

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "ARCONATE"

REGIONE LOMBARDIA
COMUNE DI ARCONATE
PROVINCIA DI MILANO

PROCEDURA ABILITATIVA SEMPLIFICATA (P.A.S.)
Art.6 D.Lgs. 28/2011

2.01_RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

COMMITTENTE:

The logo for NEOEN, with 'NEO' in blue and 'EN' in orange.

Neoen Renewables Italia Srl
Via G. Rovani, 7
20123 - Milano (MI)
neoenrenewablesitalia@pecplus.it

PROGETTISTI:

The logo for human capital, featuring a stylized 'h' made of three loops in orange, yellow, and green, above the words 'human capital' in a dark blue sans-serif font.

HC Human Capital Srl
Via Montello, 8/bis
20822 – Seveso (MB)
humancapital@legalmail.it



Per. Ind. Valentino Cascarano
Via Macellari 37
29122 – Piacenza (PC)
valentino@live.it



Valentino Cascarano

INDICE

IMPATTO ELETTROMAGNETICO	3
IMPATTO ELETTROMAGNETICO – CABINA DI CONSEGNA MT	6
IMPATTO ELETTROMAGNETICO – LINEA MT IN CAVO INTERRATO	9
CONCLUSIONI	14

Un qualsiasi elettrodotto è sede di campi elettrici e magnetici legati ai valori di potenza da trasportare e alla tipologia della linea (aerea o interrata). Il campo elettrico prodotto da una linea in un dato punto dipende in primo luogo dal livello di tensione e dalla distanza del punto dalla linea ed in seconda istanza dalla configurazione della linea stessa. A parità di configurazione, il campo elettrico cresce all'aumentare della tensione e diminuisce all'aumentare della distanza. I parametri legati alla configurazione che influenzano maggiormente il campo elettrico al suolo sono:

- l'altezza o la profondità della linea
- la distanza tra le fasi e la loro disposizione.

Il campo elettrico presenta un massimo nella zona circostante la linea ma decresce abbastanza rapidamente all'allontanarsi dall'asse della linea stessa.

Le linee elettriche sono inoltre sorgenti di campo magnetico a bassa frequenza. Esso dipende in primo luogo dal valore della corrente transitante in linea e dalla distanza del punto dalla linea e, in seconda istanza, dalla configurazione della linea stessa.

Il campo magnetico cresce all'aumentare della corrente e diminuisce all'aumentare della distanza. Va ancora sottolineato che il campo magnetico prodotto dalle linee elettriche dipende dalla corrente che, a differenza della tensione, varia notevolmente al variare delle condizioni di carico delle linee stesse.

Il DPCM dell' 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"*, per i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità sui campi elettromagnetici alla frequenza di 50 Hz, ha stabilito quanto segue: **100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico**, intesi come valori efficaci. A titolo di misura cautelativa per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per **l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco di 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di 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 μ T per il valore dell'induzione magnetica**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco di 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

	Intensità del campo elettrico (kV/m)	Intensità del campo di induzione magnetica (μT)
Limiti di esposizione	5	100
Valore di attenzione	/	10
Obiettivo di qualità	/	3

Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità fissati dal DPCM 08/07/2003 (G. U. Serie Generale n.199 del 28/8/03)

L'analisi dell'impatto elettromagnetico si è svolta per passi successivi:

- individuazione delle sorgenti di campi elettromagnetici correlate alla realizzazione e al funzionamento delle opere di rete;
- azione di mitigazione;
- individuazione dei recettori sensibili;
- calcolo del campo elettrico e magnetico.

Le componenti delle opere di rete di nuova realizzazione previste in grado di produrre inquinamento elettromagnetico sono le seguenti:

- Cabina di consegna MT;
- Linea MT in cavo interrato

La verifica sull'osservanza dei limiti indotti dal DPCM 08/07/2003 necessita del calcolo della "Distanza di prima approssimazione" (Dpa), che garantisce che ogni punto distante dal manufatto più della Dpa si trovi all'esterno della fascia di rispetto.

All'interno delle fasce di rispetto *"non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore"*.

IMPATTO ELETTROMAGNETICO – CABINA DI CONSEGNA MT

Nella cabina di consegna sarà effettuata l'immissione dell'energia in rete.

Essa sarà costituita da un monoblocco prefabbricato in cemento armato, progettato per contenere tutte le apparecchiature MT e BT.

