



REGIONE ABRUZZO

Provincia Chieti

COMUNE DI CASOLI

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO FTV A TERRA
DELLA POTENZA DI 5,599 MW_p E DELLE RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE SITO IN CASOLI (CH) C.DA COLLELUNGO

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

CODICE ELABORATO	DESCRIZIONE ELABORATO
R.11-FTV	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI E D.P.A.
REV: 00	
REV:	
REV:	
REV:	DATA: LUGLIO 2024

PROGETTISTA

Sting Ingegneria STP Srl

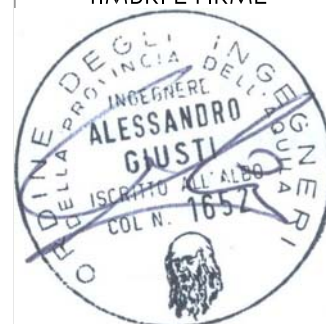
Sede : Via Colle Sapone 22a 67100 L'Aquila (AQ)

Tel: 0862/294712 cell: +39 320/4174131

e-mail: alessandrogiusti.ingegneria@gmail.com - stpsting@gmail.com

pec: sting-stp@legalmail.it

TIMBRI E FIRME



COMMITTENTE

LANDS S.r.l.

Piazzale Porto snc, 67100 L'Aquila (AQ)

IMPRESA ESECUTRICE

DIREZIONE DEI LAVORI

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

Sommario

1	DESCRIZIONE DELL'OPERA E COLLOCAZIONE NEL TERRITORIO	3
2	SCOPO.....	3
3	RIFERIMENTI NORMATIVI E PRINCIPALI DEFINIZIONI	4
4	SPIEGAZIONE DEL FENOMENO	6
5	CARATTERISTICHE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO	6
6	SORGENTI NATURALI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	7
7	SORGENTI ARTIFICIALI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI	7
8	IL CONCETTO DI LUNGHEZZA D'ONDA E FREQUENZA.....	7
9	DIFFERENZA TRA CAMPI ELETTROMAGNETICI NON IONIZZANTI E RADIAZIONI IONIZZANTI.....	8
10	CAMPI ELETTROMAGNETICI A BASSA FREQUENZA.....	8
11	CAMPI ELETTROMAGNETICI AD ALTA FREQUENZA	9
12	PRINCIPALI SORGENTI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI A FREQUENZE BASSE, INTERMEDIE ED ALTE	9
13	DIFFERENZE TRA CAMPI STATICI E VARIABILI NEL TEMPO	9
14	EFFETTI SANITARI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	10
15	EFFETTI BIOLOGICI	11
16	PREOCCUPAZIONI PER LA SALUTE E RICERCA SCIENTIFICA	11
17	EFFETTI SULLA SALUTE	12
18	OBIETTIVI DELLE RICERCHE ATTUALI E FUTURE.....	13
19	MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE STRUTTURALI	14
20	VALUTAZIONE PREVISIONALE DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	17
21	ASPETTI SPECIFICI DEL CASO IN ESAME.....	18
21.1	Luoghi Sensibili art. 4 DPCM 08/07/2003	18
21.2	Linee Elettriche in Cavo Cordato ad Elica Visibile	18
21.2.1	Linea Elettrica su Aree/Strade Pubbliche	18
21.2.2	Linee Elettriche Interne all'Impianto di Produzione	19
21.2.3	Cabina Elettrica di Consegna e Ricezione del Produttore	19
21.2.4	Cabine Elettriche di Trasformazione del Produttore.....	19
22	CALCOLO DELLE DPA PER IL CASO IN ESAME	20

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

22.1	Cabina Elettrica di Consegna e Ricezione del Produttore	20
22.2	Cabine Elettriche di Trasformazione del Produttore.....	22
22.3	Linee Elettriche in Cavo Cordato ad Elica Visibile	22
23	SINTESI E VALORI DELLE DPA.....	24
24	CONCLUSIONI	25

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

1 DESCRIZIONE DELL'OPERA E COLLOCAZIONE NEL TERRITORIO

La società LANDS S.r.l. con sede a L'Aquila in Piazzale Porto, intende realizzare un Impianto Fotovoltaico, identificato con codice di rintracciabilità 384871395, su un terreno sito nel Comune di Casoli in Contrada Collelungo, con destinazione agricola, con coordinate latitudine 42°06'56".16 N e longitudine 14°17'27".96 E.

Il generatore fotovoltaico è di tipo installato a terra, della potenza di 5,599 Mwp, ed è costituito da moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 630 kW, posati su struttura in acciaio zincato direttamente infissa nel terreno con angolo di azimut 0°

Le opere accessorie asservite all'impianto fotovoltaico (impianto FTV) comprendono 3 cabine elettriche (*Power Station*) da 2 MW ciascuna e un elettrodotto interrato, per i collegamenti interni in BT e per la connessione alla rete di distribuzione nazionale in MT.

Le stringhe sono formate da 16 o 17 moduli collegati in serie sul lato in corrente continua degli inverter. Ciascun inverter è poi collegato, in corrente alternata, ad un quadro elettrico di parallelo posto dentro la cabina di trasformazione utente, che tramite trasformatore MT/BT, è collegata alla rete in MT ad anello e la convoglia nel punto di consegna dove viene immessa nella rete elettrica nazionale.

2 SCOPO

La presente relazione si prefigge di dimostrare come le scelte progettuali proposte siano rispondenti alla normativa nazionale in materia di tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione ai campi elettromagnetici a frequenza industriale connessi al funzionamento e all'esercizio dell'impianto fotovoltaico in oggetto. In particolare si intende dimostrare che il progetto rispetta la prescrizione di cui all'articolo 4 "obiettivi di qualità" del DPCM 08/07/2003.

Le "fasce di rispetto per gli elettrodotti" (il termine "elettrodotti" si riferisce anche cabine elettriche primarie e cabine elettriche secondarie, a seconda del caso) devono essere calcolate secondo la metodologia approvata con il DM 29/05/2008 (metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti) e devono rispettare l'obiettivo di qualità definito dall'art.4 del DPCM 08/07/2003: all'interno delle fasce di rispetto (distanze di prima approssimazione) non devono ricadere insediamenti ed attività preesistenti che abbiano il carattere di "luoghi tutelati".

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

3 RIFERIMENTI NORMATIVI E PRINCIPALI DEFINIZIONI

Un aiuto concreto per la mitigazione del problema delle interferenze elettromagnetiche giunge dalle normative nazionali e internazionali in materia.

La direttiva europea 89/336/CEE "compatibilità elettromagnetica" impone ai costruttori di apparecchiature elettriche ed elettroniche il rispetto di alcuni requisiti essenziali insiti nella definizione stessa di compatibilità elettromagnetica, che sono mirati al contenimento delle emissioni elettromagnetiche dei sistemi entro limiti ben determinati e contemporaneamente all'incremento dell'immunità degli stessi nei confronti delle interferenze. Il rispetto di tali requisiti si può ottenere seguendo le prescrizioni delle norme tecniche armonizzate che forniscono i limiti ed i metodi di misura per la totalità dei prodotti o delle famiglie di prodotti che rientrano negli obiettivi della direttiva, o per tutti i dispositivi che possono creare emissioni elettromagnetiche o il cui funzionamento può essere alterato da disturbi elettromagnetici presenti nell'ambiente.

Tra le fonti normative più importanti è da ricordare la Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 recepita in Italia con il D.Lgs 10 settembre 1998 n. 381 riguardante "l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici" e la Direttiva 2004/40/CE recepita in Italia con il D.Lgs 19 novembre 2007 n. 257 riguardante le "prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da agenti fisici (campi elettromagnetici)". Il succitato D.Lgs è stato, infine, interamente accorpato all'interno del nuovo Testo Unico sulla sicurezza del 9 aprile 2008 n. 81.

