





2					
1					
0	28/02/2025	Gianni Contini	Pier Paolo Battestini	Pasquale Malerba	Emissione - Progetto Definitivo
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)					
INGEGNERIA					
PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA					
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)					
POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO - 2° LOTTO - NUOVO IMPIANTO CADIT					
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)			WBS		CODICE CUP (CUP CODE)
H199H101			R.2160.11.04.00090, T.2160.11.04.00025, T.2160.11.04.00019		
			CODICE DOCUMENTO (CODE)		N° COMMESSA (JOB N.)
			H199H101DS00RE0001		12400705873, 12000367716
			ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)		NOME FILE (FILE NAME)
 <p><b>HERA S.p.A.</b> Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 <a href="http://www.gruppohera.it">www.gruppohera.it</a></p>			 <p><b>HERAtech s.r.l.</b> Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 <a href="http://www.heratech.it">www.heratech.it</a></p>		
			<b>RELAZIONE TECNICA CALCOLO DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE DPA</b>		
			SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)	DI (LAST)
			--	1	9

	<b>RELAZIONE TECNICA CALCOLO DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE DPA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>12400705873, 12000367716</b>	<b>H199H101EX00RE0001</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO - 2° LOTTO - NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## INDICE

<b>1</b>	<b>OGGETTO E SCOPO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAZIONI PRELIMINARI E APPLICABILITÀ .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE IMPIANTISTICA.....</b>	<b>6</b>
4.1	CALCOLO DPA LINEA CAVO ALIMENTAZIONE CABINA 3.....	7
4.2	CALCOLO DPA TRASFORMATORE 1250 KVA SECONDO DM 29/5/08 CABINA DI TRASFORMAZIONE 3 .....	8
4.3	RISULTATI .....	9
<b>5</b>	<b>CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>	<b>9</b>

	<b>RELAZIONE TECNICA CALCOLO DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE DPA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>12400705873, 12000367716</b>	<b>H199H101EX00RE0001</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>9</b>
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO - 2° LOTTO - NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					


## 1 OGGETTO E SCOPO

La presente relazione ha lo scopo di dimensionare le Distanze di Prima Approssimazione relative alla cabina elettrica di nuova realizzazione prevista nel progetto di potenziamento del Depuratore di Ravenna, sito in Via Romea Nord nel comune di Ravenna (RA).

## 2 NORMATIVA RIFERIMENTO

La redazione della presente relazione è stata eseguita in accordo alle seguenti normative:

- - GPG/2013/2212, Giunta regione Emilia-Romagna, “Direttiva per l’attuazione dell’art. 2 della L.R. N. 10/1993 e l’aggiornamento delle disposizioni di cui alle deliberazioni n.1965/1999 e n. 978/2010 in materia di linee ed impianti elettrici fino a 150 mila volts”.
- - Legge 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- - DPCM 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”.
- - DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”.
- - DM 21 marzo 1988, n. 449 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne” e s.m.i.”.
- - CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”.
- - CEI 11-60 “Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100kV”.
- - 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”.
- - CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”.
- - CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da linee elettriche”.

	<b>RELAZIONE TECNICA CALCOLO DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE DPA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>12400705873, 12000367716</b>	<b>H199H101EX00RE0001</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO - 2° LOTTO - NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

### 3 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI E APPLICABILITÀ

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (art. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2), i seguenti limiti di esposizione per la popolazione:

- - Limite di esposizione del campo elettrico (5kV/m) e del campo magnetico (100μT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- - Valore di attenzione (10μT) e l'obiettivo di qualità (3μT) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Alla luce di quanto sopra si ritiene che il valore di 3μT (per il campo di induzione magnetica) e il valore di 5kV/m (per il campo elettrico) debbano essere considerati valori limite per gli elettrodotti in questione.


Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti).

Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μT).

La metodologia riportata nel DM 29/05/08 prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) intesa come distanza dalla linea elettrica o dalle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina oltre la quale si è all'esterno della fascia di rispetto ovvero il campo magnetico dovrebbe presentare valori inferiori ai 3 μT.

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3μT del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), è applicabile nel caso di:

- - realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- - progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

	<b>RELAZIONE TECNICA CALCOLO DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE DPA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873, 12000367716	H199H101EX00RE0001	0	5	9
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO - 2° LOTTO - NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato, 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 (50Hz);
- - 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 - Figura 1);

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e dal MDLP 16 Gennaio 1991.

