



Centrale Termoelettrica di Ottana (NU)

Progetto di installazione nuovi motori endotermici

Relazione Interferenze elettromagnetiche

15 luglio 2023



Ns rif. R001-1669258PGO-V00

Riferimenti

Titolo	Centrale Termoelettrica di Ottana (NU) Progetto di installazione nuovi motori endotermici Relazione Tecnica interferenze elettromagnetiche
Cliente	Ottana Energia S.p.A.
Redatto	Paolo Godio
Verificato	Paolo Picozzi
Approvato	Omar Retini
Numero di progetto	1669258
Numero di pagine	12
Data	15 luglio 2023
Firma	

Colophon

TAUW Italia S.r.l.
Piazza Leonardo da Vinci 7
20133 Milano
T +39 02 26 62 61 1
E info@tauw.it

Il presente documento è di proprietà del Cliente che ha la possibilità di utilizzarlo unicamente per gli scopi per i quali è stato elaborato, nel rispetto dei diritti legali e della proprietà intellettuale. TAUW Italia detiene il copyright del presente documento. La qualità ed il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi sono considerati elementi prioritari da TAUW Italia, che opera mediante un sistema di gestione certificato secondo la norma

UNI EN ISO 9001:2015.



Ai sensi del GDPR n.679/2016 la invitiamo a prendere visione dell'informativa sul Trattamento dei Dati Personali su www.TAUW.it.

Indice

1	INTRODUZIONE.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	4
4	CAMPI MAGNETICI.....	5
4.1	Generalità	5
4.2	Campo magnetico prodotto dal quadro di media tensione	6
4.3	Campo magnetico prodotto dal quadro di bassa tensione.....	8
4.4	Campo magnetico prodotto dai cavi mt	9
4.5	Campo magnetico prodotto dai trasformatori mt/bt.....	11
5	CAMPI ELETTRICI	12
6	CONCLUSIONI	12
7	ALLEGATI.....	12

1 INTRODUZIONE

Il presente documento ha come scopo la valutazione dei campi elettromagnetici prodotti dalle apparecchiature elettriche (trasformatori, quadri elettrici, linee in cavo) che saranno installate per il nuovo impianto a motori a gas presso la Centrale Ottana Energia ad Ottana (NU).

La valutazione del campo magnetico consiste nella determinazione della distanza di prima approssimazione (nel seguito indicata con Dpa) in accordo alle prescrizioni del DPCM del 8 luglio 2003.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella stesura della presente relazione tecnica, sono state seguite le prescrizioni indicate e applicabili al caso specifico dalle seguenti norme:

- ✓ Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne".
- ✓ Legge Quadro n. 36 del 22/02/01 e relativo DPCM 08-07-2003 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
- ✓ 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 ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.
- ✓ Decreto Ministeriale 29 maggio 2008: Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.
- ✓ Norma CEI 106-11: "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003".
- ✓ Guida CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche".
- ✓ Guida CEI CLC/TR 50453 "Valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza".
- ✓ DLgs 81/2008 del 9/4/2008 "Testo unico sulla sicurezza".
- ✓ Norma CEI EN 61936-1, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni".

3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La nuova sezione di generazione di energia elettrica a motori endotermici sarà realizzata all'interno dell'area della Centrale dove attualmente si trovano le unità produttive con caldaie ad olio combustibile di Ottana Energia che attualmente sono in riserva fredda nonché dove continuano ad essere in funzione gli impianti ausiliari a servizio degli altri coinsediati nel sito (aria compressa, trattamenti acque, distribuzione elettrica, ecc..).

Per la connessione in media tensione (15 kV) alla RIU sarà realizzata una nuova sala elettrica adiacente all'impianto che sarà connessa con due elettrodotti con posa interrata in cavidotto esistente a 15 kV (di lunghezza 450 m) al quadro 1 e al quadro 3 della centrale di Ottana Energia. La RIU è connessa alla rete di trasmissione nazionale (RTN) in alta tensione a 220 kV.