Il 29 giugno 2013 è stata emanata la Direttiva 2013/35/CE recante nuove disposizioni in tema di esposizioni occupazionali ai campi elettromagnetici. Tale direttiva sostituisce ed abroga la precedente 2004/40.

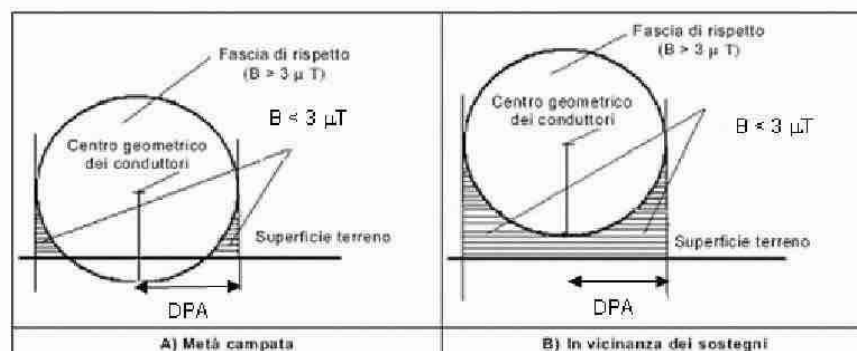
La normativa italiana sulla protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi all'esercizio degli elettrodomesti e delle installazioni elettriche correlate (stazioni, sottostazioni, cabine primarie, cabine secondarie, etc) attualmente in vigore è la *Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001 "Protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"* che ha introdotto i concetti di "limite di esposizione", di "valore di attenzione", di "obiettivi di qualità" e di "fascia di rispetto per gli elettrodomesti".

I primi decreti applicativi della LQ 36/2001 sono stati pubblicati nel 2003; in particolare, il DPCM 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 elettrodomesti"* ha fissato i valori delle soglie di cui sopra e ha posto l'esigenza di determinare una metodologia per la valutazione delle fasce di rispetto:

- l'Obiettivo di Qualità - 3 microtesla per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio dell'elettrodotto - si applica nei casi di progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di "luoghi tutelati" già esistenti o nei casi di progettazione di nuovi insediamenti aventi il carattere di "luoghi tutelati" in prossimità di elettrodotti esistenti (art. 4 del DPCM 08/07/2003);
- Luoghi Sensibili ai sensi dell'art. 4 del DPCM 08/07/2003 sono aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore;
- per la determinazione delle Fasce di Rispetto per gli Elettrodotti in progetto si dovrà adottare una metodologia che faccia riferimento all'obiettivo di qualità ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal proprietario/gestore (art. 6 del DPCM 8/7/2003) oppure, nel caso di cabine elettriche tipo box contenenti trasformatori, alla corrente nominale lato BT del trasformatore e al circuito BT da esso derivato.

Il DM 29 maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" introduce il concetto di "distanza di prima approssimazione" e definisce in dettaglio il concetto di fascia di rispetto:

- Distanza di Prima Approssimazione (DPA) per le Linee Elettriche: è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione dal suolo disti dalla proiezione della linea più della DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto;
- Distanza di Prima Approssimazione (DPA) per le Cabine di Trasformazione: è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce che ogni punto la cui proiezione dal suolo disti dalle pareti della cabina più della DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto;
- Fascia di Rispetto per un Elettrodotto: è lo spazio circostante un 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. Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.



Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

Il DM 29/05/2008 al fine delle verifiche delle autorità competenti prevede due diverse metodologie di calcolo delle fasce di rispetto corrispondenti a due diversi livelli di approfondimento:

- Metodologia Semplificata: si tratta di un procedimento che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato basato sul calcolo della distanza di prima approssimazione. Se l'insediamento luogo tutelato è situato esternamente alla DPA allora l'elettrodotto può essere autorizzato senza che sia richiesto il livello di approfondimento superiore;
- Metodologia Accurata: si tratta di un calcolo esatto della fascia di rispetto basato su un modello tridimensionale effettuato in caso di non rispetto della distanza di prima approssimazione. In questo caso il calcolo deve dimostrare che l'insediamento luogo tutelato, pur trovandosi internamente alla DPA, è situato esternamente allo spazio (volume) i cui punti sono caratterizzati da valori di induzione maggiori di 3 μT .

4 SPIEGAZIONE DEL FENOMENO

Ogni apparecchiatura che produce o che viene attraversata da una corrente elettrica (dinamo, cavi elettrici, elettrodomestici, etc.) è caratterizzata da un campo elettromagnetico. In generale le correlazioni tra campo elettrico e campo magnetico sono assai complesse, dipendono dalle caratteristiche della sorgente, dal mezzo di propagazione, dalla presenza di ostacoli nella propagazione, dalle caratteristiche del suolo e dalle frequenze in gioco. La diffusione del campo elettromagnetico nello spazio avviene nello stesso modo in tutte le direzioni; la diffusione può essere comunque alterata dalla presenza di ostacoli che, a seconda della loro natura, inducono sul campo elettromagnetico riflessioni, rifrazioni, diffusioni, assorbimento, ecc. La diffusione del campo elettromagnetico può comunque essere alterata anche dalla presenza di un altro campo elettromagnetico.

5 CARATTERISTICHE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO

I CAMPI ELETTRICI: sono creati da differenze di potenziale elettrico, o tensioni; più alta è la tensione, più intenso è il campo elettrico risultante.

I CAMPI MAGNETICI: si creano quando circola una corrente elettrica; più alta è la corrente, più intenso è il campo magnetico. Un campo elettrico esiste anche se non c'è corrente. Se circola una corrente, l'intensità del campo magnetico varia con il consumo di potenza, mentre l'intensità del campo elettrico rimane costante.

Collegando un apparecchio a una presa si creano dei campi elettrici nello spazio circostante. Più alta è la tensione, più alto è il campo prodotto. Poiché la tensione può

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

esistere anche se non circola corrente, non occorre che un apparecchio sia acceso perché esista un campo elettrico nello spazio circostante. Quindi i campi elettrici e quelli magnetici coesistono nell'ambiente. Il campo magnetico è tanto più intenso quanto maggiore è la corrente. Nella trasmissione e nella distribuzione dell'elettricità si usano tensioni elevate al fine di contenere le perdite di energia. Le tensioni in uso negli elettrodotti variano con il consumo di energia.

I campi elettrici attorno ai cavi di un apparecchio cessano di esistere solo quando questo viene scollegato.

6 SORGENTI NATURALI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI

I campi elettromagnetici sono presenti ovunque nel nostro ambiente di vita, ma sono invisibili all'occhio umano. Dei campi elettrici sono prodotti dall'accumulo locale di cariche elettriche nell'atmosfera, in occasione di temporali. Il campo magnetico terrestre fa sì che l'ago di una bussola si orienti lungo la direzione nord-sud ed è utilizzato da uccelli e pesci per la navigazione.

7 SORGENTI ARTIFICIALI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Accanto alle sorgenti naturali, lo spettro elettromagnetico comprende anche campi generati da sorgenti artificiali: i raggi X, ad esempio, sono utilizzati per diagnosticare la frattura di una caviglia. All'elettricità fornita da una qualunque presa di corrente sono associati dei campi elettromagnetici a bassa frequenza. Infine, diversi tipi di radioonde ad alta frequenza sono usati per trasmettere informazioni, attraverso antenne televisive, impianti radiofonici o stazioni radio base per telefonia mobile.

8 IL CONCETTO DI LUNGHEZZA D'ONDA E FREQUENZA

Una delle caratteristiche principali di un campo elettromagnetico (CEM) è la sua frequenza o la corrispondente lunghezza d'onda. Campi di lunghezza d'onda diversa interagiscono con il corpo umano in modo diverso. Si possono immaginare le onde elettromagnetiche come una serie di onde che viaggiano ad una velocità enorme, quella della luce; la frequenza descrive semplicemente il numero di oscillazioni, o cicli, al secondo, mentre la lunghezza d'onda rappresenta la distanza tra un'onda e la successiva. Quindi, lunghezza d'onda e frequenza sono legate in modo indissolubile: più alta è la frequenza, più breve è la lunghezza d'onda. La radiazione elettromagnetica si propaga come un'onda alla velocità della luce. Ad una frequenza di 100 KHz corrisponde una lunghezza d'onda di 100 Km mentre ad una frequenza di 300 GHz corrisponde una lunghezza d'onda di 1mm.

