>	3
	<b>Localizzazione</b>	Via Pioppa – Ferrara (FE)
	<b>Latitudine</b>	44.838249 N
	<b>Longitudine</b>	11.662026 E
	<b>Distanza da DPA</b>	NA
	<b>Destinazione d'uso</b>	Area abitata
	<b>Interferenza</b>	Esclusa, Campo elettromagnetico nullo a livello di piano campagna

- TRATTO D. Sul tratto di cavidotto che percorre Via Trebba non si individuano possibili recettori sensibili in quanto l'elettrodotta a livello di piano campagna presenta valori di campo elettromagnetico è sotto il valore di  $3 \mu\text{T}$ . I recettori più vicini sono le abitazioni poste lungo la via.

<b>Foto</b>	<b>Recettore</b>	4
	<b>Localizzazione</b>	Via della Crispa – Ferrara (FE)
	<b>Latitudine</b>	44.832704 N
	<b>Longitudine</b>	11.673467 E
	<b>Distanza da DPA</b>	NA
	<b>Destinazione d'uso</b>	Area abitata
	<b>Interferenza</b>	Esclusa, Campo elettromagnetico nullo a livello di piano campagna

Erbusco, 20/01/2023

Il Tecnico