In accordo al diagramma unifilare (doc n. R025 1668259PGO V0) il sistema elettrico sarà costituito da:

- due montanti di generazione costituiti da generatore azionato da motore a gas;
- due quadri MT a 15 kV (QMT-A/QMT-B) per la connessione alla RIU dai quali partiranno le linee in media tensione verso i generatori e i trasformatori dei servizi ausiliari;
- due trasformatori servizi ausiliari 15 kV/400 V (TRA e TRB);
- un sistema di distribuzione/utilizzazione a 400V per alimentare i servizi ausiliari dell'impianto, costituito dal quadro di distribuzione principale (PC), dai quadri MCC dei gruppi di generazione e dai quadri di distribuzione e MCC di impianto;
- due sistemi di continuità (UPS1 e UPS2) per l'alimentazione delle utenze privilegiate.
- un sistema in corrente continua 125 Vcc/24 Vcc per l'alimentazione di comando delle apparecchiature elettriche e della strumentazione;
- un gruppo elettrogeno di emergenza connesso al quadro di distribuzione principale in bassa tensione, per alimentare le utenze essenziali (es. ventilazione) in caso di fuori servizio della rete esterna.

4 CAMPI MAGNETICI

4.1 Generalità

L'intensità del campo magnetico prodotto dagli elettrodotti (sia linee in cavo che conduttori nudi aerei) e/o dalle apparecchiature elettriche installate nelle sottostazioni elettriche può essere calcolata con formule approssimate secondo i modelli bidimensionali indicati dal DPCM 8/7/2003 e dal DM 29/5/2008.

La Norma CEI 106-11 costituisce una guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti in accordo al suddetto DPCM.

La fascia di rispetto comprende lo spazio circostante un elettrodotto, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, dove l'induzione magnetica è uguale o maggiore dell'obiettivo di qualità.

Secondo la Legge 36/01 e il DPCM 8/7/03 allegato A l'obiettivo di qualità corrisponde al limite di 3 μ T da rispettare nella costruzione dei nuovi elettrodotti.

Dalla proiezione al suolo della fascia di rispetto si ottiene la Dpa (distanza di prima approssimazione) misurata tra la proiezione al suolo del baricentro dei conduttori e la proiezione al suolo della fascia di rispetto.

Infine si tenga presente che l'intensità del campo magnetico è funzione dell'intensità della corrente e della distanza tra i conduttori e diminuisce all'aumentare della distanza dal baricentro dei conduttori.

A favore della sicurezza per il calcolo della fascia di rispetto il DM 29/5/2008 impone si utilizzi la portata massima dell'elettrodotto e/o delle linee in cavo, e non la corrente di massimo impiego. La portata massima è definita in funzione delle caratteristiche costruttive delle apparecchiature e delle linee elettriche.

4.2 Campo magnetico prodotto dal quadro di media tensione

Per la definizione del campo magnetico prodotto dal quadro di media tensione della sala quadri sono stati considerati i seguenti dati dimensionali:

Dimensione delle sbarre	80x10 mm
Disposizione	a triangolo (come da figura 1)
Distanza tra le sbarre	330 mm
Corrente nominale	1600 A
Involucro metallico	lamiera in acciaio con contenuto di carbonio 0,18%
Spessore	2 mm
Permeabilità magnetica	relativa 300
Conducibilità	$1,03 \cdot 10^7$ [S/m]