9 DIFFERENZA TRA CAMPI ELETTROMAGNETICI NON IONIZZANTI E RADIAZIONI IONIZZANTI

Lunghezza d'onda e frequenza determinano un'altra importante caratteristica dei campi elettromagnetici: le onde elettromagnetiche sono trasportate da particelle chiamate "quanti". I "quanti" di frequenza più elevata (e, quindi di lunghezza d'onda minore) trasportano più energia di quelli di frequenza più bassa (e lunghezza d'onda maggiore). Alcune onde elettromagnetiche trasportano un'energia tale da essere in grado di rompere i legami tra molecole. Nello spettro elettromagnetico, i raggi gamma emessi dai materiali radioattivi, i raggi cosmici ed i raggi X hanno questa proprietà e sono chiamati "radiazioni ionizzanti". I campi i cui "quanti" hanno energia insufficiente per rompere i legami molecolari vengono invece chiamati "radiazioni non ionizzanti". I campi elettromagnetici prodotti da sorgenti artificiali, che svolgono un ruolo di primo piano nel mondo industrializzato - elettricità, radioonde e campi a radiofrequenza - si trovano nella regione dello spettro elettromagnetico a lunghezze d'onda relativamente grandi e frequenze relativamente basse, ed i loro "quanti" non sono in grado di rompere i legami chimici.

10 CAMPI ELETTROMAGNETICI A BASSA FREQUENZA

Campi elettrici esistono ovunque sia presente una carica elettrica positiva o negativa: essi esercitano delle forze su altre cariche presenti entro il campo. L'intensità del campo elettrico si misura in volt al metro (V/m). Ogni conduttore elettrico carico produce un campo elettrico. Il campo esiste anche se non circola alcuna corrente. Maggiore è la tensione, più alto è il campo elettrico a una determinata distanza dal conduttore.

L'intensità dei campi elettrici è massima vicino a una carica, o a un conduttore carico, e diminuisce rapidamente allontanandosi da questi. I conduttori, come ad esempio i metalli, schermano molto efficacemente i campi elettrici. Altri mezzi, come i materiali da costruzione e gli alberi, hanno una certa capacità di schermatura. Quindi, i campi elettrici prodotti all'esterno da linee ad alta tensione sono attenuati dalle pareti, dagli edifici e dagli alberi. Quando gli elettrodotti sono interrati, il campo elettrico in superficie è a malapena misurabile. I campi magnetici derivano dal moto delle cariche elettriche. L'intensità del campo magnetico si misura in ampere al metro (A/m); in genere, nella ricerca sui campi elettromagnetici, gli scienziati usano invece un'altra grandezza a questa collegata, l'induzione magnetica (misurata in tesla, T, o nei suoi sottomultipli come il microtesla, μT). A differenza dei campi elettrici, un campo magnetico si produce soltanto quando l'apparecchio è acceso e circola della corrente elettrica. Più alta è la corrente, maggiore è l'intensità del campo magnetico. Come i campi elettrici, anche quelli magnetici sono massimi vicino alla loro sorgente e

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

diminuiscono rapidamente a distanze maggiori. I campi magnetici non vengono bloccati dai materiali comuni, come le pareti degli edifici.

11 CAMPI ELETTROMAGNETICI AD ALTA FREQUENZA

I telefoni mobili, i trasmettitori radiotelevisivi ed i radar producono campi elettromagnetici a radiofrequenza. Questi campi sono utilizzati per trasmettere informazioni su lunghe distanze e costituiscono la base dei sistemi di telecomunicazione e di diffusione radiotelevisiva in tutto il mondo. Le microonde sono campi RF di frequenza elevata, nell'intervallo dei gigahertz (GHz). Nei forni a microonde, queste vengono sfruttate per scaldare rapidamente i cibi.

Nella regione delle radiofrequenze, i campi elettrici e quelli magnetici sono strettamente correlati e generalmente il loro livello viene misurato in termini di densità di potenza, in watt al metro quadro (W/m²).

12 PRINCIPALI SORGENTI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI A FREQUENZE BASSE, INTERMEDIE ED ALTE

I campi elettromagnetici variabili nel tempo prodotti dagli apparecchi elettrici sono un esempio di campi a frequenza estremamente bassa (ELF). I campi ELF hanno generalmente frequenza fino a 300 Hz. Altre tecnologie producono campi a frequenza intermedia (IF), con frequenze tra 300 Hz e 10 MHz e campi a radiofrequenza (RF) con frequenze da 10 MHz a 300 GHz. Gli effetti dei campi elettromagnetici sul corpo umano dipendono non solo dalla loro intensità, ma anche dalla loro frequenza. I sistemi che ci forniscono elettricità, e tutti gli apparecchi che la usano, costituiscono le principali sorgenti di campi ELF; gli schermi dei computer, i dispositivi anti-taccheggio e i sistemi di sicurezza sono le principali sorgenti di campi IF; radio, televisione, radar, antenne per la telefonia cellulare e forni a microonde sono le principali sorgenti di campi RF. Questi campi inducono nel corpo umano delle correnti elettriche che, se di intensità sufficiente, possono produrre vari effetti come riscaldamento e scosse elettriche, secondo la loro ampiezza e la loro frequenza, comunque, per produrre effetti di questo genere, i campi esterni al corpo devono essere molto intensi, notevolmente al di sopra di quelli presenti nei normali ambienti.

13 DIFFERENZE TRA CAMPI STATICI E VARIABILI NEL TEMPO

Un campo statico non varia nel tempo. Una corrente continua (CC) è una corrente elettrica che scorre in un'unica direzione. In qualunque dispositivo a batteria, la corrente scorre da quest'ultima all'apparecchio per tornare poi alla batteria. Questa corrente crea un campo magnetico statico. Il campo magnetico terrestre è anch'esso

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

un campo statico, così come il campo magnetico creato da una calamita, che può essere visualizzato osservando le figure che si creano quando si sparge della limatura di ferro attorno ad essa. Al contrario, le correnti alternate (CA) producono campi elettromagnetici variabili nel tempo. Le correnti alternate invertono il loro verso ad intervalli regolari. Nella maggior parte di paesi europei l'elettricità cambia verso ad una frequenza di 50 cicli al secondo, o 5° hertz. Così pure, i corrispondenti campi elettromagnetici cambiano la frequenza di 60 Hz.

14 EFFETTI SANITARI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

L'esposizione a campi elettromagnetici non è un fenomeno nuovo, tuttavia, durante il ventesimo secolo, l'esposizione ambientale a campi elettromagnetici di origine umana è costantemente aumentata in quanto la crescita della domanda di elettricità, il continuo avanzamento delle tecnologie ed i cambiamenti nei comportamenti sociali hanno creato sorgenti artificiali in misura sempre maggiore, ognuno è esposto, sia in casa sia sul posto di lavoro, a una complessa miscela di deboli campi elettrici e magnetici dovuti alla generazione ed al trasporto di elettricità, agli elettrodomestici, agli apparati industriali, alle telecomunicazioni e all'emittenza radiotelevisiva.

