



Comune di Ameglia (SP)

Strumento Urbanistico Attuativo

(ex L.r. 24/1987 e s.m.i.)

Progetto Definitivo Marina Azzurra Yachting



Proponente

MARINA AZZURRA YACHTING S.R.L.

Sede Legale: Via Litoranea, 14
19031 Ameglia (SP)

Iscrizione Registro Imp. di La Spezia

Partita Iva: 01425770110

Rea: Sp - 128169

Tel +39.0187.64169 - Fax. +39 0187.64960



Gruppo di lavoro

Progettista

Ing. Andrea Benvenuti



HydroGeo
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio



Studio tecnico - Hydrogeo

Arch. Elisabetta Berti

Aspetti idraulici

Ing. Andrea Benvenuti

Studio tecnico - Hydrogeo

Aspetti impiantistici

Ing. Andrea Benvenuti

Studio tecnico - Hydrogeo

Aspetti geologici

Dott. Pietro Curzio

Aspetti urbanistici e demaniali

Arch. Elisabetta Berti

Aspetti paesaggistici

Arch. Elisabetta Berti

Aspetti ambientali

Valutazione Impatto Ambientale (VI)

Ing. Carlo Grassi

Valutazione di incidenza

Valutazione campi elettromagnetici

Sommario

1. VALUTAZIONE ESPOSIZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI ...	3
1.1 PREMessa.....	3
1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI	6
1.3 LEGGE 22 FEBBRAIO 2001, N. 36: LEGGE QUADRO SULLA PROTEZIONE DALLE ESPOSIZIONI A CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI ED ELETTROMAGNETICI.....	7
1.4 DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 8 LUGLIO 2003 N. 199.	8
1.5 DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 8 LUGLIO 2003 N. 200.	9
1.6 DECRETO LEGISLATIVO 9 APRILE 2008, N 81 TITOLO VIII CAPO IV: PROTEZIONE DEI RISCHI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	9
1.7 SCOPO DELLA VALUTAZIONE.....	13
1.8 INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI.....	13
1.9 CALCOLI TEORICI CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO GENERATO DAL TRASFORMATORE MT/BT.....	16
1.10 CALCOLO FASCE DI RISPETTO PER LA LINEA ELETTRICA MT IN CAVO INTERRATO AD ELICA VISIBILE.....	19
1.11 CONCLUSIONI	20

ALLEGATI:

- PLANIMETRIA CON INDICAZIONE FASCE DI RISPETTO DPCM 8 LUGLIO
2003, NR. 200

1. VALUTAZIONE ESPOSIZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

1.1 PREMESSA

Al naturale livello di fondo elettromagnetico presente sulla terra, (le cui sorgenti principali sono la terra stessa, l'atmosfera ed il sole, che emette radiazione infrarossa, luce visibile e radiazione ultravioletta) si è poi aggiunto, al passo con il progresso tecnologico, un contributo sostanziale dovuto alle sorgenti legate alle attività umane.

L'uso crescente delle nuove tecnologie nel campo delle radiotelecomunicazioni in aree pubbliche, come anche nuovi processi produttivi in ambiente industriale, ha infatti portato, negli ultimi decenni, ad un continuo aumento della presenza di sorgenti di campi elettromagnetici (CEM), rendendo la problematica dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori a tali agenti di sempre maggiore attualità.

Con il presente documento intendiamo fare una valutazione previsionale dell'inquinamento elettromagnetico prodotto dal funzionamento dell'impianto di cogenerazione a biomassa, per la produzione di energia elettrica e la conseguente verifica del rispetto dei limiti di esposizione dei lavoratori e delle persone esterne dal rischio da campi elettromagnetici, come previsto dall'art. 209 del D.Lgs. 81 del 09/04/2008, che recepisce la direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori in merito ai rischi derivanti da campi elettromagnetici (agenti fisici) e con quanto previsto dalla legge n° 36 del 22/02/2001, *"Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"*.

A questo scopo richiamiamo i concetti di **rischio generico**, **rischio generico aggravato** e **rischio specifico** come li definisce la medicina legale (cfr. "Medicina legale e delle assicurazioni", di Giorgio Canuto, Sergio Tovo, 1996, PICCIN).

Il **rischio generico** si riferisce a quelle eventualità che incombono in eguale grado su tutti i cittadini.

