



REGIONE
SICILIA



COMUNE DI
LICATA



LIBERO CONSORZIO
COMUNALE DI
AGRIGENTO

Proponente

DREN SOLARE 13 S.R.L.

Sede legale: Via Triboldi Pietro, 4 - 26015 Soresina (CR)

SISTEMA ENERGIA **REGRAN**

REGRAN S.R.L.

Sede legale: Via M. Scelba n°4 - 97100 Ragusa (RG)

Tel. 0932 641497
E-mail: info@regran.it
Pec: info@pec.regran.it
P.IVA: 01359480884

COLLABORATORI:

Ing. Giovanni Cassarino
Ing. Juan Baglieri
Dott. Ing. Salvatore Falla

Dott.Arch. Mirko Pasqualino Re
Dott.Arch. Gaetano Di Quattro
Geom. Marco Savasta
Geom. Francesca Dinatale

Progettazione e sviluppo

IL PROGETTISTA

IL PROGETTISTA

COLLABORAZIONE



Ing. Marco Anfuso

Firma digitale
Ing. Anfuso



Ing. Paolo Grande

Firma digitale
Ing. Grande

Firma digitale
tecnico
responsabile
progetto



Opera

PROGETTO "AGV LICATA"

Progetto di un impianto agro-voltaico denominato "AGV LICATA" di potenza complessiva pari a 39,633 MW e potenza richiesta in immissione pari a 39.6 MW, da installarsi nel Comune di Licata (AG) in C.da Sconfitta, C.da Camastrella e C.da Giovine

Oggetto

Nome Elaborato:
VIA2_REL04_Relazione tecnica sull'impatto elettromagnetico

Formato:
210 x 297

Descrizione Elaborato:
Calcolo delle DPA (Distanze di Prima Approssimazione)

00

04/12/2023

Emissione per progetto definitivo

Regran

DREN SOLARE 13 SRL

Rev.

Data

Oggetto della revisione

Elaborazione

Verifica e Approvazione

Sommario

1. Introduzione	2
2. Premessa	2
3. Effetti sulla salute e rischi per la sicurezza dai campi elettromagnetici	3
4. Sorgenti di campi elettromagnetici	4
5. Calcolo o misurazione dell'esposizione	7
6. Misure di protezione e prevenzione	8
7. Principali riferimenti normativi in materia di campi elettromagnetici e limiti di riferimento generati da linee elettriche AEREE in corrente alternata	13
7.1 Limiti di riferimento	14
7.2 Obiettivo di qualità, Fascia di rispetto e Dpa	16
8. Calcolo delle distanze di prima approssimazione (DPA)	17
9. Cabina utente di trasformazione e/o di smistamento	18
10. Conclusioni	18

1. Introduzione

La seguente relazione fa riferimento ad un impianto fotovoltaico della ditta *DREN SOLARE 13 S.R.L.*, con potenza richiesta in immissione ai fini della connessione pari a 39,600 MW, da realizzarsi nel comune di LICATA (AG), nei lotti di terreni identificati nel N.C.T. del medesimo comune ai seguenti fogli e particelle: foglio 5 particella n° 220, foglio 6 particelle n° 16, 19, 58, 59, 109, 111, 113, 235, 237, foglio 7 particelle n° 18, 19, 26, 44, 46, 51, 53, 104, 106, 143, 237, 373 e foglio 16 particelle n° 5, 8, 9, 12, 13, 14, 74, 75, 76, 79, 80, 139, 165, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 176, 177, 186, 188, 189, 190, 191, 192, 194, 332, 333, 400, 401, 402, 413, 415, 442, 443, 477. L'impianto è identificato dal distributore Gruppo TERNA con il Codice Pratica: 202201435.

L'impianto fotovoltaico destinato alla produzione di energia elettrica in AT verrà connesso in parallelo alla rete elettrica di TERNA, con modalità contrattuale d'immissione dell'energia in *"CESSIONE TOTALE", consistente nella vendita (attraverso contratti bilaterali o alla vendita diretta in borsa) dell'energia elettrica prodotta al netto dell'autoconsumo degli ausiliari.*

L'oggetto del presente documento è quello di definire, descrivere e analizzare tecnicamente tutti gli elementi e le indicazioni delle opere elettriche e i cavi elettrici, valutando le emissioni dei campi elettrici e campi magnetiche, per la tutela della popolazione in applicazione al DPCM del 08/07/2003 nonché dell'esposizione dei lavoratori che operano sull'impianto e il possibile rischio per la salute, in applicazione al D.lgs 159/2016.

In Italia, contrariamente alla maggioranza dei paesi europei che recepiscono quanto contenuto nelle Linee Guida redatte dall'ICNIRP (*INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION*), il quadro regolamentare relativo alla esposizione ai campi elettromagnetici è specifico. Infatti, i limiti applicati sono estremamente più restrittivi rispetto a quanto indicato dall'ICNIRP.

2. Premessa

Ai fini della direttiva EMF, si intendono per «campi elettromagnetici» campi elettrici statici, campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo con frequenze sino a 300 GHz.

I campi elettromagnetici vengono prodotti da una vasta gamma di sorgenti alle quali i lavoratori possono essere esposti sul luogo di lavoro, possono anche essere incidentali, come i campi generati in prossimità dei cavi di distribuzione dell'energia elettrica all'interno degli edifici, oppure dovuti all'impiego di apparecchiature e dispositivi elettrici. Poiché gran parte dei campi è generata elettricamente, essi scompaiono quando l'alimentazione viene interrotta.

Come stabilito dalla direttiva quadro, tutti i datori di lavoro hanno l'obbligo di valutare i rischi derivanti dalle attività che svolgono e di adottare misure di protezione o prevenzione al fine di ridurre i rischi individuati. La direttiva relativa ai campi elettromagnetici è stata adottata per aiutare i datori di lavoro a ottemperare agli obblighi generali stabiliti dalla direttiva quadro per il caso specifico dei campi elettromagnetici sul luogo di lavoro.