Nel corpo umano esistono, anche in assenza di campi elettrici esterni, piccolissime correnti dovute a reazioni chimiche che sono parte delle normali funzioni fisiologiche. Per esempio, i nervi si scambiano segnali attraverso la trasmissione di impulsi elettrici. La maggior parte delle reazioni biochimiche, dalla digestione all'attività cerebrale, sono accompagnate da una ridistribuzione di particelle cariche. Anche il cuore è elettricamente attivo; il vostro dottore può registrarne l'attività con l'aiuto di un elettrocardiogramma. Campi elettrici a bassa frequenza agiscono sul corpo umano, esattamente come agiscono su qualunque altro mezzo composto di particelle cariche. Quando i campi elettrici agiscono su materiali conduttori, influenzano la distribuzione delle cariche elettriche sulla loro superficie e provocano un flusso di corrente attraverso il corpo, verso la terra. I campi magnetici a bassa frequenza provocano la circolazione di correnti all'interno del corpo. L'intensità di queste correnti dipende dall'intensità del campo magnetico esterno. Se sufficientemente elevate, queste correnti possono provocare la stimolazione di nervi e muscoli o influenzare altri processi biologici. Sia i campi elettrici sia quelli magnetici provocano differenze di potenziale e correnti nel corpo ma, anche nel caso in cui si sia immediatamente al di sotto di una linea ad alta tensione, le correnti indotte sono piccolissime in confronto alle soglie necessarie per provocare scosse ed altri effetti elettrici. Il riscaldamento è il principale effetto biologico dei campi elettromagnetici a radiofrequenza. Nei forni a microonde questa circostanza è sfruttata per riscaldare i cibi. I livelli dei campi a

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

radiofrequenza ai quali la gente è normalmente esposta sono di gran lunga inferiori a quelli richiesti per produrre un riscaldamento significativo. Gli effetti di riscaldamento delle radioonde costituiscono la base su cui si fondano le attuali linee guida. Gli scienziati stanno indagando anche la possibilità che, al di sotto dei livelli di soglia necessari per provocare il riscaldamento corporeo, si manifestino altri effetti, legati ad esposizioni a lungo termine. A tutt'oggi, non è stata fornita conferma di alcun effetto nocivo dovuto ad esposizioni a lungo termine a bassi livelli di campi elettromagnetici, a radio frequenza o a frequenza industriale; comunque, gli scienziati continuano attivamente le ricerche in questo settore.

15 EFFETTI BIOLOGICI

Gli effetti biologici sono risposte misurabili a uno stimolo o a un cambiamento ambientale. Queste risposte non sono necessariamente nocive per la salute. Ad esempio, ascoltare musica, leggere un libro, mangiare una mela o giocare a tennis producono diversi effetti biologici. Pur tuttavia, non ci si aspetta che nessuna di queste attività provochi effetti sanitari. Il nostro corpo possiede sofisticati meccanismi per adattarsi alle molteplici e diverse influenze che incontriamo nel nostro ambiente. I cambiamenti continui fanno parte della nostra vita. Ma, naturalmente, il corpo non possiede meccanismi di compensazione adeguati per qualunque effetto biologico. Cambiamenti irreversibili, o che sottopongano il sistema a stress per lunghi periodi di tempo, possono costituire un rischio per la salute. Un effetto nocivo provoca un danno rilevabile alla salute del soggetto esposto o a quella della sua prole; un effetto biologico, dal canto suo, può tradursi o meno in un effetto di danno alla salute. E' fuori di dubbio che, al di sopra di certi livelli, i campi elettromagnetici possono innescare degli effetti biologici. Esperimenti condotti su volontari sani indicano che esposizioni di breve durata, ai livelli di campo presenti nell'ambiente o in casa, non provocano alcun effetto nocivo evidente. Esposizioni a livelli più elevati, che potrebbero essere pericolose, sono prevenute dalle linee guida nazionali ed internazionali. Il dibattito attuale si concentra sulla possibilità o meno che l'esposizione prolungata a bassi livelli di campo possa sollecitare risposte biologiche e influenzare lo stato di benessere delle persone.

16 PREOCCUPAZIONI PER LA SALUTE E RICERCA SCIENTIFICA

Il massiccio sviluppo dell'elettronica in tutti i settori tecnologici e lavorativi ha comportato la presenza quotidiana di campi elettromagnetici di diverse frequenze ed intensità, nei vari ambienti di lavoro; ciò ha portato allo studio degli effetti che questo fenomeno potrebbe causare sull'uomo. Nel corso dell'ultimo decennio, interrogativi

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

per la salute sono stati sollevati a proposito di numerose sorgenti di campi elettromagnetici, tra cui linee ad alta tensione, forni a microonde, schermi di computer e televisori, sistemi di sicurezza, radar e, più recentemente, telefonia mobile e relative stazioni radio base. In risposta ai crescenti interrogativi su possibili effetti sanitari delle sorgenti di campi elettromagnetici il cui numero e la cui varietà vanno continuamente aumentando, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha avviato nel 1996 un grande piano di ricerca multidisciplinare. Il Progetto Internazionale CEM mette insieme conoscenze e risorse che sono attualmente disponibili presso le maggiori agenzie ed istituzioni scientifiche internazionali e nazionali. Negli ultimi 30 anni sono stati pubblicati circa 25.000 articoli scientifici nel settore degli effetti biologici e delle applicazioni mediche delle radiazioni non ionizzanti. Sebbene sia indispensabile che si debbano svolgere ancora più ricerche, le conoscenze scientifiche in questo campo sono oggi più ampie che per la maggior parte degli agenti fisici.

17 EFFETTI SULLA SALUTE

Alcuni individui hanno attribuito una grande varietà di sintomi all'esposizione a bassi livelli di campo elettromagnetico in casa. Questi sintomi comprendono mal di testa, ansia, suicidio e depressione, nausea, stanchezza e perdita della libido. Al momento, le evidenze scientifiche non suffragano un legame tra questi sintomi e l'esposizione a campi elettromagnetici. Alcuni di questi problemi sanitari possono essere causati dal rumore o da altri fattori ambientali, oppure da ansie legate alle nuove tecnologie.

EFFETTI SULLA GRAVIDANZA

L'OMS ed altre organizzazioni internazionali hanno esaminato molte, e diverse, sorgenti di esposizione a campi elettromagnetici in ambienti di vita e di lavoro, tra cui schermi di computer, letti ad acqua e coperte elettriche, saldatrici a radiofrequenza, apparati per diatermia e radar, il bilancio complessivo delle evidenze mostra che l'esposizione a campi elettromagnetici a tipici livelli ambientali non accresce il rischio di alcun effetto nocivo, come aborti spontanei, malformazioni, peso ridotto alla nascita e malattie congenite. Vi sono state segnalazioni occasionali di associazioni tra problemi sanitari e presunte esposizioni a campi elettromagnetici, nonché segnalazioni di parti prematuri e di peso ridotto alla nascita per figli di lavoratori dell'industria elettrica, ma la comunità scientifica non ha ritenuto che questi effetti fossero necessariamente causati dall'esposizione ai campi (piuttosto che da altri fattori, come per esempio l'esposizione a solventi).

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

CATARATTE

Sono state talvolta segnalate irritazioni agli occhi e cataratte in lavoratori esposti ad alti livelli di radiazione a radiofrequenze e microonde, ma gli studi su animali non confortano l'idea che queste forme di danno agli occhi possano prodursi a livelli che non siano pericolosi dal punto di vista termico. Non c'è alcuna evidenza che simili effetti si verifichino ai livelli sperimentati dal pubblico generico.

CAMPI ELETTROMAGNETICI E CANCRO

Nonostante molti studi, le evidenze di effetti cancerogeni di qualsiasi genere restano molto controverse. È comunque chiaro che, se i campi elettromagnetici avessero effettivamente un effetto sul cancro, l'aumento di rischio, di qualunque tipo, sarebbe estremamente basso. I risultati ottenuti fino ad oggi presentano molte incongruenze, ma non si è comunque trovato nessun aumento consistente di rischio per nessuna forma di cancro, né nei bambini né negli adulti. Un certo numero di studi epidemiologici suggerisce piccoli aumenti di rischio di leucemia infantile, associati all'esposizione a campi magnetici a bassa frequenza nelle abitazioni. Però, gli scienziati non sono in genere giunti alla conclusione che questi risultati riflettano una relazione di causa ed effetto tra l'esposizione ai campi e la patologia. A questa conclusione si è giunti, in parte, perché gli studi su animali e quelli di laboratorio non hanno provato alcun effetto riproducibile che sia coerente con l'ipotesi che i campi elettromagnetici causino o promuovano il cancro. In numerosi paesi sono in corso studi su larga scala che possono aiutare a chiarire questi punti.