Il **rischio generico aggravato** quando, pur potendo investire tutti i cittadini, è quantitativamente più elevato nell'espletamento di una determinata attività.

Il **rischio specifico** è strettamente legato ad una specifica attività e solo i soggetti che svolgono tale attività ne sono esposti.

Il **rischio professionale** per essere tale deve essere un rischio specifico o un rischio generico aggravato, non essendo sufficiente la semplice esposizione ad un rischio generico per configurare il rischio professionale.

Ai fini dell'applicazione del presente decreto si assumono le seguenti definizioni tratte dalla *Legge 22 febbraio 2001 n. 36*:

Esposizione

È la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale.

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 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.

Elettrodotto

È l'insieme delle linee elettriche propriamente dette, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici

È ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Esposizione della popolazione

È ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, di tutte quelle persone che permangono nell'area senza esserne stati informati dell'esistenza.

Stazioni e sistemi o impianti radioelettrici

Sono uno o più trasmettitori, nonché ricevitori, o un insieme di trasmettitori e ricevitori, ivi comprese le apparecchiature accessorie, necessari in una data postazione ad assicurare un servizio di radiodiffusione, radiocomunicazione o radioastronomia.

Impianto per telefonia mobile

È la stazione radio di terra del servizio di telefonia mobile, destinata al collegamento radio dei terminali mobili con la rete del servizio di telefonia mobile.

Impianto fisso per radiodiffusione

È la stazione di terra per il servizio di radiodiffusione televisiva o radiofonica.

Intensità di campo elettrico.

E' una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. E' espressa in Volt per metro (V/m).

Intensità di induzione magnetica (B)

Il valore quadratico medio delle tre componenti mutuamente perpendicolari in cui si può pensare scomposto il vettore campo magnetico nel punto considerato, misurato in tesla (T).

Intensità di campo magnetico.

E' una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. E' espressa in Ampere per metro (A/m).

Induzione magnetica.

E' una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. E' espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità' del campo magnetico sono legate dall'equazione $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

Frequenza (f)

Numero di cicli o periodi nell'unità di tempo.

L'unità di misura della frequenza nel sistema S.I. è l'hertz (Hz): sono di uso frequente i multipli kilohertz ($1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$); megahertz ($1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$); gigahertz ($1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$).

Campi elettromagnetici

Campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo di frequenza inferiore o pari a 300 Ghz.

Corrente di contatto (Ic).

La corrente di contatto tra una persona e un oggetto è espressa in Ampere (A). Un conduttore che si trovi in un campo elettrico può essere caricato dal campo.

Densità di corrente (J).

E' definita come la corrente che passa attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. E' espressa in Ampere per metro quadro (A/m^2).

Densità di potenza (S). Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in Watt per metro quadro (W/m^2).

Assorbimento specifico di energia (SA). Si definisce come l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in Joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente direttiva esso si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR). Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo ed è espresso in Watt per chilogrammo (W/kg).

Il SAR a corpo intero è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF dell'ordine di pochi MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Tra le grandezze sopra citate, possono essere misurate direttamente l'induzione magnetica, la corrente di contatto, il campo elettrico e magnetico e la densità di potenza.

1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

L'insieme di leggi e norme alle quali si fa riferimento nella valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici è piuttosto articolata.

La normativa, prende in considerazione ambiti applicativi diversi, sia per la tipologia degli esposti, che per i parametri caratteristici del campo elettromagnetico.

Una prima distinzione deve essere fatta sugli esposti: come già chiarito nelle definizioni al paragrafo precedente, si parla di esposizione professionale quando un soggetto per la specifica attività lavorativa è esposto a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, mentre, invece, si definisce genericamente esposizione della popolazione, ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, di tutte quelle persone che permangono in un'area, senza esserne stati informati dell'esistenza.

Una ulteriore differenziazione viene operata considerando le diverse lunghezze d'onda e quindi le frequenze che caratterizzano i campi elettromagnetici, poiché diverse sono le sorgenti che generano le radiazioni non ionizzanti alle quali ci si riferisce parlando di inquinamento elettromagnetico.

Nel 2001 è stata pubblicata la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. A questa legge dovevano far seguito una serie di decreti attuativi, in parte già pubblicati, proprio per trattare in modo esauriente la molteplicità di casi ed applicazioni e per definire gli specifici limiti di esposizione.