La verifica sull'osservanza dei limiti indotti dal DPCM 08/07/2003 necessita del calcolo della "Distanza di prima approssimazione" (Dpa), che garantisce che ogni punto distante dal manufatto più della Dpa si trovi all'esterno della fascia di rispetto.

In relazione alla cabina di consegna si determina la Dpa a partire dai dati in tabella:

Calcolo Dpa cabina di consegna	
Potenza cabina [kW]	8400
Tensione di esercizio [V]	15000
Portata del cavo [A]	490
Diametro dei cavi [mmq]	240
Diametro reale del cavo (conduttore+isolante) [mm]	32,6
Dpa [m]	1,5

Considerando che la massima corrente prodotta dall'impianto è pari a 381 A corrisponde una Dpa relativa alla massima produzione dell'impianto fotovoltaico pari a:

Calcolo Dpa cabina di consegna	
Potenza cabina [kW]	8400
Tensione di esercizio [V]	15000
Corrente prodotta [A]	381
Diametro dei cavi [mmq]	240
Diametro reale del cavo (conduttore+isolante) [mm]	32,6
Dpa [m]	1,3

In considerazione dei seguenti aspetti:

- le apparecchiature delle cabine non veicolano mai la massima corrente teorica;
- ad una distanza inferiore alle Dpa indicate precedentemente non sono ubicati ricettori sensibili,

abitazioni o luoghi dove sia ragionevole supporre una permanenza di persone per più di 4 ore al giorno e per periodi prolungati;

- non dovranno essere effettuati lavori di manutenzione che comportino una durata di permanenza e di esposizione maggiore di 4 ore giornaliere in presenza di tensione.

si può concludere che la verifica dell'osservanza dei limiti di cui al DPCM 08/07/2003 è dunque da ritenersi soddisfatta.

Ipotizzando che nella cabina di consegna potrà essere installato un trasformatore di potenza fino a 630 kVA, si riporta di seguito il calcolo dalla "Distanza di prima approssimazione" (Dpa):

Calcolo Dpa cabina di consegna con Trasformatore da 630 kVA	
Potenza Trasformatore [kVA]	630
Tensione al secondario [V]	400
Corrente nominale al secondario del trasformatore [A]	909,3
Diametro reale del cavo (conduttore+isolante) [mm]	35
Dpa [m]	2,2

Ipotizzando inoltre che la distribuzione in bassa tensione avvenga mediante cavi FG16OM16 0,6/1 kV da 240 mmq con una portata massima di 490 A; si riporta di seguito il calcolo della "Distanza di prima approssimazione" (Dpa):

Calcolo Dpa cabina di consegna con Trasformatore da 630 kVA	
Potenza Trasformatore [kVA]	630
Tensione al secondario [V]	400
Corrente nominale al secondario del trasformatore [A]	909,3
Diametro dei cavi FG16OM16 0,6/1 kV [mmq]	240
Portata cavo FG16OM16 0,6/1 kV da 240 mmq [A]	490
Diametro reale del cavo (conduttore+isolante) [mm]	30,2
Dpa [m]	1,5

In considerazione dei seguenti aspetti:

- le apparecchiature delle cabine non veicolano mai la massima corrente teorica;
- il trasformatore è munito di tutte le certificazioni di compatibilità previste a norma di legge e del marchio CE;

Ad una distanza inferiore alla massima Dpa calcolata (2,2 metri), indicata precedentemente, non sono

- ubicati ricettori sensibili, abitazioni o luoghi dove sia ragionevole supporre una permanenza di persone per più di 4 ore al giorno e per periodi prolungati;

Non dovranno essere effettuati lavori di manutenzione che comportino una durata di permanenza e di esposizione maggiore di 4 ore giornaliere in presenza di tensione.