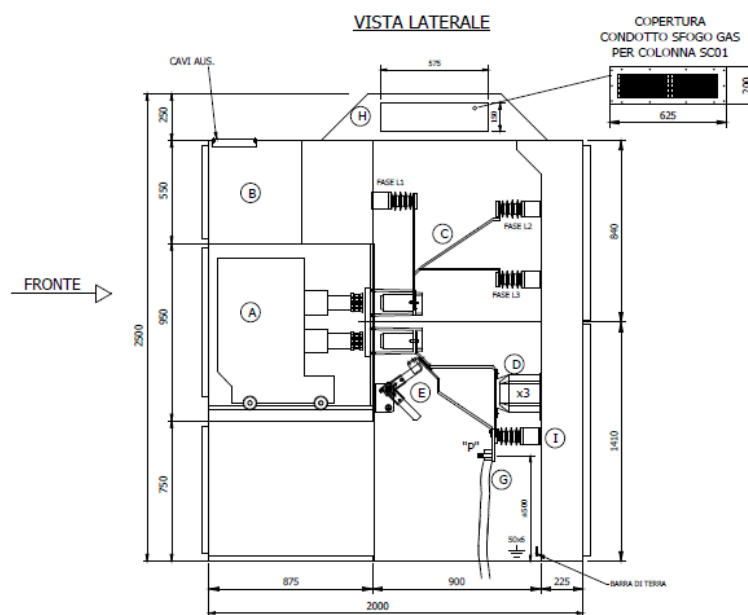


Fig. 3 – Disposizione sbarre quadro media tensione

Per il calcolo dell'intensità del campo magnetico è stata utilizzata la formula approssimata indicata dalla Guida CEI 106-11 per conduttori disposti a triangolo.

La formula utilizzata è la seguente:

$$B = P \cdot I \cdot 0,1 \cdot \sqrt{6} / R^2 \text{ [\mu T]}$$

dove:

P è la distanza tra i conduttori [m]

I è la corrente che attraversa i conduttori [A] pari alla corrente nominale del generatore (1560 A)

R è la distanza dal baricentro dei conduttori [m] alla quale calcolare l'induzione

B è l'induzione [μT]

Inoltre è stato considerato l'effetto schermante determinato dall'involucro metallico del quadro che determina il compartimento sbarre del quadro stesso, attraverso il coefficiente A_{dB} che definisce l'attenuazione del campo magnetico per effetto della struttura metallica.

Il coefficiente di attenuazione è dato dalla formula $A_{dB} = 15,4 \cdot d \cdot \sqrt{\mu \cdot \sigma \cdot f}$

dove:

d = spessore involucro metallico [m]

μ = permeabilità del materiale [H/m]

σ = conducibilità del materiale [S/m]

f = frequenza [Hz]

Nella tabella seguente si riportano i valori dell'induzione calcolati alle diverse distanze dal baricentro dei conduttori.

distanza [m]	Induzione [microT]
0,5	105,74401
1	26,436003
1,5	11,749334
2	6,6090006
2,5	4,2297604
3	2,9373336
3,5	2,158041
4	1,6522502
4,5	1,3054816
5	1,0574401

Il campo magnetico si sviluppa in tutte le direzioni attorno alle sbarre del quadro, a partire dal baricentro delle stesse.

La distanza di prima approssimazione è assunta pari a 3,0 m.

4.3 Campo magnetico prodotto dal quadro di bassa tensione

All'interno della sala quadri sarà installato il quadro di bassa tensione QGBT, alimentato con condotti sbarre dai trasformatori dei servizi ausiliari.

Le caratteristiche principali del quadro sono:

Corrente nominale	4000 A
Tensione nominale	400 V
Dimensione delle sbarre mm
Disposizione	in piano
Distanza tra le sbarre	130 mm
Involucro metallico	lamiera in acciaio con contenuto di carbonio 0,18%
Spessore	2 mm
Permeabilità magnetica	relativa 300
Conducibilità	$1,03 \cdot 10^7$ [S/m]

Per il calcolo dell'intensità del campo magnetico è stata utilizzata la formula approssimata indicata dalla Guida CEI 106-11 per conduttori disposti a triangolo.

La formula utilizzata è la seguente:

$$B = P \cdot I \cdot 0,2 \cdot \sqrt{3} / R^2 \text{ [\mu T]}$$

dove:

P è la distanza tra i conduttori [m]

I è la corrente che attraversa i conduttori [A] pari alla corrente nominale lato bassa tensione del trasformatore dei servizi ausiliari (2309 A)

R è la distanza dal baricentro dei conduttori [m] alla quale calcolare l'induzione

B è l'induzione [μ T]

Inoltre è stato considerato l'effetto schermante determinato dall'involucro metallico del quadro che determina il compartimento sbarre del quadro stesso, attraverso il coefficiente A_{dB} che definisce l'attenuazione del campo magnetico per effetto della struttura metallica.