Nel 2003 sono stati pubblicati i due decreti:

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003, n. 199: *"Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz"*.

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003, n. 200: *"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"*.

Di seguito si analizzano le principali leggi che interessano i campi elettromagnetici.

1.3 LEGGE 22 FEBBRAIO 2001, N. 36: LEGGE QUADRO SULLA PROTEZIONE DALLE ESPOSIZIONI A CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI ED ELETTROMAGNETICI

Tale legge ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine, l'attivazione di misure di cautela da adottare, assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio, promuovendo l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, secondo le migliori tecnologie disponibili.

Essa ha per oggetto gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz. In particolare, si applica agli elettrodotti ed

agli impianti radioelettrici, compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione.

Le disposizioni di tale legge non si applicano nei casi di esposizione intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici.

1.4 DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 8 LUGLIO 2003 N. 199.

Per quanto riguarda le alte frequenze per applicazioni di sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi, si considerano i limiti più restrittivi del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 *"Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz"*

Nei casi non riconducibili a sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi si applica la Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999. In tale decreto i limiti sono i seguenti:

LIMITI DI ESPOSIZIONE

FREQUENZA f (MHz)	INTENSITÀ DI CAMPO ELETTRICO E (V/m)	INTENSITÀ DI CAMPO MAGNETICO H (A/m)
0,1 < f < 3	60	0,2
3 < f < 3000	20	0,05
3.000 < f < 300.000	40	0,01

VALORI DI ATTENZIONE

FREQUENZA f (MHz)	INTENSITÀ DI CAMPO ELETTRICO E (V/m)	INTENSITÀ DI CAMPO MAGNETICO H (A/m)
0,1 < f < 300.000	6	0,016

OBIETTIVI DI QUALITÀ

FREQUENZA f (MHz)	INTENSITÀ DI CAMPO ELETTRICO E (V/m)	INTENSITÀ DI CAMPO MAGNETICO H (A/m)
0,1 < f < 300.000	6	0,016

I valori in tabella devono essere mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti.

1.5 DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 8 LUGLIO 2003 N. 200.

Per quanto riguarda le frequenze di rete generati dagli elettrodotti, si considerano i limiti indicati agli artt. 3 e 4 del succitato Decreto:

LIMITI DI ESPOSIZIONE E VALORI DI ATTENZIONE

FREQUENZA f (Hz)	LIMITE DI CAMPO ELETTRICO E (kV/m)	LIMITE INDUZIONE MAGNETICA B (μT)
50	5	100
-	-	10 (*)

OBIETTIVI DI QUALITA'

FREQUENZA f (Hz)	LIMITE DI CAMPO ELETTRICO E (kV/m)	LIMITE INDUZIONE MAGNETICA B (μT)
50	-	3 (*)

() = nelle aree gioco per infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.*

1.6 DECRETO LEGISLATIVO 9 APRILE 2008, N 81 TITOLO VIII CAPO IV: PROTEZIONE DEI RISCHI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il Legislatore italiano ha recepito la direttiva europea in data 19 novembre 2007, all'interno del D.Lgs n. 257 "Attuazione della direttiva europea 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici). Successivamente tale problema è stato ripreso all'interno del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n° 81, attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e precisamente al Titolo VIII "AGENTI FISICI", Capo IV.

Il decreto impone che la valutazione, la misurazione e il calcolo dell'esposizione ai campi elettromagnetici, essendo parte integrante della valutazione dei rischi ad agenti fisici sia programmata ed effettuata con cadenza almeno quadriennale; ovviamente, la necessità di provvedervi prima nel caso di importanti modificazioni del parco macchine, del loro layout e delle procedure di lavoro, tali da far supporre che i livelli di esposizione dei lavoratori abbiano potuto subire rilevanti modificazioni.

Il Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n° 81, prescrive che il datore di lavoro deve valutare e, quando necessario, calcolare i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori, in particolare devono essere monitorati i campi secondo due parametri:

- Valori di azione (che farà scattare gli obblighi previsti dalla normativa);
- Valori limite di esposizione (che rappresenta il valore massimo di esposizione per il lavoratore)

I livelli di soglia di esposizione sono individuati a mezzo delle due grandezze "*valori limite di esposizione*" e "*valori di azione*".