La direttiva relativa ai campi elettromagnetici riguarda gli effetti diretti e indiretti accertati che sono provocati dai campi elettromagnetici. Gli effetti diretti sono suddivisi in effetti non termici, come la stimolazione di nervi, muscoli ed organi sensoriali, ed effetti termici, come il riscaldamento dei tessuti. Gli effetti indiretti si verificano quando la presenza di un oggetto in un campo elettromagnetico può costituire un pericolo per la sicurezza o la salute.

3. Effetti sulla salute e rischi per la sicurezza dai campi elettromagnetici

Il tipo di effetto che i campi elettromagnetici hanno sulle persone dipende in primo luogo dalla frequenza e dall'intensità; anche altri fattori, come la forma d'onda, possono essere importanti in alcune situazioni. Alcuni campi provocano la stimolazione degli organi sensoriali, dei nervi e dei muscoli, mentre altri causano riscaldamento. Gli effetti causati dal riscaldamento sono denominati *effetti termici* nella direttiva relativa ai campi elettromagnetici, mentre tutti gli altri effetti sono definiti *effetti non termici*.

Tutti questi effetti hanno una soglia al di sotto della quale non vi è alcun rischio e le esposizioni inferiori alla soglia non sono in alcun caso cumulative. Gli effetti causati dall'esposizione sono transitori, essendo limitati alla durata dell'esposizione, e cessano o diminuiscono quando finisce l'esposizione. Ciò significa che non vi sono ulteriori rischi per la salute una volta terminata l'esposizione.

a. Effetti Diretti

Gli effetti diretti sono i cambiamenti provocati in una persona dall'esposizione a un campo elettromagnetico.

La direttiva relativa ai campi elettromagnetici prende in considerazione solo gli effetti noti che si basano su meccanismi conosciuti, ma opera una distinzione fra effetti sensoriali ed effetti sulla salute, considerati più gravi.

Gli effetti diretti sono i seguenti:

- vertigini e nausea provocati da campi magnetici statici (associati di norma al movimento, ma possibili anche in assenza di movimento);
- effetti su organi sensoriali, nervi e muscoli provocati da campi a bassa frequenza (fino a 100 kHz);
- riscaldamento di tutto il corpo o di parti del corpo causato da campi ad alta frequenza (pari o superiore a 10 MHz); in presenza di valori superiori a qualche GHz il riscaldamento si limita in misura sempre maggiore alla superficie del corpo;
- effetti su nervi e muscoli e riscaldamento causato da frequenze intermedie (100 kHz-10 MHz).

b. Effetti a lungo termine

La direttiva non affronta le ipotesi di effetti a lungo termine derivanti dall'esposizione a campi elettromagnetici, dal momento che attualmente non si dispone di prove scientifiche solide dell'esistenza di una relazione causale.

c. Effetti Indiretti

Effetti indesiderati possono essere provocati dalla presenza nel campo elettromagnetico di oggetti che possono determinare pericoli per la sicurezza o la salute. I rischi derivanti dal contatto con conduttori sotto tensione non rientrano nell'ambito della direttiva relativa ai campi elettromagnetici.

Gli effetti indiretti sono i seguenti:

- interferenze con apparecchiature e altri dispositivi medici elettronici;
- interferenze con apparecchiature o dispositivi medici impiantabili attivi, per esempio stimolatori cardiaci o defibrillatori;
- interferenze con dispositivi medici portati sul corpo, per esempio pompe insuliniche;
- interferenze con dispositivi impiantabili passivi (per esempio protesi articolari, chiodi, fili o piastre di metallo);
- effetti su schegge di metallo, tatuaggi, body piercing e body art;
- rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici non fissi in un campo magnetico statico;
- innesco involontario di detonatori;
- innesco di incendi o esplosioni a causa di materiali infiammabili o esplosivi;

- scosse elettriche o ustioni dovute a correnti di contatto quando una persona tocca un oggetto conduttore in un campo elettromagnetico e uno dei due non è collegato a terra.

4. Sorgenti di campi elettromagnetici

Nella società moderna tutti siamo esposti a campi elettrici e magnetici generati da molte sorgenti, tra cui le apparecchiature elettriche e i dispositivi di radiodiffusione e di comunicazione. La maggior parte delle sorgenti dei campi elettromagnetici presenti nelle case e negli ambienti di lavoro produce livelli di esposizione estremamente bassi, tanto che la maggior parte delle attività lavorative comuni difficilmente causa esposizioni superiori ai livelli di azione o ai valori limite di esposizione stabiliti dalla direttiva.

Le dimensioni e l'intensità dei campi elettromagnetici prodotti dipendono dalle tensioni, dalle correnti e dalle frequenze di funzionamento delle apparecchiature o che esse generano, nonché dalla loro progettazione.

Alcune apparecchiature sono progettate in modo da generare intenzionalmente campi elettromagnetici esterni. In questi casi, piccole apparecchiature a bassa potenza possono produrre notevoli campi elettromagnetici esterni. In genere le apparecchiature che utilizzano correnti o tensioni elevate o che sono progettate per emettere radiazioni elettromagnetiche richiedono una valutazione aggiuntiva.

a. Lavoratori particolarmente a rischio

Alcuni gruppi di lavoratori sono considerati particolarmente esposti a rischi derivanti dai campi elettromagnetici. Tali lavoratori non possono essere protetti adeguatamente mediante i livelli di azione previsti dalla direttiva relativa ai campi elettromagnetici e perciò i datori di lavoro devono esaminare la loro esposizione separatamente da quella degli altri lavoratori.

I lavoratori particolarmente a rischio sono in genere tutelati adeguatamente se si rispettano i livelli di riferimento specificati nella raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio.