IPERSENSIBILITÀ AI CAMPI ELETTROMAGNETICI E DEPRESSIONE

Alcuni individui denunciano una "ipersensibilità" ai campi elettrici magnetici. Queste persone chiedono di sapere se fastidi e dolori, mal di testa, depressione, letargia, disordini del sonno, ed anche convulsioni e crisi epilettiche, possano essere associati all'esposizione a campi elettromagnetici. Vi è ben poca evidenza scientifica che sostenga l'idea di un'ipersensibilità ai campi elettromagnetici, recenti studi scandinavi hanno trovato che, in condizioni di esposizione appropriatamente controllate, i soggetti non presentano reazioni coerenti. Per di più, non esiste alcun meccanismo biologico accettato che spieghi l'ipersensibilità. La ricerca su questo tipo di individui è difficile perché possono entrare in gioco, oltre agli effetti diretti dei campi, molte altre risposte soggettive, ulteriori studi sulla materia sono in corso.

18 OBIETTIVI DELLE RICERCHE ATTUALI E FUTURE

Notevoli sforzi sono in corso per approfondire gli studi sulle connessioni tra campi elettromagnetici e cancro. Le ricerche su possibili effetti cancerogeni dei campi a

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

frequenza industriale proseguono, seppure a un livello inferiore a quello degli ultimi anni' 90. Gli effetti sanitari a lungo termine dell'uso di telefoni mobili costituiscono attualmente un altro settore di intensa ricerca. Non è stato scoperto nessun ovvio effetto nocivo legato a bassi livelli di campi a radiofrequenza. Tuttavia, date le preoccupazioni del pubblico per la sicurezza dei telefoni cellulari, ulteriori ricerche mirano a stabilire se, a livelli di esposizione molto bassi, possano verificarsi effetti meno ovvi.

19 MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE STRUTTURALI

Tra le soluzioni tecniche e le misure preventive previste per la riduzione dei problemi di esposizione a campi elettromagnetici, c'è l'adozione di linee elettriche a cavo interrato, ma poiché si riscontrano ancora problemi sia tecnici che economici (in particolare per le linee ad altissima tensione), l'utilizzo dei cavi interrati è ancora molto limitato, ed interessa in prevalenza le linee per le basse e le medie tensioni. Si sta comunque iniziando a sviluppare l'impiego di cavi interrati anche per le linee ad alta tensione per 132/150 kV. Sia il terreno che la schermatura dei cavi contribuiscono in modo efficace ad attenuare il campo elettrico, mentre per il campo magnetico il comportamento è diverso: l'induzione magnetica prodotta dai cavi assume valori apprezzabili solo vicino la zona di posa. La possibilità di avere una induzione magnetica più bassa per la linea elettrica in cavo è dovuta alla vicinanza dei cavi stessi i quali, essendo isolati, possono essere accostati uno all'altro (cosa che non è possibile per una linea aerea). È inoltre possibile ottenere un'ulteriore riduzione disponendo i cavi non allineati normalmente tra loro, ma a triangolo. Gli aspetti da considerare per la realizzazione di linee ad alta tensione interrate sono la potenza reattiva e i costi, che insieme limitano una maggiore diffusione dei cavi. Infatti, a parità di caratteristiche funzionali (tensioni, portata, numero delle fasi), il costo di un cavo interrato per linee ad alta tensione può variare attualmente da 3, a 6, addirittura a 10 volte in più del costo della linea aerea costituita da conduttori nudi, in quanto comprende i lavori di posa dell'impianto a terra. Questo costo elevato è dovuto al fatto che l'operazione prevede l'impiego di tecnologie innovative, per le quali non esiste ancora un mercato adeguato: per esempio per l'installazione di cavi interrati per le altissime tensioni (AAT-230 kV e 400 kV) esistono cavi ad olio fluido, mentre sono allo studio e alla sperimentazione cavi con isolamento estruso. Tra le altre soluzioni proposte meritano particolare attenzione, soprattutto dal punto di vista della intensità dei campi al suolo, le cosiddette linee aeree compatte, nelle quali i conduttori sono molto più ravvicinati rispetto agli elettrodotti tradizionali grazie all'utilizzazione di mensole di sostegno isolanti: questo tipo di soluzione permette sia un'intensità di campi al suolo minore rispetto a quelli generati dalle linee tradizionali, sia un minore impatto visivo grazie

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

alle loro dimensioni ridotte, con vantaggi quindi per l'ambiente anche dal punto di vista paesaggistico. Anche in questo caso però si tratta di strutture il cui impiego presenta degli inconvenienti, quali un costo superiore rispetto agli impianti tradizionali, un infittimento dei sostegni e una non facile attuazione. Ultimamente si cominciano ad applicare anche soluzioni destinate a risolvere casi particolari, come dimostra il caso dell'ENEL, che utilizza da diverso tempo il cavo aereo per le linee a bassa tensione (BT) al posto delle linee in conduttori nudi, iniziandone allo stesso tempo la sperimentazione per le linee a media tensione (MT). In questi casi il cavo, anziché essere posato in trincea, viene sospeso ad una palizzata, il corridoio in cui passa la linea è molto stretto e nel caso debba essere impiantato in una zona boscosa è possibile evitare il taglio delle piante, con notevole diminuzione dell'impatto ambientale. Si ha inoltre una riduzione del campo elettrico grazie alla guaina che circonda ciascun conduttore ed all'effetto diretto della schermatura, oltre ad una riduzione del campo magnetico dovuta al fatto che gli stessi conduttori possono essere molto ravvicinati tra loro, senza che un loro eventuale contatto crei dei problemi. Per quanto riguarda il ricorso ai cavi aerei per le linee ad alta tensione (132/150 kV) non è per ora possibile attuarlo sia per motivi economici (in quanto costo e dimensioni del cavo isolato sono di molte volte superiori a quelle del conduttore nudo a causa dell'elevato spessore dell'isolante) che per motivi tecnici (la potenza capacitiva prodotta dal cavo è troppo elevata e impedisce la trasmissione della potenza attiva utile). Sono in fase di sperimentazione anche altre soluzioni tecniche che permettono di intervenire su impianti preesistenti, quali:

- Avvicinamento l'uno all'altro dei conduttori esistenti grazie all'impiego degli avvicinatori di fase;
- Impiego di schermi attivi in grado di abbattere efficacemente il campo in una vasta zona attorno ad esso.

Un'altra tecnica di prevenzione è quella che prevede l'istituzione delle cosiddette fasce di rispetto, le quali sono dei tracciati particolari che possono essere previsti in fase di progetto qualora si dovessero continuare ad usare elettrodi con conduttori nudi, e che garantiscono nel tempo il rispetto degli idonei limiti di distanza dalle abitazioni e dagli altri luoghi di permanenza prolungata. In questo modo si avrebbe un'esposizione ai campi elettromagnetici trascurabile.

Comunque, la principale e più ovvia forma di prevenzione è senza dubbio il divieto di costruire abitazioni o strutture pubbliche (scuole, uffici) accanto a linee elettriche già esistenti e, viceversa, di costruire nuovi elettrodotti accanto alle abitazioni o alle strutture pubbliche.

A questo proposito si possono definire delle distanze indicative oltre le quali il livello di campo magnetico risulta inferiore a 3 μ T (valore fissato come obiettivo di

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

qualità dall'art. 4 della L. 36/2001), valore al disopra del quale viene attualmente indicata l'esistenza di un possibile rischio per la salute degli individui esposti. Tenendo conto che in genere il carico presente su di una linea elettrica è quasi sempre inferiore a quello massimo previsto (eventi eccezionali a parte) e che i conduttori sono posti ad un'altezza maggiore rispetto a quella minima prevista dalle normative vigenti per motivi di sicurezza, le distanze calcolate possono essere ulteriormente ridotte:

- Linea 380 kV oltre 50-70 metri;
- Linea 220 kV oltre 30-50 metri;
- Linea 132 kV oltre 20-30 metri;
- Linea 115 kV oltre 5-10 metri.