VALORI DI AZIONE (ART. 208, COMMA 2)
(VALORI EFFICACI (RMS) IMPERTURBATI)

Intervallo di Frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (μ T)	Densità di Potenza di onda piana Seq (W/m ²)	Corrente di contatto (W/m ²) le (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti I _L (mA)
0 - 1 Hz	/	$1,63 \times 10^5$	2×10^5	-	1,0	-
1 - 8 Hz	20000	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	-	1,0	-
8 - 25 Hz	20000	$2 \times 10^4 / f$	$2,5 \times 10^4 / f$	-	1,0	-
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	-	1,0	-
0,82 kHz - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	-	1,0	-
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	-	0,4 f	-
65 - 100 kHz	610	1600/f	2000/f	-	0,4 f	-
0,1 - 1 MHz	610	1,6/f	2/f	-	40	-
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	-	40	-
10 - 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	-	-
400 - 2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008 f^{1/2}$	$0,1 f^{1/2}$	$f / 40$	-	-
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	-	-

Valori di azione: l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B) e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nella presente direttiva. Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.

VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE (ART. 208, COMMA 1).

Tutte le condizioni devono essere rispettate.

INTERVALLO DI FREQUENZA	DENSITÀ DI CORRENTE PER CORPO E TRONCO (MA/M2) (RMS)	SAR MEDIATO SUL CORPO INTERO (W/KG)	SAR LOCALIZZATO (CORPO E TRONCO) (W/KG)	SAR LOCALIZZATO (ARTI) (W/KG)	DENSITÀ DI POTENZA (W/M2)
Fino a 1Hz	40	-	-	-	-
1 Hz – 4Hz	40 / f	-	-	-	-
4 Hz – 1000Hz	10	-	-	-	-
1000 Hz – 100 KHz	f / 100	-	-	-	-
100 KHz – 10 MHz	f / 100	0,4	10	20	-
10 MHz – 10 GHz	-	0,4	10	20	-
10 GHz – 300 GHz	-	-	-	-	50

Valori limite di esposizione: limiti all'esposizione a campi elettromagnetici che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi per la salute conosciuti. Poiché per specificare i valori limite di esposizione sono utilizzate grandezze fisiche la cui intensità si intende valutata internamente al corpo.

Nel caso di esposizioni a frequenze diverse, si adottano metodi appropriati di valutazione, tenendo conto delle norme armonizzate europee. Il documento ICNIRP "Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)" descrive una metodologia utile a tale scopo. Si fa presente che i limiti proposti dal decreto (che sono l'esatta replica di quelli prescritti dalla direttiva 2004/40/CE) sono gli stessi proposti da ICNIRP nel citato documento e pertanto risulta naturale fare riferimento a quest'ultimo anche per la valutazione dell'esposizione simultanea a frequenze diverse.

Tali linee guida I.C.N.I.R.P. costituiscono, un riferimento essenziale citato nel Documento congiunto ISPESL-ISS, nel quale i due istituti chiariscono il punto di vista comune nei riguardi delle problematiche sanitarie ed ambientali connesse all'utilizzo dei campi elettromagnetici nel campo di frequenze da 0 Hz a 300 GHz.

Oltre alle norme di carattere europeo ed internazionale quali:

Linee guida I.C.N.I.R.P. (International Commission of Non Ionizing Radiation Protection)

Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 n. 519 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

PrEN 50499: " Procedure for the assessment of the exposure of the workers to electromagnetic fields" definisce il metodo per la valutazione.

Le tecniche di misurazione e di rilevamento dei livelli di esposizione da adottare sono quelle indicate nella norma **CEI 211-6 del 2001-01** per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenze tra 0 Hz a 10 kHz e nella norma **CEI 211-7 del 2001-01** per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenze tra 10 kHz a 300GHz.

1.7 SCOPO DELLA VALUTAZIONE

La presente relazione tecnica ha lo scopo di valutare i livelli dei campi elettrici e magnetici generati dai dispositivi elettrici e dai conduttori in bassa tensione presenti nell'impianto di cogenerazione che sarà installato presso la Marina Azzurra Yachting srl. Le apparecchiature o le condutture oggetto di valutazione saranno poste all'esterno o in locali privi di personale.

Lo scopo è quello di confrontare il livello di esposizione (valutato) con i limiti di attenzione e qualità imposti dal D.P.C.M. 8/07/2003 N. 200.

Si tratta di individuare le sorgenti presenti nell'impianto e le condizioni di lavoro ordinarie.