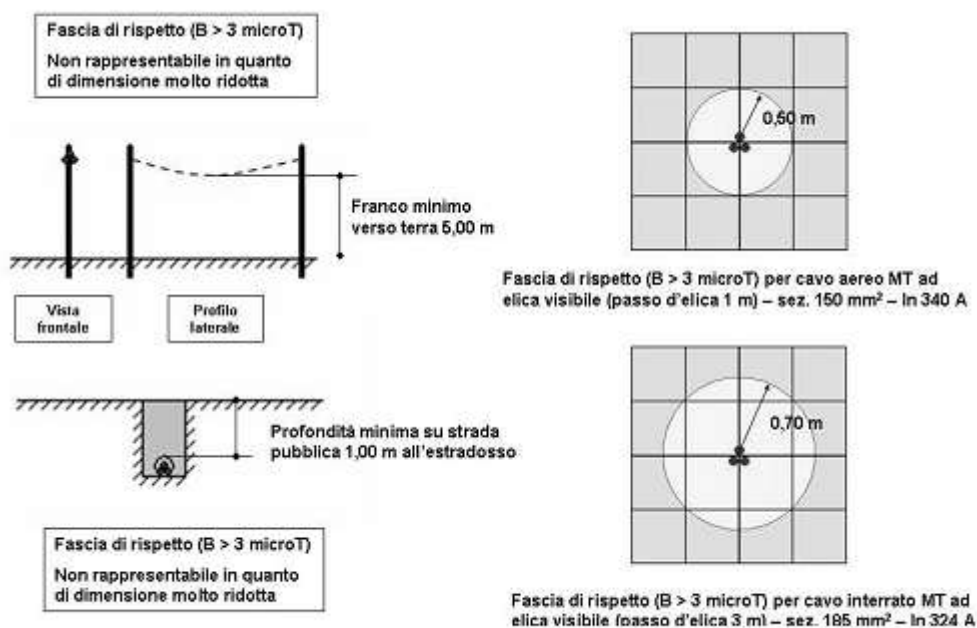



Figura 1 - DPA cavidotto interrato (Fonte ENEL)

La metodologia indicata dal DM 29/05/08 per l'individuazione delle distanze di prima approssimazione si riferisce alla maggior parte dei casi di linee e alle cabine di ultima generazione realizzate secondo gli standard di riferimento nazionali; in particolare, tale metodologia si applica a cabine tipo box (con dimensioni mediamente di 4 x 2.4 m, altezze di 2.4 e 2.7 m e trasformatore da 250-400-630 kVA).

Per tipologie di linee particolarmente complesse o tipologie di cabine differenti, i soggetti tenuti al calcolo delle fasce dovranno valutare se alle tipologie delle cabine in progetto è applicabile la metodologia proposta; in caso contrario dovranno provvedere all'individuazione delle specifiche fasce.

	<b>RELAZIONE TECNICA CALCOLO DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE DPA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>12400705873, 12000367716</b>	<b>H199H101EX00RE0001</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO - 2° LOTTO - NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

## 4 DESCRIZIONE IMPIANTISTICA

L'impianto di depurazione è attualmente alimentato tramite linea trifase di Media Tensione Vn 15 kV alla frequenza di 50 Hz derivato dalla cabina di distribuzione gas e generazione "Bassette" che a sua volta è alimentata dall'ente distributore in Media Tensione (Vn 15 kV - 50 Hz).


Attualmente la potenza massima impegnata dall'impianto di depurazione è di circa 1400 kW, con il potenziamento impiantistico previsto nel progetto in oggetto la potenza necessaria salirà a circa 1900 kW.

Nella configurazione attuale nell'impianto di depurazione la distribuzione elettrica alle utenze è garantita da due cabine di trasformazione MT/BT (15/0,4 kV).

Nella "Cabina 1" sono installati 2 trasformatori in resina Pn 800 kVA ciascuno, con servizio uno in scorta all'altro, mentre la "Cabina 2" è attrezzata con 2 trasformatori isolati in olio Pn 1000 kVA , anche in questo caso il servizio è previsto con un trasformatore in marci ed uno a scorta.

Nel l'intervento di potenziamento, oggetto del presente progetto, è prevista la realizzazione di una terza cabina di trasformazione che sarà dotata di 2 nuovi trasformatori Pn 1250 kVA ed anche in questo caso la configurazione impiantistica prevista è di una macchina in funzione ed una a scorta.

L'alimentazione della nuova Cabina 3 di trasformazione sarà derivata tramite linea MT dedicata dalla Cabina 2.

	<b>RELAZIONE TECNICA CALCOLO DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE DPA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873, 12000367716	H199H101EX00RE0001	0	7	9
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO - 2° LOTTO - NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

#### 4.1 CALCOLO DPA LINEA CAVO ALIMENTAZIONE CABINA 3

Per la determinazione del campo magnetico generato da cavi percorsi da corrente possiamo fare riferimento alla norma CEI 106-12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT" che ci fornisce la seguente formula valida per una terna trifase di conduttori disposti a triangolo e con correnti equilibrate e simmetriche:

$$B(\mu T) = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{I}{D} \cdot \frac{S}{D}$$

dove:

B = induzione magnetica [ $\mu T$ ]

I = portata di corrente che percorre i conduttori [A]

S = distanza fra le fasi [m]

D = distanza tra la terna di conduttori e il punto "P" dove si vuole calcolare il valore di induzione magnetica [m]

Utilizzando la formula inversa avremo che la distanza D per cui  $B=3 \mu T$  sarà:

$$D = \sqrt{\frac{0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot I \cdot S}{3}}$$

In analogia a quanto previsto dal DM 29/05/08 si può considerare la distanza fra le fasi "S" pari al diametro reale dei cavi (conduttore + isolante).