Lavoratori particolarmente a rischio	Esempi
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (Active Implanted Medical Devices, AIMD)	Stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti nel tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimolatori, codificatori della retina, pompe impiantate per l'infusione di farmaci
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili passivi contenenti metallo	Protesi articolari, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi metallici e tipi di dispositivi medici impiantabili attivi
Lavoratori portatori di dispositivi medici indossati sul corpo	Pompe esterne per infusione di ormoni
Lavoratrici in gravidanza	

Tabella 1 - Lavoratori particolarmente a rischio ai sensi della direttiva relativa ai campi elettromagnetici

i. Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi

Un gruppo di lavoratori particolarmente a rischio è quello dei portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (Active Implanted Medical Devices, AIMD), dato che i campi elettromagnetici di forte entità possono interferire con il normale funzionamento dei dispositivi impiantabili attivi. I fabbricanti di questi dispositivi sono tenuti per legge a garantire che i loro prodotti vantino una ragionevole immunità alle interferenze e questi prodotti sono controllati periodicamente per verificare l'intensità di campo cui

potrebbero essere esposti negli ambienti pubblici. Di conseguenza un'intensità di campo inferiore ai livelli di riferimento fissati nella raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio non dovrebbe incidere negativamente sul funzionamento di tali dispositivi. Un'intensità di campo superiore a tali livelli di riferimento *in prossimità del dispositivo o dei suoi sensori* (se presenti) può però causare una disfunzione, comportando un rischio per chi lo indossa.

Nella colonna 3 della *tabella 2* sono elencate situazioni in cui è richiesta una valutazione specifica per i lavoratori portatori di dispositivi impiantabili attivi, in quanto nelle immediate vicinanze del dispositivo o dei suoi sensori (se presenti) potrebbero generarsi forti campi elettromagnetici.

ii. Altri lavoratori particolarmente a rischio

Per gli altri gruppi di lavoratori particolarmente a rischio (cfr. la *tabella 1*) i campi elettromagnetici di forte entità molto localizzati non presentano generalmente alcun rischio. Questi lavoratori saranno invece a rischio nei casi in cui è probabile che le attività lavorative generino campi superiori ai livelli di riferimento della raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio in aree ampiamente più accessibili. Situazioni comuni in cui ciò può verificarsi sono indicate nella colonna 2 della *tabella 2* e richiedono una valutazione specifica.

La tabella 2 elenca attività lavorative in cui si è esposti a campi elettromagnetici e indica la necessità o meno di effettuare una valutazione per:

- 1) i lavoratori con dispositivi impiantabili attivi;
- 2) altri lavoratori particolarmente a rischio;
- 3) lavoratori non particolarmente a rischio.

Le voci di questa tabella si basano sulla possibilità che in una situazione si verifichino intensità di campo superiori ai livelli di riferimento indicati nella raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio e, in caso affermativo, sulla possibilità che tali campi siano molto localizzati.

Tipo di apparecchiatura: Alimentazione elettrica	Valutazione richiesta per i		
	Lavoratori non particolarmente a rischio	Lavoratori particolarmente a rischio (esclusi quelli con dispositivi impiantabili attivi)	Lavoratori con dispositivi impiantabili attivi
	(1)	(2)	(3)
Circuito elettrico in cui i conduttori sono vicini l'uno all'altro e con una corrente netta superiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	Sì	Sì	Sì
Circuiti elettrici all'interno di un impianto, con corrente di fase nominale superiore a 100 A per un singolo circuito — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	Sì	Sì	Sì
Impianti elettrici con corrente di fase nominale superiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	Sì	Sì	Sì
Inverter, compresi quelli su sistemi fotovoltaici	No	No	Sì
Conduttore nudo aereo con tensione nominale inferiore a 100 kV o linea aerea inferiore a 150 kV, sopra il luogo di lavoro — esposizione a campi elettrici	No	No	No
Conduttore nudo aereo con tensione nominale superiore a 100 kV o linea aerea superiore a 150 kV, sopra il luogo di lavoro — esposizione a campi elettrici	Sì	Sì	Sì
Conduttori nudi aerei con qualsiasi tensione — esposizione a campi magnetici	No	No	No
Circuito a cavo sotterraneo o isolato, con qualsiasi tensione nominale — esposizione a campi elettrici	No	No	No

Tabella 2 - Prescrizioni per le valutazioni specifiche dei campi elettromagnetici relative ad attività lavorative con alimentazione elettrica

I casi in cui viene apposto un «No» nelle tre colonne sono:

- Conduttore nudo aereo con tensione nominale superiore a 100 kV o linea aerea superiore a 150 kV, sopra il luogo di lavoro — esposizione a campi elettrici
- Conduttori nudi aerei con qualsiasi tensione — esposizione a campi magnetici
- Circuito a cavo sotterraneo o isolato, con qualsiasi tensione nominale — esposizione a campi elettrici

In questi casi per la società non è necessario effettuare una valutazione specifica in relazione alla direttiva, dato che non dovrebbero esserci rischi di questo tipo. In genere, in queste situazioni non sono necessari ulteriori provvedimenti. Verrà comunque effettuata una valutazione generale del rischio in conformità alle prescrizioni della direttiva quadro.

I casi in cui viene apposto un «No» nella prima e seconda colonna e un «Sì» nella terza sono:

- Inverter, compresi quelli su sistemi fotovoltaici
Anche in questi casi per la società non è necessario effettuare una valutazione specifica in relazione alla direttiva.

I casi in cui viene apposto un «Sì» nelle tre colonne sono:

- Circuito elettrico in cui i conduttori sono vicini l'uno all'altro e con una corrente netta superiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici
- Circuiti elettrici all'interno di un impianto, con corrente di fase nominale superiore a 100 A per un singolo circuito — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici
- Impianti elettrici con corrente di fase nominale superiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici
- Conduttore nudo aereo con tensione nominale superiore a 100 kV o linea aerea superiore a 150 kV, sopra il luogo di lavoro — esposizione a campi elettrici

In questi casi è necessario una procedura dettagliata per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici per attuare e mantenere misure di protezione e prevenzione in linea con la direttiva quadro.

5. Calcolo o misurazione dell'esposizione

a. Disposizioni della direttiva relativa ai campi elettromagnetici

La direttiva prevede chiaramente che i datori di lavoro debbano valutare i rischi derivanti dai campi elettromagnetici cui sono esposti i propri dipendenti sul luogo di lavoro. Nell'ambito della valutazione dei rischi la società deve identificare e valutare i campi elettromagnetici nel luogo di lavoro. Questo però non comporta necessariamente calcoli o misurazioni poiché si può tener conto dei dati sui livelli di emissione e altri dati relativi alla sicurezza forniti dal fabbricante o dal distributore.