1.8 INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI

Il campo elettromagnetico cui può risultare esposta una persona risulta comunemente composto da differenti contributi, distinti in frequenza di intensità differente. Con riferimento all'esposizione umana sono individuate due principali categorie, distinte sulla base della frequenza. In particolare si hanno le basse frequenze comprese tra 0 e 100 KHz e le alte frequenze tra 100 kHz e 300 GHz.

Sono sorgenti di campo magnetico a basse frequenze (0 e 100 KHz) tutti i circuiti percorsi da corrente come:

- Elettrodotti di alta, media e bassa tensione,
- Televisori e monitor a tubo catodico (bobine di deflessione),
- Gruppi di continuità per la presenza di trasformatori e filtri con bobine,
- Impianti elettrici non correttamente configurati;

ed il loro effetto è tanto maggiore quanto più alta è la corrente che circola e quanto maggiore è l'area cui il circuito sottende.

Esempi di sorgenti ad alte frequenze (100 kHz e 300 GHz) sono:

- Rete di telefonia cellulare,
- Reti LAN Wireless
- Radiocomandi,
- Rilevatori antifurto,

La valutazione dell'esposizione a campi elettromagnetici deve quindi prevedere inizialmente, **l'individuazione delle sorgenti** potenzialmente in grado di produrre contributi al campo elettromagnetico di intensità non trascurabile per l'esposizione umana.

Le sorgenti di campo elettromagnetico sono usualmente identificate in due tipi a seconda che l'irradiazione del campo elettromagnetico sia funzionale all'attività che l'apparato deve svolgere (intenzionali) o sorgenti che emettono campo elettromagnetico come effetto secondario del proprio funzionamento (non intenzionale). Fra le prime si citano innanzitutto i sistemi per le trasmissioni via aria; fra quelle di tipo non intenzionale troviamo in primo luogo la totalità degli apparati che impiegano l'energia elettrica e che sono caratterizzati da assorbimenti importanti di potenza.

Le tipologie di sorgenti di campo elettromagnetico che a livello industriale sono da monitorare sono ad esempio:

- sorgenti che impiegano l'irradiazione elettromagnetica in modo funzionale alla propria attività e che espongono gli addetti a un **rischio di tipo specifico o generico aggravato** nelle applicazioni industriali:

saldatrici ad arco o ad alta frequenza;

forni a induzione per la fusione dei metalli;

sistemi a induzione per la tempra dei metalli;

sistemi a radiofrequenza per l'innesco dei plasmi;
presse a dispersione dielettrica per l'incollaggio dei legni e delle plastiche;
sistemi a radiofrequenza per l'indurimento delle colle;
altri sistemi a dispersione dielettrica per l'essiccazione o la vulcanizzazione di tessuti, carta, legni;
forni a microonde per la sterilizzazione o la cottura di alimenti;
sistemi a microonde per il riscaldamento dei plasmi;
impiantistica delle telecomunicazioni e della telefonia cellulare.

- Sorgenti che irradiano campo elettromagnetico come effetto secondario della propria attività e che espongono pertanto gli addetti a un **rischio di tipo generico o generico aggravato**:

cabine di trasformazione MT/BT (media/bassa tensione);
dispositivi in genere ad alto assorbimento di energia elettrica;
forni elettrici per fusione di metalli e cottura ceramiche

Per quanto riguarda la nostra valutazione prenderemo in considerazione solamente sorgenti di tipo NON intenzionale, in quanto si valuterà l'effetto delle apparecchiature che producono campi elettromagnetici, in funzionamento ordinario, come effetti secondari e non voluti.

In particolare valuteremo l'effetto delle apparecchiature di trasformazione MT/BT, dei quadri di distribuzione e delle condutture.

Tutte le apparecchiature funzionano a frequenza di rete, quindi i relativi campi generati hanno la frequenza fondamentale a 50 Hz, inoltre le apparecchiature sono attraversate da una elevata corrente in grado, quindi, di generare una induzione Magnetica che può superare, in alcune zone, i limiti imposti dalle Normative vigenti.

In particolare si valuta le linee (interrate) che attraversano il piazzale dove si trova l'impianto di generazione e il locale di trasformazione.

Tutte le zone prese in esame NON hanno presenza di personale fisso.

I conduttori delle linee interrato si considerano disposti a trifoglio in modo da minimizzare gli effetti prodotti.

