

Il tecnico incaricato:
Ing. David Negrini
T - 351 803 8331
@ - david.negrini@studionema.com
@ - studionema@legalmail.it



BAGIONI PRIMO

C.F. BGNPRM38H20199D

V. SPRETI N. 6 - CASEMURATE

47122 FORLÌ (FC)



IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA IN AREA IDONEA "CA' BELLETTI" SITO IN VIA ERBOSA SNC IN COMUNE DI FORLÌ (FC)

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VIA

EX ALLEGATO B.2.8 L.R. N. 4/2018

Elaborato:

2.6

RELAZIONE DPA

Data:

GIUGNO 2025

Scala:

Revisioni:

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA
00	EMISSIONE	R. Donattini	R. Mazzolani	D. Negrini	GIUGNO 2025

Indice generale

1 PREMESSA.....	3
2 TIPOLOGIA DI POSA ED INSTALLAZIONE.....	4
2.1 Introduzione.....	4
2.2 Posa tipo “N”.....	4
3 OBIETTIVI DI QUALITA’ E FASCIA DI RISPETTO.....	6
3.1 Introduzione.....	6
3.2 Obiettivo di qualità.....	7
3.3 Criteri per la determinazione della fascia di rispetto.....	8
3.4 Determinazione della fascia di rispetto relativamente alla linea elettrica 30 kV.....	10
3.5 Calcolo DPA cabina di trasformazione.....	11
4 Conclusioni.....	13

1 PREMESSA

Il sig. Bagioni Primo ha affidato allo Studio Associato Ne.Ma l’incarico di predisporre il progetto per un nuovo impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile di tipo fotovoltaico a terra in area agricola.

Il lotto di terreno oggetto di analisi è ubicato in Comune di Forlì (FC), in prossimità di via Erbosa, adiacente alla Autostrada A14.



Figura 1 – Terreni agricoli a disposizione per l’impianto oggetto di analisi

Con la presente relazione si procede alla stima del campo elettromagnetico generato dal trasformatore BT/MT e dal cavo MT per determinare le DPA.

2 TIPOLOGIA DI POSA ED INSTALLAZIONE

2.1 Introduzione

L’elettrodotto in Media Tensione (MT) a 30kV che collega la cabina di campo dell’impianto di produzione da FV, con funzione di elevazione della tensione da 0,8 kV a 30 kV, alla cabina di connessione rete in MT del Distributore, sarà realizzato in cavo con conduttori in rame o alluminio isolati tipo RG7H1R o ARG7H1R 12/20 kV aventi differenti sezioni:

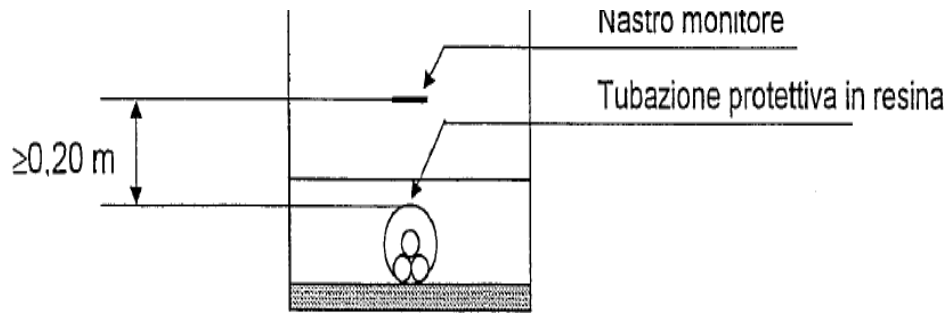
- 3x1x500mmq;

Le linee MT saranno posate in tubazione interrata: sarà adottata la tipologia di posa Tipo N, secondo CEI 11-17;

2.2 Posa tipo “N”

Si prevede la posa del cavidotto ad una profondità di circa 1,5 metri. Per questa posa la Norma di riferimento CEI 11-17 art. 4.3.11, prevede una protezione meccanica (elemento protettivo in resina o tubazione protettiva in resina) ed una segnalazione di avvertimento mediante nastro monitore recante “CAVI ELETTRICI MT 30000V” interrata a non meno di 20 cm sull’asse verticale rispetto alla protezione meccanica.

