

Allegato 12

Nota Tecnica – Campo elettromagnetico (rif. Nota prot. DSA-2008-0008613 del 27/03/2008)

Richiesta DSA-2008-0008613 sezione "Ulteriore carenze rilevate": Si rileva inoltre l'assenza di informazioni in materia di eventuale impatto ambientale dovuto all'esercizio del trasformatore centrale, collegato all'alternatore. E' necessario che il gestore presenti una valutazione, supportata da stime e misure, del campo elettromagnetico nelle aree circostanti, anche con riferimento alla presenza di eventuali recettori.

000000000000

Nel seguente documento saranno indicati gli effetti del campo elettromagnetico generato dai trasformatori presenti presso lo stabilimento di Enipower a Taranto presso i recettori sensibili posti nelle vicinanze.

1. DESCRIZIONE DEI TRASFORMATORI

Lo stabilimento è dotato complessivamente di 5 trasformatori che hanno le seguenti caratteristiche:

1) Trasformatore sottostazione 1

Costruttore	Matricola	Targa Caratteristiche	Rapporto di trasformazione	Tipologia	Identificazione nel presente documento
ABB	3N6140	TMM_00_G5	20.000 – 11.000 V	lineare	n. 1

2) Trasformatore sottostazione 1

Costruttore	Matricola	Targa Caratteristiche	Rapporto di trasformazione	Tipologia	Identificazione nel presente documento
ABB	12672	TMM_00_1 A	20.000 – 6.000 V	toroidale	n. 2

3) Trasformatore sottostazione 1

Costruttore	Matricola	Targa Caratteristiche	Rapporto di trasformazione	Tipologia	Identificazione nel presente documento
ABB	12673	TMM_00_1 B	20.000 – 6.000 V	toroidale	n. 3

4) Trasformatore arrivo ENEL

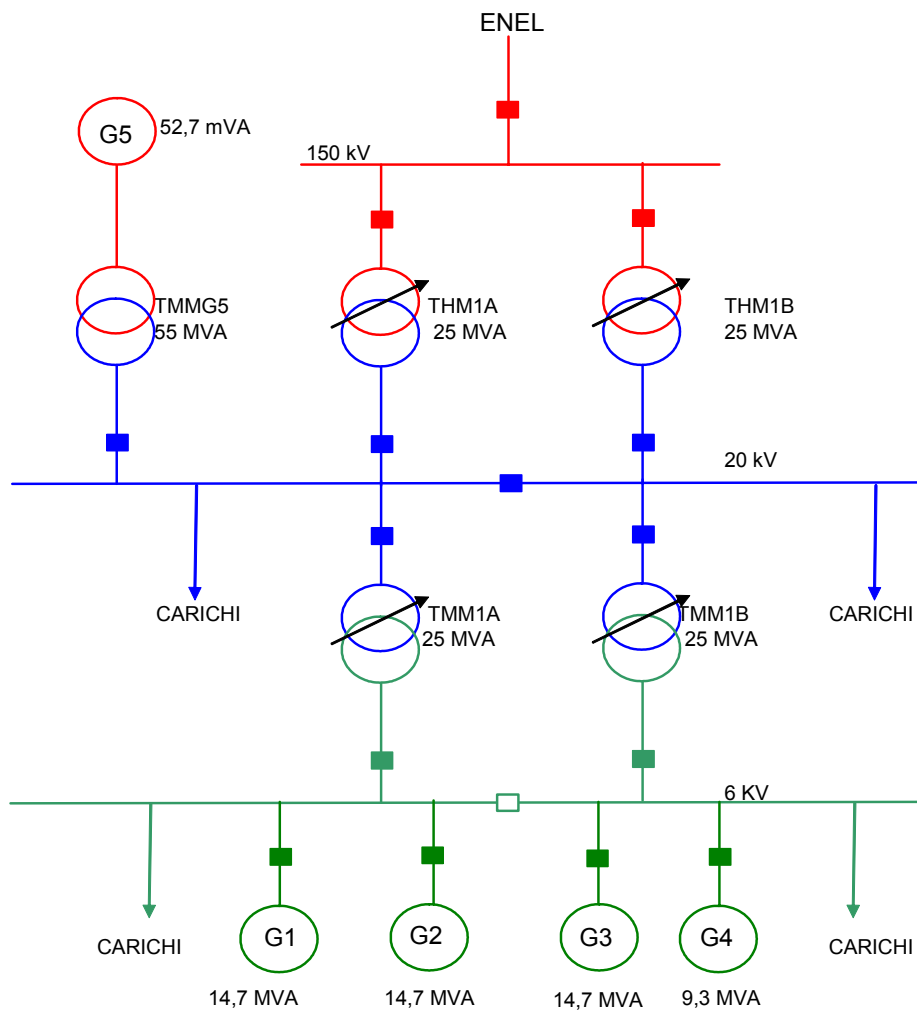
Costruttore	Matricola	Targa Caratteristiche	Rapporto di trasformazione	Tipologia	Identificazione nel presente documento
ABB	12674	THM_00_1 A	150.000 – 20.000 V	toroidale	n. 4