Per maggiori informazioni sul percorso delle linee e sulla posizione delle varie apparecchiature si veda la planimetria di progetto.

1.9 CALCOLI TEORICI CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO GENERATO DAL TRASFORMATORE MT/bt

La valutazione di campo magnetico è stata effettuata recependo alcune indicazioni alla guida CEI R014 "Guida per la valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza" e la Guida CEI 211-4 in quanto nel D.M. 29 maggio 2008 "Metodi numerici per il calcolo delle fasce di rispetto" non viene contemplato questo particolare caso con due trasformatori elevatori adiacenti.

La guida CEI R014 permette di poter effettuare le seguenti considerazioni :

- I valori più significativi del campo magnetico a frequenza di rete sono dovuti alla corrente che circola nei terminali a bassa tensione.
- Il campo magnetico del trasformatore, prodotto dalle correnti che circolano negli avvolgimenti, può essere trascurato.

In base a quanto descritto precedentemente si è provveduto quindi ad effettuare una stima dei valori di campo magnetico generato dalle linee bt entranti nei trasformatori trascurando il campo magnetico dovuto agli avvolgimenti primari e secondari. In tutta la procedura si è cercato di massimizzare il più possibile i parametri di calcolo.

Per effettuare la stima delle DPA e delle distanze di rispetto si sono effettuate le seguenti simulazioni numeriche ritenute cautelative per lo studio oggetto del presente lavoro

Simulazione numerica in ottemperanza al decreto 28 Maggio considerando di avere una corrente sul lato MT pari a 27A e in bt pari a 1000 A (In trafo) sul trafo da 400 kVA, diametro conduttore pari a 0,0244 m.

Per semplicità di calcolo si considererà di avere un trasformatore da 400 kVA. Gli impianti costituiti da trasformatori elevatori sono equivalenti ai trasformatori riduttori. La corrente che circola nei terminali in bassa tensione risulta essere il parametro che determina il valore di campo più significativo e dal punto di vista del modello da considerare non sussistono sostanziali differenze. Nel calcolo si terrà conto dei parametri più gravosi potenzialmente applicabili per la tipologia di cabina ovvero assumeremo come diametro dei conduttori un diametro pari a 0,0244 m e una corrente di calcolo pari a 1000 A.

Dati di calcolo:

Potenza trasformatore : 400 KVA

Diametro conduttori : 0,025 m

Corrente : 1000 A

Tensione in BT : 400 V

La struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la Dpa è un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale di bassa tensione in ingresso al trasformatore.

Per il calcolo della Dpa si utilizza la seguente formula :

$$\frac{Dpa}{\sqrt{I}} = 0.40942 \times X^{0.5241}$$

Sostituendo i valori indicati abbiamo che:

Dpa= 2 m distanza approssimata

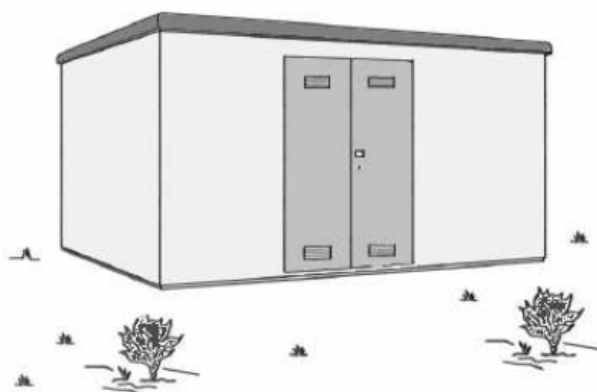
Quindi la distanza di prima approssimazione nei pressi della cabina, considerando di avere un trasformatore in ogni cabina, ovvero la distanza minima al di sopra della quale si ottiene l'obiettivo di qualità dei 3 μ T, risulta pari a **Dpa = 2 m** ricavato dall'involuppo dei muri delle cabine rispetto a questa distanza.

E' lecito quindi supporre che da una distanza di 2 metri, dalle pareti perimetrali del locale di trasformazione, l'induzione complessiva sia inferiore a 3 μ T, considerando tale risultato come dovuto alla somma delle componenti efficaci dei campi elettromagnetici del trasformatore previsto nella cabina MT/bt e dei cavi in ingresso alla suddetta cabina.