Riguardo alle linee elettriche preesistenti, è molto importante pianificare interventi di riduzione dei livelli di esposizione utilizzando le tecnologie disponibili, quali cavo interrato, cavo aereo, linea compatta, che potranno essere adottate in situazioni particolari (per esempio quando una linea elettrica attraversa una zona ad alta densità di popolazione, o passa sopra una scuola, o un asilo, o sopra altre aree destinate all'infanzia), e dopo avere verificato il livello di campo magnetico presente. A tale scopo deve essere definita una procedura che preveda l'avvio di campagne di monitoraggio allo scopo di ottenere una corretta valutazione dei livelli di esposizione. Altre soluzioni che prevedono lo spostamento della linea e dell'edificio, pur essendo senz'altro risolutive, appaiono inattuabili, soprattutto per il costo eccessivo che graverebbe sulla comunità.

Un altro problema di produzione di campi elettromagnetici è dato:

1. **Stazioni di Trasformazioni.** Anche se il campo elettromagnetico rilevabile all'interno delle stazioni di trasformazione è soprattutto un problema dei lavoratori (che andrebbero comunque adeguatamente tutelati), queste non dovrebbero essere dislocate né in prossimità né all'interno di aree urbane. Per gli impianti già esistenti, l'unica soluzione adottabile nel caso si trovino vicino ad abitazioni per ottenere la riduzione dell'esposizione, causata soprattutto dalle linee in entrata ed in uscita, potrebbe essere quella di spostarli ad una distanza maggiore o sostituire le linee aeree collegate all'impianto con cavi interrati;
2. **Cabine di Trasformazione.** Le nuove cabine di trasformazione elettrica media tensione/bassa tensione (MT/BT) non dovrebbero essere poste all'interno di edifici. Infatti, anche se l'esposizione al campo elettromagnetico emesso dalle cabine interessa in genere solo gli abitanti del locale posto al di sopra dell'installazione, non sono ancora disponibili misure adeguate di schermatura. Nel caso in cui sia prevista l'installazione di cabine secondarie in prossimità di aree o edifici adibiti alla permanenza della popolazione, in particolar modo di

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

quella infantile (quali parchi, giardini, asili, scuole), le installazioni dovrebbero essere provviste anche di una recinzione.

20 VALUTAZIONE PREVISIONALE DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Ai fini del rispetto delle prescrizioni di cui ai DPCM 08/07/2003 e DM 29/05/2008 in sede di progetto si è fatto riferimento a criteri di calcolo semplificati derivati dalla legge di Biot-Savart e alle seguenti linee guida:

- Allegato al DM 29/05/2008: "Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto degli elettrodotti";
- E-Distribuzione "Linee Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29/05/2008 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche";

Le linee guida e-distribuzione forniscono una serie di schede sintetiche che riportano i valori delle DPA - facenti riferimento all'obiettivo di qualità 3 μ T - calcolate per le più comuni configurazioni impiantistiche e per dati valori delle portate in corrente.

Per le centrali fotovoltaiche, tale impatto è legato alla presenza di cabine di trasformazione, cavi elettrici, dispositivi elettronici ed elettromeccanici installati nell'area d'impianto (per la valutazione dell'eventuale contributo che tali sorgenti possono dare ai campi elettromagnetici al di fuori di tale area) e soprattutto alle linee elettriche in media tensione di interconnessione con la cabina primaria e/o con la rete di trasmissione nazionale. Il livello di emissioni elettromagnetiche deve essere conforme con la legislazione di riferimento che fissa i valori limite di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità: la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici n.36 del 2001, il D.P.C.M. 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", D.M. 29 Maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" e la Legge Regionale n. 25 del 09.10.08 "Norme in materia di autorizzazione alla costruzione ed esercizio di linee e impianti elettrici con tensione non superiore a 150.000 Volt". In particolare si focalizza l'attenzione sulla eventuale produzione di campi generati alle basse frequenze (50 Hz) di origine artificiale dovuti esclusivamente alla generazione, trasmissione ed alla distribuzione ed uso dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Si precisa che i campi da considerare sono limitati:

- alla linea interrata di bassa e media tensione;

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

- alla linea aerea di media tensione;
- alle cabine.

Ovviamente nella fase di cantierizzazione e di dismissione dell'impianto, poiché le apparecchiature sono disalimentate non vi sono campi elettromagnetici e quindi non vi è esposizione. I rischi eventuali sono limitati alla fase di esercizio.

21 ASPETTI SPECIFICI DEL CASO IN ESAME

21.1 Luoghi Sensibili art. 4 DPCM 08/07/2003

È stata condotta un'analisi della distanza di prima approssimazione dai prospetti delle cabine elettriche di consegna e del produttore per verificare se il campo induzione magnetica con valori superiori a 3 μ T può o meno ricadere su locali o aree in cui è prevedibile la presenza di persone che vi stazionano per oltre quattro ore giornaliere.

Intorno all'area dell'impianto di produzione, delimitata dai confini catastali sono presenti:

- ✓ a sud-est: edifici sparsi (C.da Collelungo) distanti circa 250 m dal confine catastale dell'area dell'impianto;
- ✓ a est: edifici (C.da Ascigno) distanti circa 450 m dall'ingresso (confine catastale) dell'area dell'impianto;
- ✓ l'area è confinante con terreni agricoli privi di edifici;

Gli insediamenti citati hanno il carattere di luoghi sensibili ai sensi dell'art. 4 del DPCM 08/07/2003.

La cabina di consegna MT del produttore dista almeno 20 m dal confine catastale dell'area dell'impianto di produzione.

Si tenga anche conto che il DPCM 08/07/2003 esclude dal campo di applicazione del decreto stesso i lavoratori esposti ai campi EM per ragioni professionali.

21.2 Linee Elettriche in Cavo Cordato ad Elica Visibile

21.2.1 Linea Elettrica su Aree/Strade Pubbliche

Il progetto prevede che la linea elettrica MT 20 KV per la connessione del nuovo impianto dalla cabina di consegna alla cabina primaria denominata "Casoli DJ00-1-383399", sia realizzata con cavo aereo in alluminio del tipo 150 mmq, posato su nuovi pali alti 12.20 m con altezza media dalla linea-terreno di 6.50 m. Le connessioni alla cabina primaria e alla cabina di consegna verranno realizzate con cavo interrato del

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

tipo 3x1x185 mmq, posato a profondità superiore a 100 cm dalla linea-terreno (quota riferita all'estradosso del tubo protettivo).

Il tracciato della linea - circa 3200 m complessivi - interessa terreni di proprietà privata con destinazione prevalentemente agricola, per un tratto di circa 700 m fiancheggia la Strada Comunale C.da Collelungo. Il tracciato, in prossimità della Cabina di Consegna Primaria, attraversa il Fiume Aventino e la S.S. 81, inoltre nel percorso attraversa anche la Strada Comunale C.da Collelungo.

21.2.2 Linee Elettriche Interne all'Impianto di Produzione

Il progetto prevede che i circuiti elettrici di potenza in bassa tensione ed in media tensione facenti parte dell'impianto elettrico del Produttore saranno realizzati all'interno dell'area dell'impianto con cavi unipolari posti in trincee con profondità di posa non inferiore a 50÷80 cm.

Tali tipologie di cavo sono escluse dal campo di applicazione della normativa vigente poiché in relazione ai valori tipici delle portate in regime permanente ed alle profondità di posa tipiche di tali linee è possibile affermare a priori che le fasce di rispetto hanno ampiezze ridotte o nulle, inferiori alle profondità di posa minime prescritte dalla norma CEI 11-17 e dal Nuovo Codice della Strada, inferiori alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e, se applicabile, dalla Norma CEI EN 50341-2-13 "Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1: 2012).