Se la posa della linea dovesse essere al di sotto di uno stradello/carreggiata, per quella parte la tubazione verrà inglobata in un bauletto di cemento.



Posa tipo "N"

In ogni caso, la tubazione deve avere diametro nominale interno pari ad almeno 1,4 volte il diametro del cavo o del fascio di cavi. Nel nostro caso il diametro dell'involucro del cavo di MT è di circa 70 mm, e pertanto il diametro interno minimo calcolabile per la tubazione è di 100 mm. In questo caso si uniformeranno le tubazioni ad un diametro interno minimo di 138 mm, posando una tubazione corrugata pesante a doppia parete 450 N, avente diametro esterno 160 mm, diametro inferiore per la categoria di tubazione per linee elettriche secondo specifiche ENEL DS 4235.

3 OBIETTIVI DI QUALITA' E FASCIA DI RISPETTO

3.1 Introduzione

Le distanze di rispetto da un elettrodotto sono le distanze minime da terra, da edifici, da alberi, ecc. che è indispensabile garantire per evitare eventuali scariche in aria (DM 21/3/88 n. 449 e successive modifiche ed integrazioni).

Le fasce di rispetto per gli elettrodotti sono invece più recenti; risalgono alla legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". Secondo l'art. 4, comma h, di tale legge "all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale scolastico, sanitario, ovvero ad uso che comporti la permanenza non inferiore a quattro ore".

Il provvedimento legislativo testé richiamato costituisce, il quadro di riferimento normativo al quale occorre obbligatoriamente attenersi affinché la linea elettrica per la quale si chiede l'autorizzazione alla costruzione ed al successivo esercizio rispetti i valori di salubrità stabiliti dal Legislatore. Al fine di assicurare adeguate condizioni di salubrità per i cittadini, il legislatore ha distinto due diversi parametri di riferimento:

- l'obiettivo di qualità (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 e art. 13, comma 4, della L.R. n. 30/2000);
- la fascia di rispetto o corridoio per la localizzazione (art. 4 della legge n. 36/2001).

È chiaro che il secondo discende dal primo, nel senso che la fascia di rispetto è di fatto quel perimetro di distanza dalla fonte oltre il quale sono assicurati valori di induzione magnetica contenuti strutturalmente e permanentemente entro i valori obiettivo.

Ed infatti l'art. 6 del citato DPCM 8 luglio 2003 stabilisce che "per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà far riferimento all'obiettivo di qualità".

Per quanto riguarda l'obiettivo di qualità la normativa nazionale: il DPCM 8 luglio 2003 pone il limite a $3\mu T$ (art. 4).

Occorre sottolineare infine che la legge quadro n. 36/01, art. 3, comma 1, lettera e), ed il successivo DPCM 8 luglio 2003, All. A, specificano che la fascia di rispetto deve essere determinata con riferimento all'elettrodotto inteso come "insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione". Nel nostro caso si tratta della linea interrata che si sviluppa su terreno agricolo e dalla cabina di campo.

3.2 Obiettivo di qualità

Gli effetti sanitari prodotti da un campo elettrico o magnetico sulle persone si suddividono in acuti e cronici.

Gli effetti acuti (a breve termine) scompaiono al cessare dell'esposizione. Gli effetti cronici o differiti (a lungo termine) si possono manifestare dopo anni. Gli effetti differiti (possibili tumori, ad esempio leucemia) sono ipotizzati (non dimostrati) solo per il campo magnetico a 50Hz, non per il campo elettrico.

La legge n. 36/01 ha introdotto tre riferimenti (livelli) con il significato di seguito indicato:

- limite di esposizione; valore di campo definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione; valore di campo che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate; esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivi di qualità, i quali costituiscono:
 1. i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie possibili;
 2. i valori di campo ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione al campo stesso.

Il successivo DPCM 8 luglio 2003 ha stabilito come limite di esposizione a 50Hz:

1. 5kV/m per il campo elettrico;
2. 100 μ T per l'induzione magnetica.

Per evitare gli eventuali effetti differiti, in base al principio di precauzione, il DPCM 8 luglio 2003 ha stabilito per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T (per il campo elettrico non sono ipotizzati effetti differiti). Lo stesso Decreto ha individuato come obiettivo di qualità il limite di 3 μ T.