Se i fabbricanti hanno fornito dati relativi all'esposizione o valutazioni dei rischi, sarà in genere più semplice ed economico dimostrare la conformità. Allo stesso modo, laddove dati rilevanti di valutazioni generiche sono messi a disposizione da parte di organismi governativi, organismi professionali e associazioni di categoria, quindi sarà più facile utilizzare questi dati piuttosto che effettuare valutazioni sull'esposizione.

b. Valutazioni sul luogo di lavoro

Se è necessario valutare l'esposizione nel luogo di lavoro, si ha disposizioni più opzioni. In primo luogo occorre decidere se valutare l'esposizione mediante calcoli o misurazioni. Entrambi gli approcci sono accettabili per dimostrare la conformità alla direttiva relativa ai campi elettromagnetici, e entrambi offrono numerose opzioni diverse di varia complessità.

I metodi di valutazione semplici si basano spesso su ipotesi o approssimazioni che comportano una sovrastima dell'esposizione. Di conseguenza, i metodi di valutazione più complessi daranno luogo probabilmente a distanze di conformità inferiori, ma saranno certamente più costosi in termini di tempo e denaro. Ne consegue che la scelta finale sarà determinata dalle particolari circostanze del lavoro e del luogo di lavoro.

È importante essere consapevoli che una valutazione non si limita a misurare dei campi. È importante valutare la natura del lavoro svolto per poter determinare l'ubicazione dei lavoratori. Per le frequenze per le quali è consentito il calcolo della media temporale, è altresì essenziale registrare i cicli di funzionamento dell'apparecchiatura e stimare la durata dell'occupazione delle aree.

6. Misure di protezione e prevenzione

La scelta di misure di protezione e prevenzione adeguate per una situazione specifica si basa sull'esito della valutazione dei rischi.

a. Principi di prevenzione

Nella *Tabella 3* si elencano i principi di prevenzione specificati nella direttiva quadro che la società si impegna a rispettare.

Principi di prevenzione
Evitare i rischi
Valutare i rischi che non possono essere evitati
Combattere i rischi alla fonte
Adeguare il lavoro all'uomo, in particolare per quanto riguarda la concezione dei luoghi di lavoro, la scelta delle attrezzature di lavoro e dei metodi di lavoro e produzione
Adeguarsi al progresso tecnico
Sostituire ciò che è pericoloso con ciò che non è pericoloso o che è meno pericoloso
Elaborare una politica di prevenzione coerente che integri la tecnologia, l'organizzazione del lavoro, le condizioni di lavoro, le relazioni sociali e i fattori legati all'ambiente di lavoro
Dare la priorità alle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale
Impartire adeguate istruzioni ai lavoratori

Tabella 3 - Principi di prevenzione specificati nella direttiva quadro

b. Eliminazione del pericolo

Il metodo più efficace per controllare i rischi è quello di eliminare del tutto i pericoli, eventualmente ricorrendo ad un processo alternativo che non comporti la generazione di forti campi elettromagnetici. È chiaro tuttavia che ciò non sarà sempre realizzabile. Spesso non vi sarà un processo alternativo idoneo, oppure le alternative disponibili potrebbero comportare altri tipi di pericoli che comportano rischi uguali o maggiori per i lavoratori.

c. Ricorso a processi o apparecchiature meno pericolose

Un approccio efficace per ridurre i rischi derivanti dai campi elettromagnetici consiste nel sostituire i processi o le apparecchiature con altri che producono meno campi elettromagnetici.

d. Misure Tecniche

L'attuazione di misure tecniche ha il vantaggio di offrire una protezione collettiva e di combattere i rischi alla fonte. Inoltre solitamente saranno più affidabili delle misure organizzative giacché non dipendono dall'iniziativa delle singole persone. Alcune misure tecniche, illustrate qui di seguito, possono rivelarsi efficaci nell'impedire o limitare l'accesso ai campi elettromagnetici.

i. Schermatura

La schermatura può essere un modo efficace per ridurre i campi elettromagnetici prodotti da una sorgente e spesso è incorporata nella progettazione dell'apparecchiatura al fine di limitare le emissioni. In pratica gli schermi per campi elettrici a radiofrequenza e a bassa frequenza rinchiudono la sorgente all'interno di una superficie conduttrice (una gabbia di Faraday). Questa normalmente è costituita da una lamiera o una rete metallica, ma è possibile usare anche altri materiali, come ceramica, plastica e vetro, con uno o più rivestimenti metallici oppure con una rete metallica inserita all'interno. Quest'ultimo procedimento è utile per gli sportelli qualora sia necessario controllare visivamente il processo.

Per essere efficace lo schermo deve essere continuo. Eventuali interruzioni o giunture devono essere assai più piccole della lunghezza d'onda del campo elettromagnetico. Per questo motivo i pannelli che costituiscono lo schermo dovranno essere di norma fissati uno all'altro mediante viti o bulloni posti a distanza estremamente ravvicinata. Se è necessario rimuovere un pannello, questo dovrà essere rimontato applicando tutti i mezzi di fissaggio previsti per ridurre al minimo le fuoriuscite. Porte e pannelli di accesso sono dotati solitamente di una guarnizione di contatto per tutta la loro lunghezza. A parte eventuali interruzioni e giunture, l'efficacia della schermatura dipende dal materiale con cui è costruita, dallo spessore, dalla forma della schermatura stessa e dalla frequenza del campo.

I cavi e le altre guide di onde utilizzate per la trasmissione dei campi a radiofrequenza sono di norma schermati. Ciò serve essenzialmente a evitare l'emissione di onde radio, che provocherebbe forti perdite, ma anche a limitare l'entità dei campi ambientali. Qualsiasi perdita dell'integrità dello schermo può comportare fuoriuscite; occorre pertanto vigilare sul possibile deterioramento di giunture o gomiti.

ii. Ripari

I ripari possono rappresentare un mezzo economico ed efficace per limitare l'accesso ad aree con forti campi elettromagnetici. Quando si installa un riparo in campi elettromagnetici di forte entità, è necessario scegliere il materiale del riparo in funzione del campo. Potrebbe quindi essere opportuno utilizzare materiali non metallici. Inoltre se si installano ripari metallici bisogna considerare il problema delle scariche di scintille e delle correnti di contatto, nonché di un adeguato collegamento di massa.

iii. Interblocchi

Se per limitare l'accesso a forti campi elettromagnetici si utilizzano ripari mobili, il riparo stesso deve essere interbloccato alla sorgente del campo elettromagnetico. Il dispositivo di interblocco controlla la posizione del riparo e impedisce la generazione del campo elettromagnetico quando il riparo non si trova in posizione di completa chiusura. Esistono vari tipi di dispositivi di interblocco, ognuno dei quali comporta vantaggi e svantaggi. La scelta del dispositivo più appropriato dipende dalle circostanze specifiche e deve essere effettuata tenendo conto dell'esito della valutazione dei rischi.