5) Trasformatore arrivo ENEL

Costruttore	Matricola	Targa Caratteristiche	Rapporto di trasformazione	Tipologia	Identificazione nel presente documento
ABB	12675	THM_00_1 B	150.000 – 20.000 V	toroidale	n. 5

2. SCHEMA ELETTRICO

Figura 1 Schema semplificato della rete interna dello stabilimento Enipower



3. CAMPO DELLE FREQUENZE DA CONSIDERARE

La letteratura fornisce i seguenti range di frequenze tipiche che possano essere presenti nell'industria qui di seguito elencate:

- Campo statico 0 Hz Corrente continua
- Correnti alternate 50÷400 Hz Corrente alternata
- Onde radio lunghe 30 kHz ÷ 300 kHz Antenne radio
- Onde radio medie 300 kHz ÷ 3 MHz Antenne radio
- Onde radio corte 3 MHz ÷ 30 MHz Antenne radio
- Onde radio VHF 30 MHz ÷ 300 MHz Antenne radio Mf e Tv
- Onde radio UHF 300 MHz ÷ 3 GHz Telefonia mobile e Tv
- Microonde 3 GHz ÷ 300 GHz Satelliti, Radar
- Infrarosso 300 GHz ÷ 410 THz Luce infrarossa
- Luce visibile 410 THz ÷ 750 THz Sole, Lampadine
- Ultravioletti 750 THz ÷ 30.000 THz Sole, Sincrotroni
- Raggi X 30.000 THz ÷ 3 milioni di THz Tubi per raggi X
- Raggi gamma 3 milioni di THz ÷ 30.000 miliardi di PHz
Acceleratori di particelle

Da misure effettuate e trattandosi di correnti alternate da quanto fornito in tabella possiamo affermare che i 5 trasformatori operino in bassa frequenza quindi, ci troviamo nel range dei 50 -400 Hz.

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I principali riferimenti normativi e norme di buona tecnica sul tema in ambito internazionale, europeo e nazionale, con riferimento alla frequenza industriale, sono richiamati di seguito:

Tabella 1: Principali riferimenti normativi con riferimento alla frequenza industriale

NORMA	TITOLO
	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
DPCM 08/07/03	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori 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.
Legge n. 36 del 22/02/01	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
CEI 211-6 gennaio 2001	Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana

CEI 211-7 gennaio 2001	Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana
CEI 211-4 luglio 1997	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche
CEI 42-7 maggio 1997	Misura dei campi elettrici a frequenza industriale
Raccomandazione CE n° 519 del 12/07/1999 1999/519/CE	Raccomandazione del Consiglio, del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz
Linee guida ICNIRP - 1998	Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys.
DLgs. 81/08 Capo IV	Tutela della sicurezza e della salute nei luoghi di lavoro
Direttiva 2004/40/CE 29/04/04	Prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)

Si illustrano brevemente le norme elencate con i riferimenti all'applicabilità.

Raccomandazioni internazionali

Esistono varie norme tecniche internazionali per la protezione della popolazione e dei lavoratori dai campi elettromagnetici. Tra le più conosciute e autorevoli ci sono le raccomandazioni ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti) adottate dall'OMS e da numerosi paesi.

I limiti proposti, calcolati con ampi margini di sicurezza rispetto all'insorgenza di effetti biologici dannosi, sono riferiti ai soli effetti acuti a breve termine e non agli effetti cronici sul lungo periodo.

Si riportano di seguito le tabelle relative ai livelli di riferimento delle grandezze fisiche derivate per le esposizioni residenziali.