In definitiva, con riferimento al campo magnetico a 50 Hz i limiti sono tre:

1. limite di esposizione: 100 μ T;
2. valore di attenzione: 10 μ T;
3. obiettivo di qualità nazionale: 3 μ T;

Come appena illustrato, i limiti sopra richiamati hanno finalità diverse:

1. il limite di esposizione intende prevenire gli effetti sanitari acuti;
2. il valore di attenzione vuole evitare, in base al principio di precauzione, che le persone siano esposte per lungo tempo al campo, il quale potrebbe produrre effetti differiti anche se solo ipotizzati;
3. l'obiettivo di qualità non costituisce un limite per evitare effetti sanitari, ma vuole ridurre il campo negli ambienti di vita e migliorare l'ambiente sul piano urbanistico, evitare cioè che gli elettrodotti passino troppo vicino agli edifici.

L'obiettivo di qualità si applica ai nuovi elettrodotti e alle nuove costruzioni ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

3.3 Criteri per la determinazione della fascia di rispetto

La metodica da usarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti ad una o più linee elettriche aeree o interrate che insistono sulla medesima porzione di territorio può compiersi come segue:

- il gestore considera i dati caratteristici delle linee, ivi incluse le eventuali condizioni di fase relativa tra più linee elettriche intersecanti o vicine;
- si assume come portata in corrente circolante nelle linee la relativa corrente in servizio normale così come definita all'interno della norma CEI 11-60. Nel caso di linee elettriche aeree con tensione maggiore di 100 kV, la corrente può essere definita secondo la stessa norma al Cap. 3.1;
- le linee possono essere schematizzate così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", Cap. 4.1. Il calcolo può essere eseguito secondo l'algoritmo definito al Cap. 4.3;
- si calcolano le regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a $3\mu\text{T}$ in termini di valore efficace;
- le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto. Le relative dimensioni, espresse in metri, possono essere arrotondate all'intero più vicino.

In buona sintesi:

- il campo magnetico dipende dall'intensità della corrente che percorre i conduttori e per calcolare il campo si deve considerare la corrente in servizio normale, DPCM 8 luglio 2003, art. 6, comma 1; si individua la superficie sulla quale l'induzione è di $3\mu T$, oltre la quale l'induzione è quindi minore di $3\mu T$;
- le proiezioni verticali a livello del suolo di detta superficie determinano la fascia di rispetto.

3.3.1 Superficie di isolivello $3\mu T$

Il campo magnetico generato da un elettrodotto in un punto è la risultante dei campi prodotti in quel punto da tutte le correnti che percorrono i conduttori dell'elettrodotto stesso (paralleli tra loro).

Il campo magnetico dipende quindi dalla distanza e dalla posizione reciproca dei conduttori.

Gli elettrodotti possono essere a semplice terna, oppure a doppia terna. La guida CEI 211-4 fornisce le formule per il calcolo del campo magnetico e la guida CEI 106-11 applica tali formule a diversi tipi di elettrodotti per stabilire le fasce di rispetto.

A sufficiente distanza dagli elettrodotti, la superficie su cui l'induzione assume lo stesso valore (superficie isolivello) ha con buona approssimazione la forma di un "cilindro" avente come asse la catenaria ideale passante per il baricentro dei conduttori.

L'intersezione di questa superficie cilindrica con un piano ortogonale alla linea individua una circonferenza (sezione del cilindro); la guida CEI 106-11 fornisce le formule per calcolare il raggio di tale circonferenza.

Per gli elettrodotti in media tensione, in cavo cordato ad elica (sotterraneo), anche nelle condizioni più cautelative di conduttore di sezione maggiore e relativa portata nominale, l'induzione scende al di sotto di $3\mu T$ alla distanza di 50-80 cm dall'asse del cavo stesso come specificato nella guida CEI 106-11.

3.4 Determinazione della fascia di rispetto relativamente alla linea elettrica 30 kV

La superficie che delimita lo spazio intorno all'elettrodotto entro il quale l'induzione magnetica supera $3 \mu T$ è con buona approssimazione un cilindro, ad asse curvilineo con l'andamento dei conduttori, di raggio R.

Dentro questo volume "non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti la permanenza non inferiore a quattro ore", legge 36/01, art. 4 lett. h).