Gli interblocchi devono soddisfare le pertinenti norme europee e devono essere installati con sistemi di fissaggio che richiedono l'utilizzo di un utensile per la rimozione.

iv. Dispositivi di protezione sensibili

Laddove non sia possibile installare ripari fissi o mobili, un'altra opzione sono i dispositivi di protezione sensibili. Di questi fanno parte le barriere fotoelettriche, i dispositivi di scansione e tappeti sensibili alla pressione. Le apparecchiature possono rilevare

l'ingresso o la presenza di una persona nell'area dei campi di forte entità e possono impedire il funzionamento delle apparecchiature che generano campi elettromagnetici. I dispositivi di protezione sensibili si avvalgono di una serie di tecnologie di rilevazione, la cui idoneità varia a seconda della situazione specifica. Per scegliere il sistema più adatto i datori di lavoro devono rivolgersi a consulenti esperti. In particolare occorre tener conto del rischio di interferenze da parte di forti campi elettromagnetici.

v. Dispositivo di comando a due mani

Si può utilizzare un dispositivo di comando a due mani che richiede l'uso di entrambe le mani dell'operatore (attivazione simultanea). Ciò può rivelarsi utile per garantire che un operatore si trovi in una posizione specifica o che le sue mani restino fuori dall'area del campo di forte entità. Il dispositivo tuttavia non offre alcuna protezione agli altri lavoratori.

vi. Arresti di emergenza

Se i lavoratori possono accedere ad ambienti potenzialmente pericolosi, è indispensabile predisporre arresti di emergenza. Gli arresti di emergenza più conosciuti sono i pulsanti rossi a fungo. L'arresto di emergenza deve essere a risposta rapida, interrompere tutti i servizi dell'area e impedirne il riavvio prima che sia stato effettuato il nuovo settaggio. I pulsanti degli arresti di emergenza devono essere posizionati nell'ambiente in quantità sufficiente in modo che ce ne sia sempre uno facilmente raggiungibile, e in ogni caso senza che sia necessario attraversare una zona pericolosa. Se gli arresti vengono installati in aree molto estese, conviene utilizzare interruttori a trazione di cavo piuttosto che pulsanti.

vii. Misure tecniche per evitare le scariche di scintille

Le scariche di scintille possono verificarsi in forti campi elettromagnetici quando una persona tocca un oggetto conduttore il cui potenziale elettrico è diverso poiché uno dei due è collegato a terra e l'altro no. Le scariche di scintille possono essere evitate eliminando queste differenze di potenziale, mediante misure tecniche come la messa a terra degli oggetti conduttori e il collegamento dei lavoratori con oggetti di lavoro conduttori (collegamento equipotenziale). In pratica potrebbe essere difficile attuare tutte queste misure tecniche data la difficoltà di realizzare efficacemente la messa a terra o il collegamento degli oggetti mobili. Di conseguenza di solito occorre associare alle misure tecniche adeguate misure organizzative, soprattutto la formazione del personale e, se possibile, l'utilizzo di attrezzature di protezione individuale.

viii. Misure tecniche per evitare le correnti di contatto

Se una persona tocca un oggetto conduttore in un campo a radiofrequenza e uno dei due non è collegato a terra, la corrente di radiofrequenza può attraversare la persona fino a terra; ciò può provocare scosse o ustioni. È possibile attuare alcune misure per limitare le correnti di contatto. Riducendo l'intensità dei campi di dispersione, si riduce l'intensità di corrente della radiofrequenza, e si possono apportare ulteriori miglioramenti mediante isolamento e essa a terra. Infine occorre osservare che misure organizzative come la rimozione di oggetti conduttori inutili, soprattutto quelli di grandi dimensioni, ridurranno le occasioni di contatto.

e. Misure organizzative

In alcune situazioni potrebbe essere impossibile ridurre al minimo i rischi derivanti dai campi elettromagnetici mediante misure tecniche. In tali situazioni, il passo successivo sarà considerare l'opportunità di ricorrere a misure organizzative. Queste misure devono comunque prevedere la protezione collettiva, ma poiché solitamente dipendono dalle azioni delle persone sulla base delle informazioni disponibili, la loro efficacia sarà proporzionale alle azioni di tali persone. Le misure organizzative svolgono comunque un ruolo importante e possono costituire la principale misura di controllo in alcune circostanze, per esempio durante la messa in servizio e la manutenzione. La scelta delle misure organizzative dipende dalla natura dei rischi e dal modo in cui è svolto il lavoro.

Le misure possono comprendere la delimitazione di aree e la restrizione dell'accesso, segni, segnali ed etichette, nonché la nomina di addetti alla supervisione di aree o attività lavorative e procedure scritte.

i. Delimitazione dell'area e restrizione dell'accesso

In alcune situazioni la restrizione dell'accesso ad aree di campi di forte entità mediante misure tecniche, come i ripari, potrebbe essere di difficile attuazione. In queste situazioni si potrebbe utilizzare un ventaglio di misure organizzative per delimitare le aree in questione e imporre restrizioni all'accesso o alle attività. In generale si tratta di collocare segnali o avvisi, spesso insieme a segnaletica al suolo, per avvertire i lavoratori dei rischi e identificare le aree dei campi di forte entità.

ii. Segnaletica e avvisi di sicurezza

I segnali e gli avvisi costituiscono un elemento importante di qualsiasi sistema di misure organizzative.