Tabella 2: Livelli di riferimento per l'esposizione residenziale a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (Valori efficaci dei campi non perturbati)¹

Intervallo di frequenza	Intensità del campo elettrico (V/m)	Intensità del Campo Magnetico (A/m)	Induzione Magnetica (μT)	Densità di Potenza dell'onda Piana Equivalente Peq (W/m²)
fino a 1 Hz	-	3,2x10 ⁴	4x10 ⁴	-
1- 8 Hz	10000	3,2x10 ⁴ /f ^{1/2}	4x10 ⁴ /f ²	-
8- 25 Hz	10000	4000/f	5000/f	-
0.025- 0.82 kHz (*)	250/f	4/f	5/f	-
0.8-3 kHz	250/f	5	6,25	-
3-150 kHz	87	5	6,25	-

¹ ICNIRP 1998 e Raccomandazione CE 519/99

0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	-
1-10 MHz	87/f	0,73/f	0,92/f	-
10-400 MHz	28	0,73	0,092	2
400-2000 MHz	$1,375f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$0,0046f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

(*) zona delle frequenze applicabili ai trasformatori di Enipower (50-400Hz)

Nel caso di EniPower se consideriamo le frequenze dai 50 ai 400 Hz abbiamo i seguenti limiti applicabili (cfr. tabella 2 “Livelli di riferimento per l’esposizione residenziale a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo”), sotto riportati:

Tabella 3: Limiti applicabili ad EniPower per le frequenze da 50 a 400 Hz

Intervallo di frequenza	Intensità del campo elettrico (V/m)	Intensità del Campo Magnetico (A/m)	Induzione Magnetica (μT)	Densità di Potenza dell’onda Piana Equivalente Peq (W/m²)
50Hz	5	0,08	0,1	Non ci sono limiti
400Hz	0,625	0,01	0,0125	Non ci sono limiti

Nota: i calcoli sono stati eseguiti sostituendo i valori di frequenza di 50 e 400 Hz all’interno della tabella 3 nel range di frequenze applicabili (ovvero quello evidenziato con l’asterisco)

Ai fini delle nostre valutazioni prenderemo come limite i valori più restrittivi, ovvero quelli alla frequenza dei 400 Hz.

Raccomandazioni europee

Fino al 1999 per le emissioni elettromagnetiche erano prese a riferimento per la prevenzione del rischio due norme tecniche sperimentali europee del CENELEC (Comitato europeo per la standardizzazione elettrotecnica): la CEI ENV50166-1, divenuta norma tecnica italiana CEI 111-2 del maggio 1995, e la CEI ENV50166-2, divenuta norma tecnica italiana CEI 111-3, “Esposizione umana a campi elettromagnetici ad alta frequenza (10 kHz – 300 GHz)”, finalizzate alla prevenzione degli effetti acuti derivanti dall’esposizione ai campi elettromagnetici sia dei lavoratori sia della popolazione, includendo la possibilità di esposizioni a valori campo più intensi limitatamente agli arti. Di fatto queste indicazioni non sono applicabili allo stato attuale, né per esposizione parziale del corpo né per esposizione totale.

Infatti tale norma non è più in vigore dal 18/02/2000, a seguito della pubblicazione della raccomandazione europea CE 519/99 del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione della esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici nell’intervallo da 0 Hz a 300 GHz.

Tale raccomandazione recepisce i limiti previsti per la popolazione dall’ICNIRP ed è riferita alla prevenzione di effetti acuti e non presenta grosse discrepanze rispetto alle norme CENELEC soprattutto nei limiti di base.

L'ICNIRP prevede limiti di esposizione anche per i lavoratori, l'adozione della direttiva 2004/2/CE del Parlamento europeo in merito alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) è avvenuta con il Decreto Legislativo 19 novembre 2007, n. 257, oggi sostituito con il Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

Normativa italiana

Tabella 5: Normativa italiana

NORMA	TITOLO
	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
DPCM 08/07/03	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori 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.
Legge n. 36 del 22/02/01	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
D.Lgs. 81/08 Capo IV	Tutela della sicurezza e della salute nei luoghi di lavoro, che prevede limiti specifici per i lavoratori all'esposizione ai campi magnetici

5. FORMULE DI CALCOLO

Il calcolo del campo magnetico in prossimità dei recettori è stato effettuato utilizzando la formula di Biot Savart, dove B è l'intensità di campo magnetico, μ è la permeabilità magnetica, I è la corrente nominale, R il raggio della spira e D la distanza del recettore sensibile.

$$B = \frac{\mu I R^2}{2 (D^2 + R^2)^{3/2}} \quad D \gg R \Rightarrow R \approx 0$$

La stessa è stata applicata al caso dei solenoidi nei quali si suppongono trascurabili i raggi dei solenoidi (inferiori al metro) rispetto alle distanze dei recettori (ordine delle centinaia di metri), e nella quale è stato inserito il valore del numero di spire (N), per cui si evince la formula semplificata:

$$B = 0,2 \frac{I A N}{D^3}$$

Dove A è l'area delle spire e dove si è considerata la permeabilità magnetica uniforme dell'aria ($\mu = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m).