21.2.3 Cabina Elettrica di Consegna e Ricezione del Produttore

La cabina di consegna è situata a distanza non inferiore a 20 m rispetto a tutti i confini catastali dell'area dell'impianto di produzione al cui è posizionata. Al suo interno ospita un quadro elettrico MT.

21.2.4 Cabine Elettriche di Trasformazione del Produttore

Il progetto prevede la posa di tre cabine elettriche di trasformazione destinate a contenere quadri elettrici in bassa tensione, quadri in media tensione ed i trasformatori MT/BT uno per cabina. Le cabine in oggetto saranno posizionate all'interno dell'area dell'impianto di produzione a distanze dai confini catastali di quest'ultima non inferiore a 30 metri.

Ogni cabina ospita un quadro elettrico BT 400 Volt ed un trasformatore di potenza MT/BT 2500 kVA.

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

22 CALCOLO DELLE DPA PER IL CASO IN ESAME

22.1 Cabina Elettrica di Consegna e Ricezione del Produttore

Per il sistema di cabine formato dalla cabina di consegna e dalle cabine del produttore, la DPA è stata calcolata con riferimento ai cavi MT entranti/uscenti dai quadri e alla corrente nominale equivalente alla potenza nominale complessiva dell'impianto fotovoltaico in progetto. Per tali quadri è stato calcolato che il campo magnetico decade assumendo il valore $3 \mu\text{T}$ ad una distanza inferiore al metro dai terminali MT dei cavi che si attestano al quadro. Risulta quindi $\text{DPA} = 1 \text{ m}$ (arrotondamento al mezzo metro superiore).

La soluzione tecnica predisposta dal gestore di rete non prevede alcun trasformatore di potenza MT/BT all'interno della cabina di consegna.

In questa sede appare opportuno assumere sin da subito quale DPA di riferimento il valore relativo al secondo scenario ovvero $\text{DPA} = 2 \text{ metri}$ da tutti prospetti delle due cabine in oggetto.

Poiché la cabina dista almeno 20 m rispetto a tutti i confini catastali dell'area dell'impianto di produzione al cui interno la stessa è posizionata, la $\text{DPA} = 2 \text{ metri}$ è certamente contenuta all'interno dei confini catastali in oggetto.

Inoltre, a distanza due metri dai prospetti delle cabine, il layout di progetto dell'impianto di produzione non prevede alcun locale o area all'aperto in cui possano essere presenti lavoratori e personale in servizio per oltre quattro ore giornaliere.

Si richiama l'attenzione sul fatto che i manutentori dell'impianto accedono alle cabine elettriche solo occasionalmente e rientrano nella categoria di lavoratori esposti ai campi EM per ragioni professionali.

Autorizzazione Unica

Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)

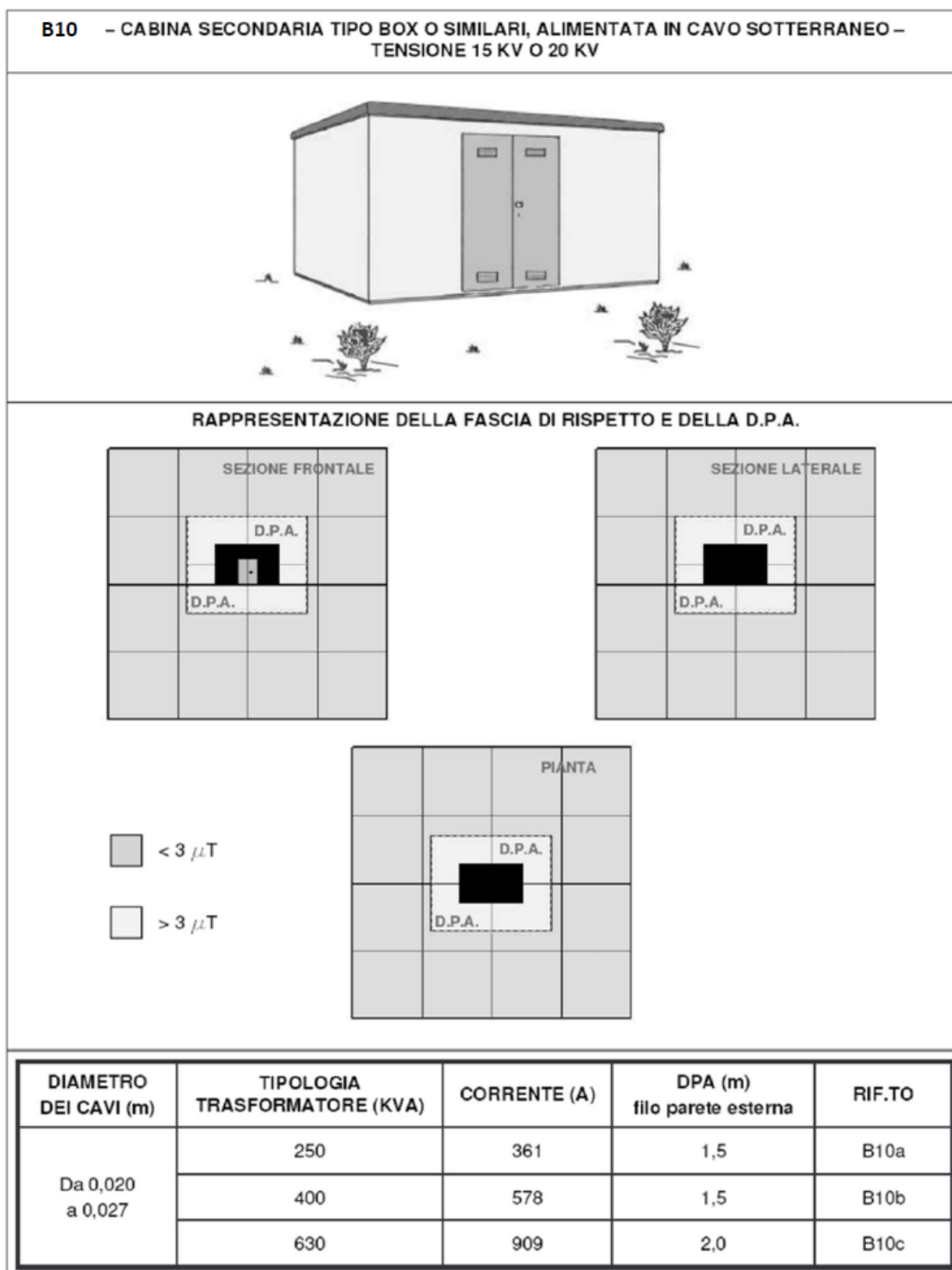


Fig. 1_ Scheda B10 Linea Guida e-distribuzione al calcolo della DPA

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

22.2 Cabine Elettriche di Trasformazione del Produttore

Si tratta delle cabine elettriche al cui interno sono ubicati i due componenti che rilevano ai fini dell'analisi del campo elettromagnetico generato ovvero:

- ✓ quadro elettrico generale di bassa tensione 400V ;
- ✓ trasformatore MT/BT 20kV/400V da 2300kVA, uno per cabina.

Con riferimento alla corrente nominale secondaria del trasformatore ed alla corrente nominale del quadro generale di bassa tensione, il calcolo del campo magnetico con metodo analitico generato dal quadro elettrico e dal trasformatore nell'intorno della cabina elettrica conduce a stimare per la distanza di prima approssimazione il valore DPA= 4,5 m arrotondato al mezzo metro superiore, misurata orizzontalmente da tutti i prospetti della cabina.

Il valore è ampiamente superiore al valore realistico atteso considerato che:

- ✓ la corrente massima erogabile del campo fotovoltaico sotteso a ciascun trasformatore non supererà il 70% della corrente nominale del trasformatore stesso da cui discende DPA=4,5m;
- ✓ si raggiungerà solo occasionalmente e per poche ore di funzionamento su base annua in relazione alle modalità di funzionamento tipiche di un impianto fotovoltaico.