L'efficacia della segnaletica e degli avvisi di sicurezza dipende dalla loro chiarezza e inequivocabilità. Devono essere collocati all'altezza degli occhi per ottimizzarne la visibilità. La natura del pericolo deve essere indicata chiaramente. Pittogrammi esemplificativi rilevanti per i campi elettromagnetici vengono riportati insieme ai loro significati riconosciuti. In generale sarà opportuno aggiungere un avviso con un testo supplementare per agevolare la comprensione. Questo approccio è particolarmente importante per quanto riguarda i segnali di prescrizione che impongono di indossare calzature o guanti isolanti o conduttori.

iii. Procedure scritte

Qualora sia necessario ricorrere a misure organizzative per gestire i rischi derivanti da campi elettromagnetici, queste dovrebbero essere documentate nella valutazione dei rischi affinché tutti sappiano come occorre procedere. È necessario includere:

- la descrizione di tutte le aree oggetto di restrizioni particolari all'accesso o allo svolgimento di una determinata attività;
- informazioni dettagliate relative alle condizioni di accesso ad un'area o per lo svolgimento di una determinata attività;
- i requisiti specifici di formazione per i lavoratori (per esempio la formazione richiesta per superare temporaneamente il LA inferiore);
- i nominativi di coloro che sono autorizzati ad accedere alle aree;
- i nominativi dei membri del personale responsabili della supervisione del lavoro o dell'attuazione delle restrizioni di accesso;
- l'identificazione dei gruppi specificamente esclusi dalle aree, per esempio i lavoratori particolarmente a rischio;
- i particolari relativi alle disposizioni di emergenza, se del caso.

Copie delle procedure scritte devono essere consultabili nelle aree cui si riferiscono, e devono essere distribuite a tutte le persone potenzialmente interessate.

iv. Informazioni sulla sicurezza del sito

È prassi comune fornire informazioni o istruzioni sulla sicurezza a coloro che entrano nel sito per la prima volta. Se nel sito sono state identificate alcune aree in cui l'accesso o attività specifiche sono soggetti a restrizioni, sarebbe opportuno spiegarlo nelle informazioni sulla sicurezza del sito.

È particolarmente importante sottolineare se ci sono aree in cui potrebbero esserci rischi per lavoratori particolarmente a rischio. I gruppi «a rischio» riconosciuti devono essere identificati e ed è opportuno raccomandare a chiunque rientri in uno di questi gruppi di informarne l'ospite. Le informazioni devono comprendere un avviso per coloro che fanno parte di questi gruppi, ricordando di prestare attenzione a ulteriori segnali di avvertimento.

v. Supervisione e gestione

La sicurezza dei campi elettromagnetici deve essere gestita tramite la stessa struttura di gestione della salute e sicurezza di altre attività potenzialmente pericolose. Le disposizioni organizzative possono variare nei dettagli a seconda delle dimensioni e della struttura dell'organizzazione. Se i campi sono sufficientemente forti da richiedere una gestione specifica, sarà di norma opportuno nominare un membro esperto del personale per supervisionare gli aspetti giornalieri della sicurezza dei campi elettromagnetici nel luogo di lavoro.

vi. Istruzione e formazione

L'articolo 6 della direttiva EMF riguarda specificamente l'offerta di informazioni e formazione ai lavoratori che potrebbero essere esposti a rischi derivanti dai campi elettromagnetici sul luogo di lavoro.

Il livello di informazioni o formazione fornito sarà proporzionale ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici nel luogo di lavoro.

vii. Progettazione e assetto dei luoghi e delle postazioni di lavoro

I rischi derivanti dai campi elettromagnetici spesso possono essere ridotti al minimo con costi minimi o pari a zero progettando l'assetto del luogo di lavoro in generale e le singole postazioni di lavoro in particolare.

viii. Adozione di procedure di lavoro adeguate

I rischi derivanti dai campi elettromagnetici spesso possono essere ridotti al minimo con costi minimi o pari a zero progettando l'assetto del luogo di lavoro in generale e le singole postazioni di lavoro in particolare. I lavoratori devono fare attenzione ad allontanare i cavi dal loro corpo, ogni qualvolta sia possibile, soprattutto se ci sono cavi diversi per la corrente di alimentazione e di ritorno.

ix. Programmi di manutenzione preventiva

Le apparecchiature che generano campi elettromagnetici saranno oggetto di un regolare programma di manutenzione preventiva e, se del caso, a ispezioni che ne garantiscono il funzionamento efficiente. La manutenzione adeguata è prevista dalla direttiva sulle attrezzature di lavoro e serve a ridurre al minimo qualsiasi aumento di emissioni dovuto al deterioramento delle apparecchiature. Anche le misure tecniche per la limitazione delle emissioni o la restrizione dell'accesso a forti campi elettromagnetici devono essere soggette a manutenzione, ispezione e controlli continui per garantirne la piena efficienza.

La frequenza di queste attività di manutenzione e ispezione dipenderà dal tipo di apparecchiature, dal modo in cui vengono utilizzate e dall'ambiente in cui sono collocate. In generale i fabbricanti delle apparecchiature specificano gli intervalli di manutenzione adeguati e queste indicazioni sono in linea di massima affidabili.

Tuttavia, ambienti particolarmente critici o l'uso intensivo delle apparecchiature possono accelerare il tasso di deterioramento e in questi casi sono giustificate manutenzioni e ispezioni più frequenti.

x. Restrizione di movimento in campi magnetici statici

Il movimento in forti campi magnetici statici può comportare l'induzione di campi elettrici a bassa frequenza nel corpo che possono produrre una serie di effetti. Tali effetti possono essere ridotti al minimo limitando l'estensione e la velocità del movimento attraverso i campi. Ciò vale soprattutto per il movimento di parti del corpo, come la rotazione della testa. Con la formazione e/o la pratica, i lavoratori possono imparare a limitare i propri movimenti, riducendo così al minimo qualsiasi effetto.

f. Dispositivi di protezione individuale

In base ai principi di prevenzione sanciti nella direttiva quadro la protezione collettiva dovrebbe sempre avere la priorità rispetto alle misure di protezione individuale. Talvolta tuttavia misure tecniche od organizzative che consentano un'adeguata protezione collettive potrebbero non essere attuabili. In questi casi può essere necessario ricorrere a dispositivi di protezione individuale.