Il coefficiente di attenuazione è dato dalla formula $AdB = 15,4*d*\sqrt{\mu*\sigma}*f$

dove:

d = spessore involucro metallico [m]

μ = permeabilità del materiale [H/m]

σ = conducibilità del materiale [S/m]

f = frequenza [Hz]

Nella tabella seguente si riportano i valori dell'induzione calcolati alle diverse distanze dal baricentro dei conduttori.

distanza [m]	Induzione [microT]
0,5	151,05516
1	37,763791
1,5	16,783907
2	9,4409478
2,5	6,0422066
3	4,1959768
3,5	3,0827585
4	2,3602369
4,5	1,8648786
5	1,5105516

Il campo magnetico si sviluppa in tutte le direzioni attorno alle sbarre del quadro, a partire dal baricentro delle stesse.

La distanza di prima approssimazione è assunta pari a 3,6 m.

4.4 Campo magnetico prodotto dai cavi mt

I cavi di media tensione impiegati per i collegamenti dei generatori ai quadri 15 kV di centrale hanno le seguenti caratteristiche:

Tipo di cavo	unipolare
Conduttore:	rame ricotto stagnato secondo CEI 20-29
Forma conduttore:	corda rotonda compatta
Isolamento:	gomma HEPR di qualità G26
Strati semiconduttori:	strati estrusi di materiale elastomerico semiconduttore
Schermo metallico:	rame non stagnato

Guaina esterna: mescola termoplastica in PVC qualità M16
 Posa: in passerella in cunicolo interrato, in passerella aerea

Nella tabella seguente sono riportate le sezioni dei cavi utilizzati sull'impianto:

Formazione [mm ²]	Da	A	Diametro esterno [mm]	Portata [A]	Posa
2x3x(1x240)	G1	QMT-A	42,4	924	3
2x3x(1x240)	G2	QMT-B	42,4	924	3
2x3x(1x240)	QMT-A	Q1	42,4	924	1-2
2x3x(1x240)	QMT-A	Q1	42,4	924	1-2
3x(1x240)	QMT-A	TR-A	42,4	462	2
3x(1x240)	QMT-B	TR-B	42,4	462	2

1 - posa in passerella in cunicolo interrato profondità -1,5 m

2 - posa in passerella in aria libera

3- posa in banco tubi interrato profondità -1,5 m

Per il calcolo della Dpa sono state considerate le seguenti condizioni:

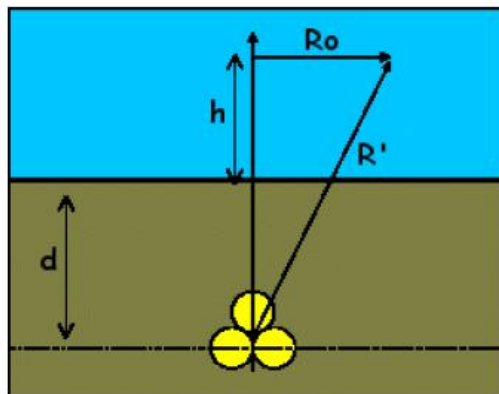
- ✓ Massima corrente per ogni singola linea, corrispondente alla massima portata dei cavi.
- ✓ Geometria in funzione del tipo di posa:
 - passerelle in cunicolo interrato,
 - passerelle in aria,
 - cavi posati a trifoglio con distanza tra ogni terna di 2 volte il diametro esterno del cavo.

In riferimento alle suddette condizioni di posa si ottiene una distanza di prima approssimazione Dpa, intesa come distanza dal baricentro della linea in tutte le direzioni (R' nella figura 1), come indicato in tabella.

Invece della distanza dal baricentro può essere interessante conoscere la distanza dall'asse della linea a livello del suolo (distanza Ro nella figura 2, con h=0), come indicato in tabella seguente.