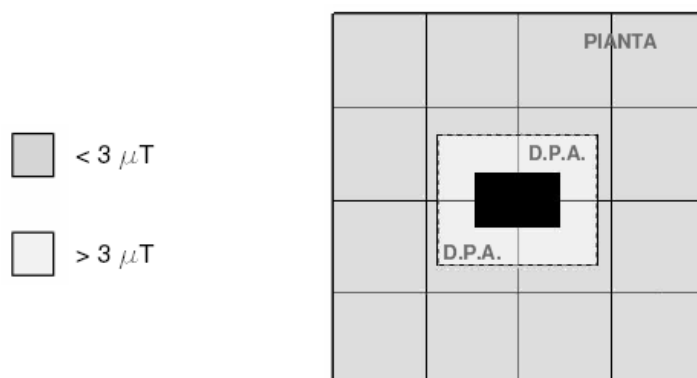
Tale area di rispetto per campi elettromagnetici è stata quindi evidenziata nella planimetria allegata con opportuno tratteggio.

Ai suddetti risultati si arriva utilizzando la metodologia di calcolo definita nel decreto 29 Maggio 2008.

**B10 – CABINA SECONDARIA TIPO BOX O SIMILARI, ALIMENTATA IN CAVO SOTTERRANEO –
TENSIONE 15 KV O 20 KV**



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



 $< 3 \mu T$

 $> 3 \mu T$

DIAMETRO DEI CAVI (m)	TIPOLOGIA TRASFORMATORE (KVA)	CORRENTE (A)	DPA (m) filo parete esterna	RIF.TO
Da 0,020 a 0,027	250	361	1,5	B10a
	400	578	1,5	B10b
	630	909	2,0	B10c

1.10 Calcolo fasce di rispetto per la linea elettrica MT in cavo interrato ad elica visibile.

L'impianto di rete MT sarà realizzato con una tipologia di cavo in categoria II con sezione di 35 mmq. Le linee di media tensione saranno una per collegare alla rete pubblica per il trasformatore MT/bt che alimenterà l'impianto fotovoltaico.

Il conduttore utilizzato è del tipo in rame, a corda flessibile rotonda, del tipo cordato ad elica, isolamento RG7H1R/18-30 kV sezione con posa entro tubazione interrata, con elevate prestazioni elettriche, meccaniche e termiche.

Secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 (paragrafo 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- **linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);**

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.

In base a quanto finora esposto, la linea interrata MT in progetto, che sarà realizzata in cavo cordato ad elica visibile, NON E' soggetta al calcolo delle DPA ai sensi del richiamato Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (paragrafo 3.2).

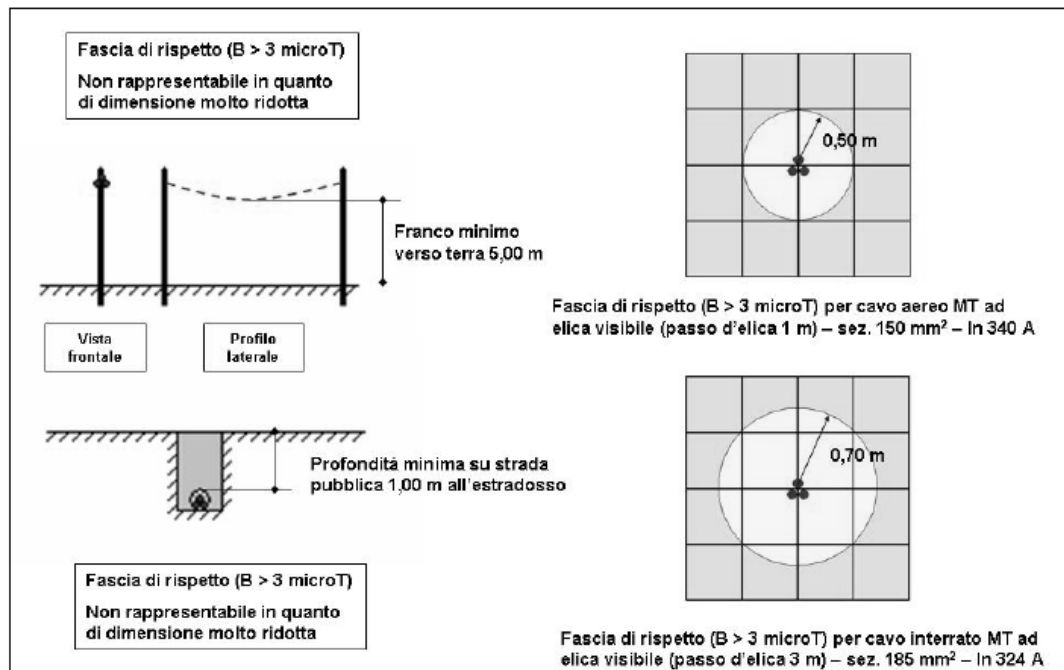


Figura 1 – Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale “Elico” della piattaforma “EMF Tools”, che tiene conto del passo d'elica.