È possibile affermare, in conclusione, che:

- si assume a favore della sicurezza DPA= 4,5 m da tutti i prospetti delle cabine di trasformazione;
- tutte le cabine distano oltre 30 m dal più vicino confine catastale dell'area d'impianto;
- segue che le DPA= 4,5 m restano ampiamente confinate all'interno dall'area dell'impianto di produzione.

22.3 Linee Elettriche in Cavo Cordato ad Elica Visibile

1. Le Guide **CEI 106-11** e **CEI 211-4** forniscono i risultati del calcolo analitico con modello tridimensionale del campo induzione magnetica e le distanze DPA 3 μ T dal centro geometrico del cavo per le sezioni più comuni adottate nella realizzazione di linee elettriche in cavo aereo ed in cavo interrato realizzate con cavi tripolari cordati ad elica visibile. A titolo di esempio:

- cavo MT interrato AL 3x1x185 corrente nom. 360 A: DPA = 70 cm;
- cavo MT aereo AL 3x150+50Y corrente nom. 340 A: DPA = 60 cm;

2. La **Linea Guida E-distribuzione S.p.A.** *"Distanza di prima approssimazione da linee e da cabine elettriche"* riporta i seguenti valori:

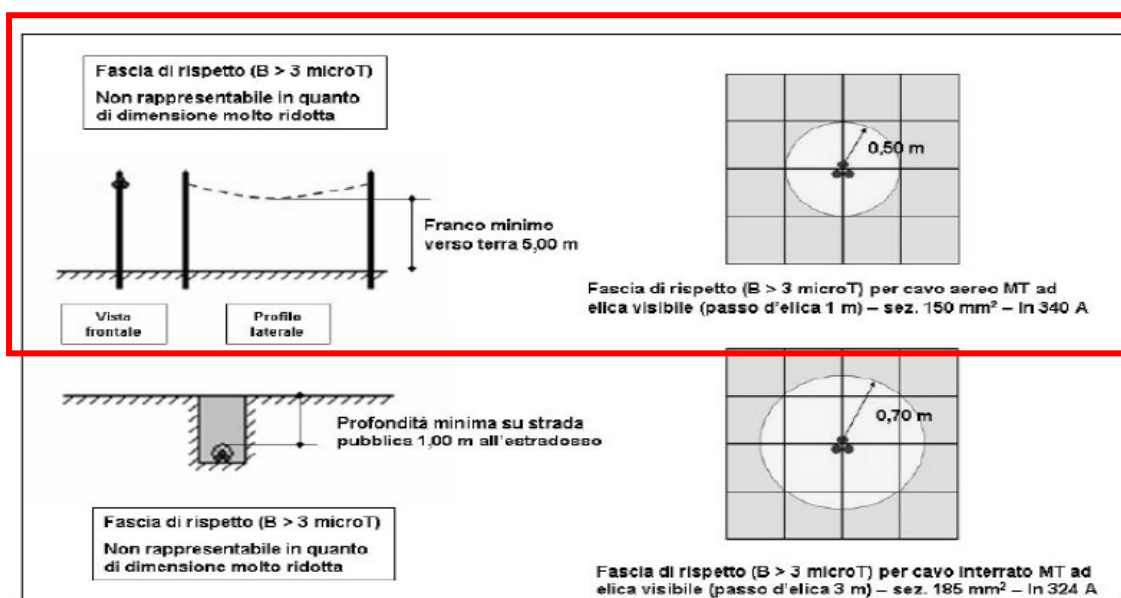
- cavo MT interrato AL 3x1x185 corrente nom. 324 A: DPA = 70 cm;

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

- cavo MT aereo AL 3x1x240 corrente nom. 441 A: DPA = 50 cm.

Per il caso in esame si tenga conto che:

- la linea per la connessione è costituita da un cavo 20kV AL 3x1x150 aereo posto su pali di 12,20 m con un'altezza non inferiore a 6,00 m;
- la corrente di esercizio corrispondente alla potenza in immissione 5599 kW dell'impianto di produzione vale pari a circa il 39% della corrente in regime permanente cui è riferito il calcolo che determina $B(3\mu T)=70$ cm secondo la Linea Guida di E-distribuzione S.p.A.:
- si può concludere che nel caso in esame la distanza verticale dal centro del cavo alla quale il campo induzione si riduce a $3 \mu T$ è ampiamente inferiore rispetto a l'altezza di posa del cavo stesso che genera il campo induzione magnetica;
- inoltre, la soglia di corrente deve essere intesa come corrente di picco raggiungibile solo occasionalmente nell'esercizio reale dell'impianto di produzione tenuto conto delle tipiche curve di carico potenza-tempo degli impianti fotovoltaici,
- Il progetto prevede la posa del cavo a altezza non inferiore a 6,50 m cosicché il campo induzione sulla superficie del piano di campagna/carrabile, lungo la verticale passante per il centro geometrico del cavo, assume valori inferiori a $3 \mu T$;



N.B. per il cavo interrato di sez. 240 mm², I_n 441 A la fascia di rispetto raggiunge i 0,90 m.

Fig. 2_ **Linea Guida e-distribuzione al calcolo della DPA** Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica - calcoli effettuati con il modello tridimensionale "Elico" della piattaforma "EMF Tools", che tiene conto del passo d'elica.

23 SINTESI E VALORI DELLE DPA

Dalle analisi eseguite e con le assunzioni sopra esposte si può affermare che:

- DPA= 2 m rispetto a tutti i prospetti della Cabina di Consegna e Produzione, valore largamente inferiore alle distanze di progetto delle cabine elettriche dai confini catastali dell'area d'impianto e a maggior ragione da qualsiasi edificio situato all'esterno della stessa;
- DPA= 4,5 m rispetto a tutti i prospetti delle cabine di trasformazione del Produttore, valore largamente inferiore alle distanze di progetto delle cabine elettriche dai confini catastali dell'area d'impianto e a maggior ragione da qualsiasi edificio situato all'esterno della stessa;
- DPA= 0 m rispetto ai cavi aerei della linea elettrica MT su terreni e strade pubbliche per la connessione della cabina di consegna alla cabina primaria denominata "Casoli DJ00-1-383399" di E-distribuzione S.p.A.

Autorizzazione Unica Progetto per la Realizzazione di Impianto Fotovoltaico a terra della potenza di 5,599 Mwp e delle relative opere di connessione sito in Contrada Collelungo - Casoli (CH)	
---	--

24 CONCLUSIONI

Tenuto conto che:

- i limiti di attenzione e qualità previsti dalla normativa vigente sono rivolti ad ambienti abitativi, scolastici ed ai luoghi adibiti a permanenze prolungate;
- gli insediamenti presenti nell'area interessata dall'impianto fotovoltaico si trovano tutti a distanze molto superiori alle fasce di rispetto sopra indicate;
- i terreni sui quali dovrà sorgere l'impianto fotovoltaico, e i terreni limitrofi, sono attualmente adibiti ad agricoltura o incolti (prato), e quindi non si prevede presenza continua di esseri umani nei pressi dell'impianto;
- la gestione dell'impianto non prevede la presenza di personale durante l'esercizio ordinario.

In base alle evidenze di cui sopra, è possibile affermare che le DPA dai componenti dell'impianto di rete per la connessione in progetto restano confinate all'interno dei confini catastali dell'area d'impianto con elevato margine di sicurezza per ogni attività che insiste sul territorio circostante.

Le prescrizioni di cui alla L.Q. n.36 02/02/2001 e al DPCM 08/07/2003 sono quindi ampiamente soddisfatte.

Pertanto si può affermare che non si prevedono effetti elettromagnetici dannosi per l'ambiente o la popolazione derivanti dalla realizzazione dell'impianto.

08/08/2024

IL PROGETTISTA