Nel caso specifico la linea di alimentazione considerata è composta da tre corde di rame tipo RGH16H1R12 12-20 KV 1x95 mmq posate a triangolo.


Per il calcolo sono stati considerati i seguenti valori:

I = 100 A portata di corrente che percorre i conduttori (il valore utilizzato è la taratura della soglia 51 della Protezione di linea).

S = 0,023 m inteso come diametro esterno della singola corda che compone la linea di alimentazione

Sostituendo i valori nella formula otteniamo:

$$D = \sqrt{\frac{0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot 250 \cdot 0,023}{3}} = 0,49 \rightarrow 0,8 \text{ (arrotondato per eccesso)}$$

	<b>RELAZIONE TECNICA CALCOLO DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE DPA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	12400705873, 12000367716	H199H101EX00RE0001	0	8	9
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO - 2° LOTTO - NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

#### 4.2 **CALCOLO DPA TRASFORMATORE 1250 KVA SECONDO DM 29/5/08 CABINA DI TRASFORMAZIONE 3**

La normativa vigente non prevede un modello di calcolo semplificato delle Dpa per una configurazione impiantistica di questo tipo.

Il metodo proposto dal DM 29/5/08 non è applicabile alla cabina in oggetto, ma considerato che le fonti principali di campo magnetico sono i cavi percorsi da corrente e supponendo ipoteticamente che lungo il perimetro della cabina transitino tutti i cavi in uscita dal trasformatore MT/BT a bassa tensione e che questi cavi siano percorsi dalla corrente di esercizio del trasformatore stesso, è possibile individuare una distanza dal perimetro oltre la quale è ragionevolmente prevedibile un valore di induzione magnetica inferiore a 3 µT.

In considerazione della premessa al paragrafo precedente, si è proceduto nella valutazione, applicando il metodo semplificato descritto nel DM 29/05/08 per calcolare la D.P.A. del trasformatore da 1250 kVA a servizio delle utenze dell'impianto (Cabina 3).

$$\frac{DPA}{\sqrt{I_n}} = 0.40942 \times \chi^{0,5241}$$

Dove:

*DPA*: Distanza Prima Approssimazione

*I<sub>n</sub>*: Corrente nominale del Trasformatore

*χ*: Diametro dei cavi BT in uscita dal trasformatore

Nel caso specifico sono stati considerati i seguenti valori:


In del trasformatore = 1806 A

Diametro esterno dei cavi BT di collegamento = 0,1 m

Sostituendo i valori numerici all'equazione risulta:

$$DPA = 0.40942 \times 0,1^{0,5241} \times \sqrt{1806} = 5,20m$$



	<b>RELAZIONE TECNICA CALCOLO DISTANZE PRIMA APPROSSIMAZIONE DPA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>12400705873, 12000367716</b>	<b>H199H101EX00RE0001</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>POTENZIAMENTO DEPURATORE RAVENNA 2° STRALCIO: 1° LOTTO - 2° LOTTO - NUOVO IMPIANTO CADITOIE</b>					

#### 4.3 RISULTATI

La distanza di rispetto calcolata, relativamente alla corrente di alimentazione dell'impianto, sulla linea di alimentazione tra Cabina 2 e Cabina 3, risulta di 0,8 mt.

In modo cautelativo considereremo una distanza di rispetto di 1 mt su tutto il perimetro del locale utente nella cabina di consegna, mentre, per quanto riguarda la linea di collegamento cabina 2 – cabina di trasformazione 3, essendo tale linea interrata oltre 1mt non risultano distanze di rispetto da evidenziare.

Per quanto riguarda la cabina di trasformazione 3 di nuova realizzazione nel presente progetto, dove è prevista l'attivazione di un trasformatore MT/ BT 15/0,4 kV Pn 1250 kVA, analizzando il calcolo, si può cautelativamente evidenziare, approssimando per eccesso il risultato dell'equazione una DPA di **5,50** m lungo tutto il perimetro dell'edificio.

## 5 CONSIDERAZIONI FINALI

Dai calcoli effettuati nella presente relazione e dall'esame degli elaborati progettuali sono state valutate le seguenti considerazioni:

- Come evidenziato nei paragrafi precedenti i punti potenzialmente sensibili (fabbricati ad uso civile abitativo e commerciale o aree giochi per bambini), esistenti, sono posti all'esterno del perimetro dell'area dell'impianto.
- Per il funzionamento dell'impianto è previsto un solo trasformatore di potenza nominale Pn 1250 kVA, come descritto dai calcoli della presente relazione, le DPA da considerare per questo trasformatore sono ridotte e rimangono circoscritte in aree dove non è prevista la sosta di persone per più di 4 ore.
- L'impianto sarà completamente automatizzato e telecontrollato in tempo reale a distanza 24 ore su 24 dalla Sala Controllo Fluidi di HERA, non saranno quindi presenti operatori sul posto a presidiare il funzionamento.

In relazione a quanto espresso nella presente relazione e nelle tavole grafiche progettuali di riferimento, si ritiene che non sussistano elementi di inquinamento elettromagnetico per la popolazione relativamente alla cabina in oggetto.