Formazione [mm ²]	Da	A	Profondità posa [m]	Distanza tra le terne [mm]	Dpa [m]	Distanza da asse linea a livello del suolo [m]	Valore induzione a 1 m dal suolo [μT]
2x3x(1x240)	G1	QMT-A	1,5	2Dest	6,147	6,03	18,02
2x3x(1x240)	G2	QMT-B	1,5	2Dest	6,147	6,03	18,02
2x3x(1x240)	QMT-A	Q1	1,5	2Dest	4,633	4,474	4,798
2x3x(1x240)	QMT-A	Q3	1,5	2Dest	4,633	4,474	4,798

3x(1x240)	QMT-A	TR-A	-	-	1,266	-	-
3x(1x240)	QMT-B	TR-B	-	-	1,266	-	-



Schema e distanze di cavi interrati posati a trifoglio (CEI 106-11)

Figura 1

4.5 Campo magnetico prodotto dai trasformatori mt/bt

Le caratteristiche dei trasformatori ausiliari (TR-A, TR-B) sono di seguito indicate:

Potenza nominale	kVA	2500
Tensione nominale primaria	kV	15
Tensione nominale secondaria	kV	0,4
Gruppo vettoriale		Dyn11
Impedenza di corto circuito (alla potenza e rapporto nominale)	Vcc	6%
Sistema di raffreddamento		AN/AF in resina

Il singolo trasformatore è collegato al relativo quadro di bassa tensione per mezzo di un condotto sbarre isolato in aria da 4000 A, con una distanza tra le fasi di 40 mm.

Per il calcolo viene utilizzata la formula indicata nell'art. 5.2.1 del Decreto 29 Maggio 2008, nella quale inserendo i suddetti valori si ottiene una fascia di rispetto e quindi una Dpa (Distanza di Prima Approssimazione) di 4,790 m, oltre la quale l'induzione è inferiore ai 3 microtesla.

In accordo alle prescrizioni dell'Art. 5.2 del Decreto 29 Maggio 2008 comma 2 lettera b) il valore della Dpa viene arrotondato al mezzo metro superiore, pertanto ne consegue un valore pari a 5 m.

La distanza di prima approssimazione si sviluppa in tutte le direzioni.

5 CAMPI ELETTRICI

Tutti i componenti dell'impianto presentano al loro interno schermature o parti metalliche collegate all'impianto di terra, per cui i campi elettrici risultanti all'esterno sono del tutto trascurabili o nulli.

Tutti gli schermi o le masse metalliche saranno collegati a terra, imponendo il potenziale di terra, ovvero zero, agli stessi, col risultato di schermare completamente i campi elettrici.

Anche nel caso in cui gli effetti mitigatori delle schermature non dovessero essere totali, sicuramente le fasce di rispetto dovute ai campi elettrici saranno ridotte e ricadrebbero all'interno di quelle già calcolate per i campi magnetici.

6 CONCLUSIONI

Dall'analisi dei risultati e per quanto indicato sulla planimetria documento n. R031 1668259PGO V0, si può concludere che i valori di induzione calcolati sono compatibili con i vincoli previsti dalla normativa vigente. Infatti le aree di prima approssimazione individuate non includono in nessun punto luoghi con permanenza abituale di persone superiore a 4 ore, ed essendo contenute all'interno o nei dintorni dell'area di insediamento della nuova centrale non coinvolgono né civili abitazioni, né locali pubblici con permanenza di persone, né luoghi di divertimento o svago.

La sala controllo del nuovo impianto è ubicata al secondo piano dell'edificio esistente (ex cabina CA/B-0) ad una quota superiore ai 6 metri e non sarà interessata dalla distanza di prima approssimazione generata dai trasformatori ausiliari mt/bt, che sono installati al piano terra dello stesso edificio. Pertanto il personale presente nella sala controllo per un periodo superiore alla 4 ore non è sottoposto a campi magnetici superiori al limite di attenzione e tanto meno all'obiettivo di qualità.

7 ALLEGATI

- R031 1668259PGO V0 Planimetria Dpa.