Per il calcolo dell'intensità di campo magnetico è stata utilizzata la formula

$$H = B / \mu \tag{1}$$

6. RISULTATI

Calcolo del campo magnetico tramite la formula di Biot –Savart

Di seguito sono elencati i risultati del calcolo dei valori di campo magnetico per i recettori sensibili nelle vicinanze dello stabilimento a confronto con i limiti delle raccomandazioni UE come da calcolo in tabella 3.

Da notare che la normativa (Racc. CE 519/99) in materia di esposizione della popolazione non è cogente e quindi ha valore solamente di puro riferimento conoscitivo.

Elenco dei recettori sensibili:

- 1) *Torre Montello;*
- 2) *Chiesa Santa Maria della Giustizia.*

La formula utilizzata per il calcolo di B è come spiegato in precedenza:

$$B = 0,2 \frac{I A N}{D^3}$$

Applicando si ha:

1) TRASFORMATORE n.1

- Induzione magnetica (B):

Ricettore	Corrente nominale (A)	Area spire (mq)	Numero di spire	Distanza Ricettore (m)	Campo Magnetico (µT) (*)	Limite Raccomandato (µT)
Torre Montello	1591,7	0,000505	124	308	6,823E-07	0,0125
Chiesa Santa Maria della Giustizia	c.s.	c.s.	c.s.	406	2,979E-07	

(*) si è utilizzata la formula di Biot Savart come indicato sopra

- Intensità di campo magnetico (H): trascurabile rispetto al limite di 0,01 A/m in quanto sicuramente inferiore all'induzione B (vedasi formula (1)) calcolata nella tabella qui sopra.

2) TRASFORMATORI n. 2 e 3

• Induzione magnetica (B)

Ricettore	Corrente nominale (A)	Area spire (mq)	Numero di spire	Distanza Ricettore (m)	Campo Magnetico (μT) (*)	Limite Raccomandato (μT)
Torre Montello	416,7	0,0001469	280	308	1,173E-07	0,0125
Chiesa Santa Maria della Giustizia	c.s.	c.s.	c.s.	406	5,122E-08	

(*) si è utilizzata la formula di Biot Savart come indicato sopra

- Intensità di campo magnetico (H): trascurabile rispetto al limite di 0,01 A/m in quanto sicuramente inferiore all'induzione B (vedasi formula (1)) calcolata nella tabella qui sopra.

3) TRASFORMATORI n. 4 e 5

• Induzione magnetica (B)

Ricettore	Corrente nominale (A)	Area spire (mq)	Numero di spire	Distanza Ricettore (m)	Campo Magnetico (μT) (*)	Limite Raccomandato (μT)
Torre Montello	96,2	0,00002753	1298	726	1,797E-09	0,0125
Chiesa Santa Maria della Giustizia	c.s.	c.s.	c.s.	927	8,631E-10	

(*) si è utilizzata la formula di Biot Savart come indicato sopra

- Intensità di campo magnetico (H): trascurabile rispetto al limite di 0,01 A/m in quanto sicuramente inferiore all'induzione B (vedasi formula (1)) calcolata nella tabella qui sopra.

7. CONCLUSIONI

Alla luce di quanto esposto possiamo concludere quanto segue:

- Alle basse frequenze non vi è un superamento dei limiti dell'Intensità dell'Induzione Magnetica (B) raccomandati dall'Unione Europea in prossimità dei recettori;
- L'intensità del Campo Magnetico (H) è sicuramente trascurabile in confronto ai limiti raccomandati in prossimità dei recettori;
- I Recettori sensibili pertanto non risultano disturbati dalla presenza dei trasformatori dello stabilimento.

8. ALLEGATI

Allegato 13: Planimetria ubicazione sorgenti e recettori campo elettromagnetico