Si può concludere che, anche con l'installazione di un trasformatore da 630 kVA in cabina di consegna, la verifica dell'osservanza dei limiti di cui al DPCM 08/07/2003 è da ritenersi soddisfatta

La cabina di consegna sarà collegata alla rete di E-Distribuzione tramite:

1) Realizzazione linea in cavo interrato Al 240 mmq in partenza da CP ARCONATE fino alla cabina di consegna

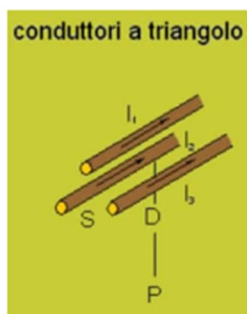
DU10-2-794267 "Due Giugno";

2) Realizzazione linea di richiusura nella cabina di consegna DU10-2-618765 ALGIA tramite nodo complesso con

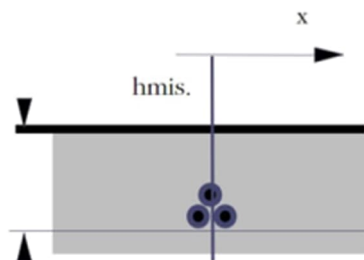
congiuntore e cavo interrato Al 240 mmq

Al fine del calcolo dell'induzione magnetica è stata utilizzata una corrente pari alla massima corrente che potrà circolare all'interno del cavo di collegamento: tale scelta è stata effettuata nel rispetto del carattere cautelativo della norma. La massima corrente che verrà prodotta dall'impianto sarà notevolmente inferiore alla portata del cavo di collegamento.

È stata prevista la disposizione dei cavi a triangolo in modo da minimizzare il campo magnetico rispetto alla disposizione parallela. Per il calcolo dell'induzione magnetica è stato considerato un sistema trifase percorso da una terna di correnti simmetrica ed equilibrata. La distanza dal centro del sistema trifase è molto maggiore rispetto alla distanza tra i conduttori.



Il trasporto dell'energia in MT avviene mediante cavo interrato ad una profondità di 100 cm e posato secondo le modalità prescritte dalla norma CEI 11-17.



L'elettrodotto considerato avrà le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale: 15 kV
- Portata del cavo 490 A
- Sigla del cavo ARE4H5EX o ARP1H5EX
- Formazione dei conduttori 240 mm² a trifoglio
- Tipo di posa: cavo interrato

La norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6, prima edizione, guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana, stabilisce che **le linee elettriche in cavo non producono campo elettrico** all'esterno, in quanto, le guaine metalliche dei cavi costituiscono un'efficace schermatura nei riguardi di tale tipo di campo.

Per quanto riguarda le linee in cavo ad alta tensione non si ritiene di riportare risultati di calcolo o di misura di campi elettrici, visto che, per le ragioni sopra esposte, i livelli di tali campi sono normalmente del tutto trascurabili.

Tale considerazione può essere fatta anche nel caso di media tensione, dato che l'intensità del campo elettrico diminuisce con la diminuzione della tensione della linea.

Contrariamente a quanto avviene per il campo elettrico, le linee in cavo interrato sono sorgenti di campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo.

Quindi nel caso di un sistema bilanciato, come quello in esame, considerando le caratteristiche dell'elettrodotto (formazione dei conduttori a trifoglio - profondità di posa della linea 1,0 m) a distanza verticale di 2,5 metri dal centro del sistema trifase (altezza uomo) si avranno le condizioni determinate nelle tabelle di seguito:

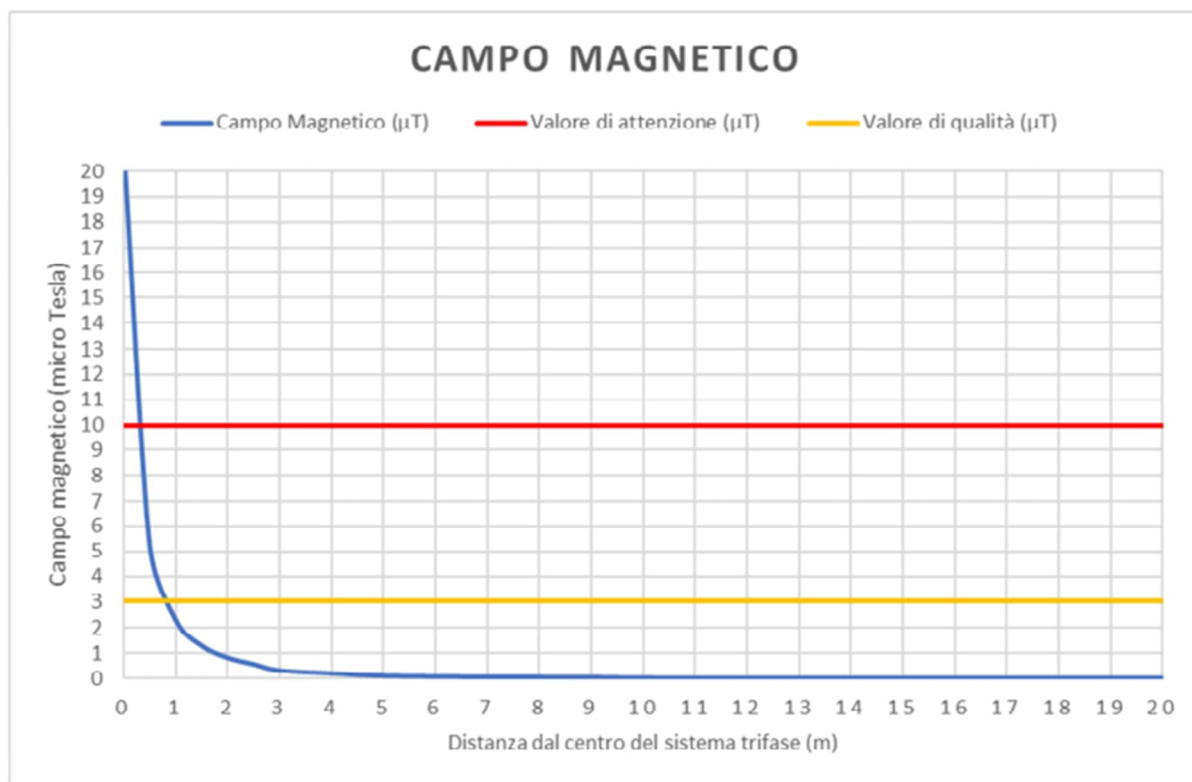
Tensione nominale [V]	Corrente nominale [A]	Tipologia	Formazione	Conduttori	Distanza dal centro del sistema trifase [m]	Campo magnetico indotto [μ T]	Limite di qualità [μ T]	Esito verifica
15000	490	linea in cavo interrata trifase	a trifoglio	240mm ² Al	2,5	0,8336	3,0	Soddisfatta
15000	381	linea in cavo interrata trifase	a trifoglio	240 mm ² Al	2,5	0,6482	3,0	Soddisfatta

Nella tabella precedente sono stati indicati i calcoli del campo magnetico considerando la portata massima del cavo (490 A) e la massima corrente prodotta dall'impianto (381 A).

Il limite di legge è rispettato.

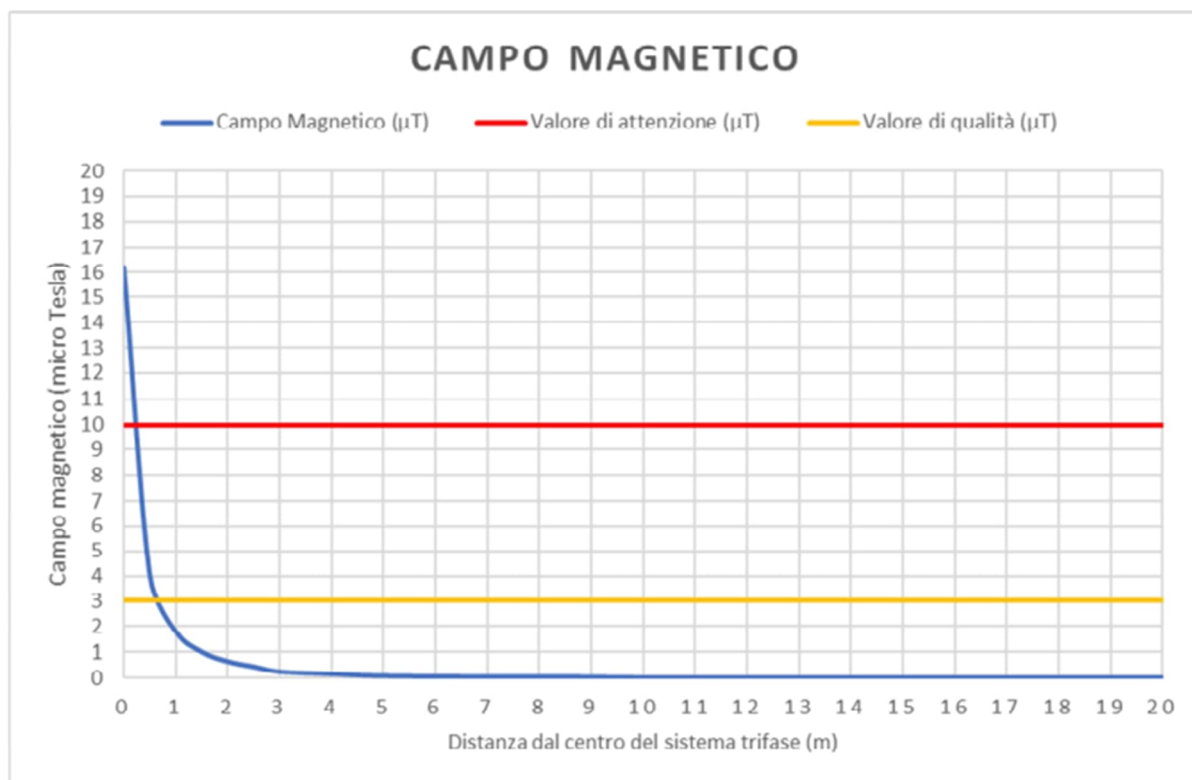
Segue l'andamento del campo magnetico post operam in funzione della distanza dal cavidotto:

Variazione dei campi con la distanza				
Distanza dal centro del sistema trifase [m]	Campo magnetico [μ T]	Limite di esposizione [μ T]	Valore di attenzione [μ T]	Valore di qualità [μ T]
0,5	20,8407	100	10	3
1	5,2102	100	10	3
1,5	2,3156	100	10	3
2	1,3025	100	10	3
2,5	0,8336	100	10	3
3	0,5789	100	10	3
4	0,3256	100	10	3
5	0,2084	100	10	3
7	0,1063	100	10	3
9	0,0643	100	10	3
10	0,0521	100	10	3
15	0,0232	100	10	3
20	0,0130	100	10	3
25	0,0083	100	10	3



Considerando che la massima corrente prodotta dall'impianto è pari a 381 A segue l'andamento del campo magnetico complessivo post operam in funzione della distanza dal cavidotto:

Variazione dei campi con la distanza				
Distanza dal centro del sistema trifase [m]	Campo magnetico [μT]	Limite di esposizione [μT]	Valore di attenzione [μT]	Valore di qualità [μT]
0,5	16,2047	100	10	3
1	4,0512	100	10	3
1,5	1,8005	100	10	3
2	1,0128	100	10	3
2,5	0,6482	100	10	3
3	0,4501	100	10	3
4	0,2532	100	10	3
5	0,1620	100	10	3
7	0,0827	100	10	3
9	0,0500	100	10	3
10	0,0405	100	10	3
15	0,0180	100	10	3
20	0,0101	100	10	3
25	0,0065	100	10	3



Si può concludere che il campo elettromagnetico post operam presenterà ad altezza d'uomo un valore massimo **inferiore al più stringente limite di normativa**; di conseguenza la Distanza di prima approssimazione (Dpa) è pari a zero.

Il rischio elettromagnetico è pertanto da considerarsi nullo, anche in considerazione dei seguenti aspetti:

- il cavidotto non è mai percorso dalla massima corrente teorica;
- il cavidotto è interrato ad un metro ed il campo magnetico ad una distanza dal centro del sistema trifase di 2,5 metri assume valori molto al di sotto del più stringente limite di normativa;
- il cavidotto interessa aree agricole, cioè aree lontane da abitazioni e luoghi dove non è ragionevole
- supporre una permanenza in prossimità o al di sopra di esso di persone per più di 4 ore al giorno e per periodi prolungati.

Infine poiché i lavori di manutenzione verranno effettuati in assenza di tensione, si può ritenere nullo l'impatto sui lavoratori addetti alla manutenzione.

CONCLUSIONI

I risultati delle valutazioni condotte hanno mostrato come le intere opere di rete introducano valori di campo elettromagnetico molto al di sotto di quelli che dalla normativa vigente vengono considerati valori limite.

La valutazione intrapresa ha dunque confermato che i valori di campo elettromagnetico introdotti dalle opere di rete in oggetto non sono tali da destare preoccupazione alcuna per quanto riguarda l'induzione di effetti nocivi sull'uomo.

In conclusione di ciò, i limiti previsti dalla normativa vigente sono ampiamente rispettati.

In fede

Per. Ind. Valentino Cascarano

.....