È opportuno accertare che i dispositivi di protezione individuale indossati per altri rischi siano compatibili con la presenza di forti campi elettromagnetici. Per esempio stivali di sicurezza con puntali in acciaio potrebbero non essere adatti in un ambiente con forti campi magnetici statici, mentre i campi magnetici a bassa frequenza, se sufficientemente forti, riscaldano il rinforzo in acciaio. Alcune tute protettive hanno delle componenti elettroniche che possono essere soggette a interferenze in forti campi elettromagnetici. Problemi simili si riscontrano con gli otoprotettori attivi.

7. Principali riferimenti normativi in materia di campi elettromagnetici e limiti di riferimento generati da linee elettriche AEREE in corrente alternata

Le linee elettriche aeree di Terna vengono progettate nel pieno rispetto della normativa vigente in tema di campi elettrici e magnetici. Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi.

Tra i principali riferimenti normativi in materia di protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da linee elettriche aeree in corrente alternata è utile ricordare le Linee Guida dell'ICNIRP, in particolare:

- Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (1Hz – 100 KHz) (2010), che hanno sostituito le precedenti Linee Guida del 1998² introducendo nuovi limiti basati sul campo elettrico indotto e non più sulla corrente elettrica indotta.

Con riferimento all'esposizione della popolazione³, è utile menzionare a livello europeo la

- Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici fino a 300 GHz (n. 1999/519/CE)

che ha recepito le Linee Guida dell'ICNIRP fino a quel momento emesse, oggi sostituite dalle più recenti, (Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo del 1998) chiedendo agli Stati membri che le disposizioni nazionali relative alla protezione dall'esposizione ai campi elettromagnetici si uniformassero alle stesse.

Come precisa la stessa Raccomandazione, i limiti derivati sulla base degli effetti a breve termine provati, adottano fattori di sicurezza pari a 50 che implicitamente tutelano anche da possibili effetti a lungo termine, ad oggi non provati.

A livello nazionale il quadro normativo è rappresentato da

- Legge quadro 22 febbraio 2001 n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" [si applica a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz];
- 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 (50Hz) generati dagli elettrodotti";

- ² Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo e a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz) (1998)

- ³ Non si fa riferimento, nel presente documento, alla normativa relativa alla protezione dei lavoratori dai campi elettromagnetici, che esula dall'obiettivo della presente trattazione ed è, tra l'altro, attualmente in fase di revisione a livello europeo.

- Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" [si applica alle linee esercite alla frequenza di rete (50Hz)].

I principali riferimenti tecnici per il calcolo dei valori di campo elettrico e magnetico sono rappresentati dalle norme tecniche CEI, in particolare:

- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo" Prima edizione, 2006;
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche" Seconda edizione, 2008.

Nonché relativamente alla corrente da utilizzare per il calcolo:

- Norma CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV" Seconda edizione, 2002;

7.1 Limiti di riferimento

I livelli di riferimento raccomandati dall'ICNIRP⁴ per la popolazione, oggetto di recente revisione, sono, per le linee elettriche esercite alla frequenza di rete (50 Hz):

- campo elettrico: 5 kV/m (valori efficaci)
- campo magnetico: $200 \sqrt{36} \mu T$ (valori efficaci)

A livello europeo la Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 ha invece recepito i valori indicati dalle precedenti Linee Guida dell'ICNIRP (Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo del 1998); tali valori sono quindi per le linee elettriche esercite alla frequenza di rete (50 Hz):

- campo elettrico: 5 kV/m (valori efficaci)
- campo magnetico: $100 \sqrt{36} \mu T$ (valori efficaci)

In ambito nazionale, ai fini della protezione della popolazione, la legge n. 36 del 22 febbraio 2001 e il successivo D.P.C.M. 8 luglio 2003 hanno introdotto, relativamente alla frequenza di rete di 50 Hz, i seguenti limiti:

Limite di esposizione⁵:

- 5 kV/m per il campo elettrico
- $100 \sqrt{36} \mu T$ per l'induzione magnetica

(da intendersi come valori efficaci) (RMS values)

⁴ Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (1Hz – 100 KHz) (2010)

⁵ La legge 36/2001 precisa che "limite di esposizione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori"

Valore di attenzione⁶:

- 10 $36\kappa\nabla$ per l'induzione magnetica,(da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

Obiettivo di qualità⁷:

- 3 $36\kappa\nabla$ per il valore dell'induzione magnetica

(da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

Mentre i limiti di esposizione si applicano in ogni condizione di esposizione, i valori di attenzione si applicano nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere nel caso di linee esistenti nei confronti di edificato esistente. Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz si applicano invece gli obiettivi di qualità.

Di seguito un prospetto dei limiti attualmente vigenti:

f (Hz)	ICNIRP (2010)		Racc.Cons.Europeo 12/07/99		D.Lgs 36/01 + DPCM 8/07/2003	
	E (kV/m)	B ($36\kappa\nabla$)	E (kV/m)	B ($36\kappa\nabla$)	E (kV/m)	B ($36\kappa\nabla$)
50	5	200	5	100	5	100 (1) 10 (2) 3 (3)

(1) *limite di esposizione* (2) *valore di attenzione* (3) *obiettivo di qualità*

⁶ La legge 36/2001 precisa che "valore di attenzione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, 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 e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge".

⁷ La legge 36/2001 definisce "obiettivi di qualità:

1) i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8;
2) i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva mitizzazione dell'esposizione ai campi medesimi";

7.2 Obiettivo di qualità, Fascia di rispetto e Dpa

Come già chiarito, l'obiettivo di qualità si applica nel caso di progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di insediamenti esistenti, o nel caso di progettazione di nuovi insediamenti in prossimità di elettrodotti esistenti.

Con riferimento agli elettrodotti eserciti alla frequenza di rete, 50 Hz, e con specifico riferimento all'obiettivo di qualità, sono introdotti i concetti di Fascia di rispetto e di Distanza di prima approssimazione (Dpa).