La fascia di rispetto è dunque un volume approssimato a quello di un cilindro. Per semplicità, e a favore della sicurezza, l'APAT ha trasformato il volume in una superficie individuata dalla proiezione del cilindro al suolo cioè un corridoio di larghezza R da ambo i lati rispetto al baricentro dei conduttori.

3.4.1 *Linea interrata*

Tensione = 30 kV.

Conduttori = Rame/Alluminio

Formazione/Sezione = 3x1x500 mmq (sezione massima nell'impianto) posato a trefolo Tipo di posa = entro tubazione

I = Corrente in servizio normale = 124 A

Adottando la formula

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T]$$

si ottiene $B = 3 \text{ mT}$ a una distanza R pari a circa 0,7 m.

Si adotta una DPA pari a 1 m, che considerata la profondità di posa di 1,5 m, non esce mai dal terreno.

3.5 Calcolo DPA cabina di trasformazione

La cabina MT di alloggiamento apparecchiature (cabina di elevazione 0,8/30kV) è l'unica parte dell'elettrodotto in progetto collocata fuori terra.

Il calcolo del campo magnetico è svolto con la seguente formula

$$B = \frac{0,35 \cdot I \cdot d}{r^2}$$

dove

- ***I***: Corrente nominale lato bassa tensione del trasformatore, espressa in Ampere [A];
- ***d***: Diametro equivalente dei cavi espresso in metri
- ***r***: distanza a cui si calcola B, espresso in m

Essendo la potenza della cabina pari a 7.000 kW, la corrente lato BT è calcolata con la formula

$$I[A] = \frac{P}{(V \times 1,732 \times \cos \phi)}$$

nel caso specifico $I [A] = 5.052 \text{ A}$

si calcola il diametro equivalente dal cavo elettrico con la seguente formula

$$d = 0,002 \cdot \sqrt[2]{\frac{I}{4}}$$

- $d = 0,071 \text{ m}$

Imponendo $B = 3 \text{ mT}$ si calcola r con la seguente formula

$$r = \sqrt{\frac{0,35}{3} \cdot I \cdot d}$$

da cui risulta $r = 6,47 \text{ m}$, che approssimata al m superiore fornisce una DPA pari a

- $Dpa = 7 \text{ m}$ (per un valore limite di $3 \mu\text{T}$ di B)

4 Conclusioni

Secondo la Guida CEI 106-11 figura 18, l'elettrodotto in media tensione 15kV in cavo con le caratteristiche in precedenza illustrate, genera una induzione magnetica il cui valore scende sicuramente al di sotto dei $3\mu\text{T}$ alla distanza di 0,60 m dall'asse del conduttore stesso.

L'ampiezza delle fasce di rispetto all'obiettivo qualità ($<3\mu\text{T}$) per gli elementi perimetrali delle cabine di trasformazione e di consegna, rientrano nei confini di pertinenza delle cabine stesse.

La distanza delle strutture in prossimità delle future cabine è tale da fornire la più totale garanzia in merito agli obiettivi di qualità.

Pertanto, con riferimento alle condizioni fisiche, tecnologiche e oggettive illustrate nei paragrafi precedenti,

SI DICHIARA

che l'elettrodotto in progetto, costituito da n.3 cabine di elevazione della tensione da 800V a 30000V, dalla linea elettrica interrata a 30 kV, per la consegna dell'energia elettrica prodotta con fonti rinnovabili dall'impianto rispetta le normative nazionali e regionali in materia di riduzione dell'inquinamento elettromagnetico e non sono previste interferenze con postazioni di lavoro fisse per una durata superiore a 4 h.

Il Progettista
Ing. David Negrini



Cognome **NEGRINI**
Nome **DAVID**
nato il **08/05/1972**
(atto n. **586** 1^a A **1972**)
a **RAVENNA (RA)**
Cittadinanza **ITALIANA**
Residenza **Cervia**
Via **VIA CONFINE 24/A INT. 9**
Stato civile **LIBERO**
Professione **INGEGNERE AMBIENTALE**

CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI

Statura **1.70**
Capelli **CASTANI**
Occhi **CASTANI**
Segni particolari **=====**



Firma del titolare *David Negri*
Cervia 26/05/2015

Impronta del dito
IL FUNZIONARIO INCARICATO
Matteo Seregni