1.11 CONCLUSIONI

Si può quindi affermare che l'area esterna alla zona indicata con tratteggio, nella planimetria allegata, presenta un valore di campo elettrico inferiore a 5 kV/m ed un valore di induzione magnetica inferiore a 3 μT , quindi le zone esterne rispettano quanto previsto nella Tabella A del D.P.C.M. 08/07/03 n° 200, decreto attuativo del D.Lgs. 36/01, in particolare il valore dell'induzione magnetica è inferiore al valore indicato come obiettivo di qualità nel testo legislativo.

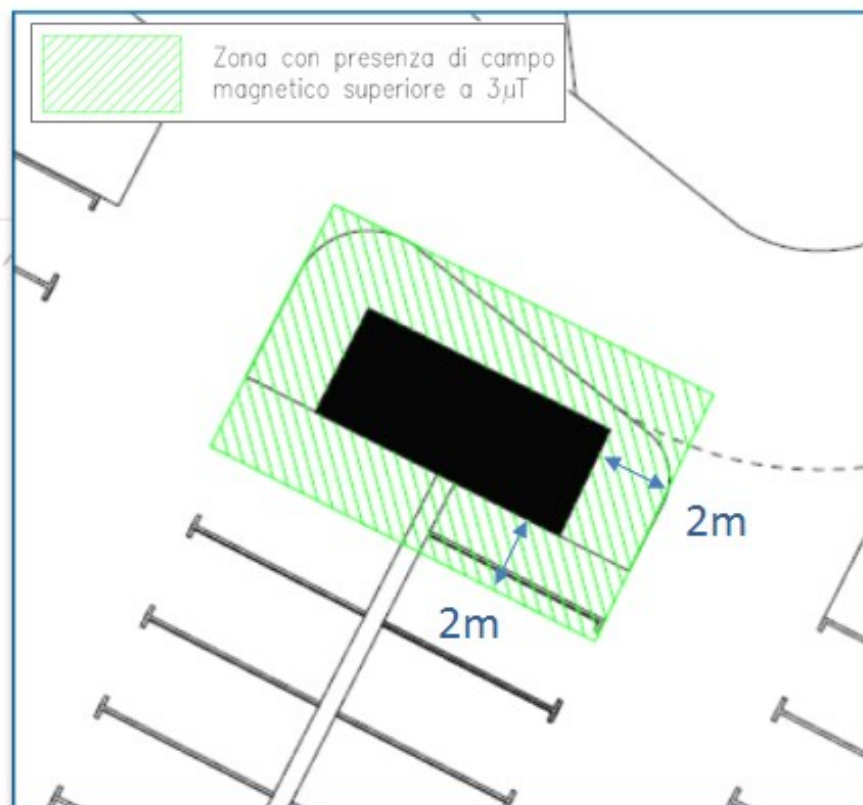
Quindi possiamo affermare che viene rispettato l'obiettivo di qualità di 3 μT per l'esposizione della popolazione, nelle aree adibite a permanenze superiori alle quattro ore giornaliere (D.P.C.M. 08 luglio 2003), data la loro distanza superiore a 2 m dalle linee suddette.

Più in generale possiamo affermare che nelle varie zone dell'impianto vengono rispettati i valori di esposizione prescritti.

Ing. Carlo Grassi

Ordine Ingegneri Pisa n°1823



**PLANIMETRIA PER INDIVIDUAZIONE ZONE DI RISPETTO PER
L'OBIETTIVO DI QUALITA' SECONDO DPCM 08/07/03 N° 200****LEGENDA**

- Rete illuminazione
- Punto luce strada e parcheggi
- ⊗ Punto luce camminamento pedonale
- ⊙ Punto luce schermato banchina
- Colonnine di distribuzione energia elettrica