Come definita dalla norma CEI 106-11, Fascia di rispetto⁸ *"E' lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, 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 ad un valore prefissato, in particolare all'obiettivo di qualità."*

Come meglio specifica il DPCM 8 luglio 2003 [art.6], *"per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità ... ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60"*

Come previsto dallo stesso art.6 del DPCM 8 luglio 2003, la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è stata definita dall'APAT, sentite le ARPA, ed approvata dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio con Decreto 29 Maggio 2008 - *"Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"*.

Come specificato al par.3.2, tale metodologia, *...ai sensi dell'art. 6 comma 2 del DPCM 08.07.03, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto.*

I riferimenti contenuti nell'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: *"Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni già presenti nel territorio."* (art. 4 del DM 8 luglio 2003)

Il concetto di Distanza di prima approssimazione (Dpa) è stato per la prima volta introdotto dal Decreto 29 Maggio 2008 che ne riporta anche la definizione: *"per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto..."*

Tale concetto è stato introdotto al fine di semplificare la gestione territoriale e procedere in prima approssimazione al calcolo delle fasce di rispetto senza dover ricorrere a complessi modelli di calcolo bidimensionale o tridimensionale, il Decreto prevede infatti anche dei metodi semplificati da poter applicare nel caso di parallelismo o incrocio di linee elettriche aeree⁹.

⁸ Il concetto di fascia di rispetto per gli elettrodotti è stato per la prima volta introdotto dalla legge n.36/2001 [art.4, c.1, lettera h] come spazio *"ove non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore"*.

⁹ Nel caso di parallelismi tra più linee, incroci o cambi di direzione si parla di "Area di Prima Approssimazione (ApA)"

8. Calcolo delle distanze di prima approssimazione (DPA)

8.1 Dpa cavidotto 36kV per il collegamento della cab. di smist. alla Stazione Terna 220/36kV

Premesse

In questo paragrafo ai sensi del D.P.C.M. 8 luglio 2023, verranno calcolate le DPA dell'impianto in esame.

Per una più dettagliata comprensione della problematica in analisi, di seguito vengono calcolate le DPA relative ai cavi 36KV sotterranei/aerei (1) e alla cabina di smistamento.

1.- Cavi 36KV sotterranei/aerei

L'uscita dalle cabine di trasformazione e/o smistamento sarà eseguita a mezzo cavi tripolari ad elica visibile per la distribuzione interrata dell'energia elettrica a tensione 26/45kV, con isolamento Gomma HEPR, qualità G16, SENZA PIOMBO (HD 620 DHI 2) con schermo a fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale, del tipo RG7H1R 26/45 kV di idonea sezione, posata ad una profondità non inferiore a 1m dal piano di campagna.

La connessione alla rete di TERNA verrà realizzata a mezzo elettrodotto interrato costituito da terna di cavi in disposizione a trifoglio, del tipo RG7H1R 26/45 kV, da nostra cabina di smistamento al punto di connessione con la rete di TERNA.

Verifica campo elettrico

Ai fini del campo elettrico, non viene calcolata alcuna DPA in quanto tutti i cavi sono schermati esternamente perciò il campo all'esterno di ogni cavo è da considerarsi nullo.

Verifica campo magnetico

Calcolo della DPA del Cavo 36KV interrato

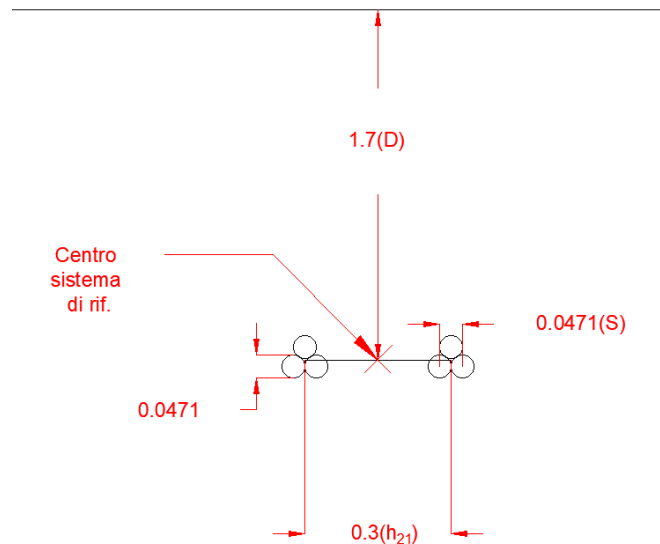
Per quanto riguarda la linea 36kV, interrata, in base al calcolo sotto riportato l'obiettivo di qualità di 3 microtesla per l'induzione magnetica risulta soddisfatto. Ipotizzando che i cavi unipolari siano posati a trifoglio e che la corrente sia pari alla portata, si ottiene una fascia di rispetto con sezione circolare di raggio inferiore alla profondità di posa.

Il calcolo prevede l'utilizzo della seguente formula ai sensi della CEI 106-12:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * S * \frac{I}{R^2} = \text{Induzione} = 0,1 * \sqrt{6} * \text{distanza fra i centri dei conduttori} * \frac{\text{portata}}{\text{profondità}}$$

Adattando la formula alla geometria del sistema creato dalle due terne complanari si ha:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * I * S * \left(\frac{2}{\left(D + \frac{h_{21}}{2}\right)^2} \right) = 0,1 * \sqrt{6} * 440 * 0,0471 * \left(\frac{2}{\left(1,7 + \frac{0,3}{2}\right)^2} \right) = 2,97[\mu T]$$



8.2. Cabina utente di trasformazione e/o di smistamento

Nel caso di cabine di tipo box o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) applicando la seguente relazione:

$$DPA = 0,40942 * x^{0,5241} * \sqrt{I} = 0,40942 * 0,016^{0,5241} * \sqrt{450} = 0.944m$$

Dove:

x è il diametro del cavo

I è la portata di corrente.

9. Conclusioni

Dall'esame della reazione e delle interferenze tra i campi elettromagnetici e la salute dei lavoratori si può affermare che l'impianto non presenta criticità particolari e che vengono rispettate, sia in fase di cantiere che in fase di esercizio, tutte le misure di prevenzioni citate in linea con le norme in vigore.