



**Aspetti tecnici e autorizzativi per l'installazione di cabine  
secondarie MT/bt nel rispetto dei limiti normativi di  
esposizione a campi elettromagnetici**

**Metodologia di valutazione semplificata  
della fascia di rispetto (Dpa)**

Stefano Cheli, Federica Fratini, Mauro Salvadori

# Agenda

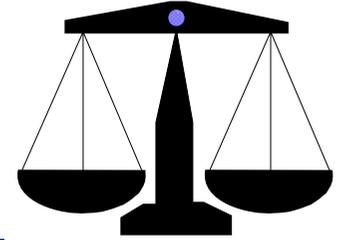
## Inquadramento normativo

Ambito di applicazione del DM 29.05.08

Calcolo della fascia di rispetto (Dpa)

Linea guida Enel Distribuzione sul calcolo della Dpa

Casi studio

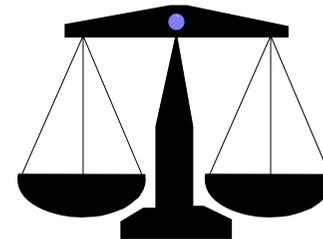


## Inquadramento normativo

### **DM 29 maggio 2008**, GU 156 del 05-07-08 - Allegato “Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”

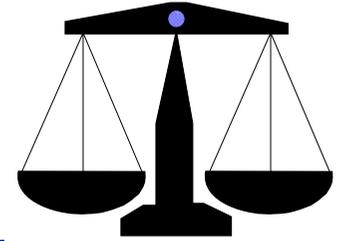
#### Attuazione:

- Legge 36/01 (GU 55 del 07-03-01), art. 4, c. 1, lettera h) tra le funzioni dello Stato è prevista la determinazione dei parametri per le di fasce di rispetto per gli elettrodotti;
- DPCM 8 luglio 2003 (GU 200 del 29-08-03), art. 6, c. 2 il MATTM approva la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita dall'APAT (attuale ISPRA), sentite le ARPA.



## Inquadramento normativo

- **DPCM 8 luglio 2003**, in attuazione legge 36/01 (art. 4, c. 2 lett. a), fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici a 50 Hz, generati da linee e cabine elettriche, fissa:
- Limiti di esposizione del campo elettrico 5 kV/m e magnetico 100  $\mu$ T valori che, a tutela da effetti acuti, non devono essere superati (art. 3 c. 1);
- Valore di attenzione 10  $\mu$ T (mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio) come cautela da possibili effetti a lungo termine, nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere (art. 3, c. 2);
- Obiettivo di qualità 3  $\mu$ T (mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio) da applicare, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici, nella progettazione di nuove linee e cabine elettriche nei pressi dei luoghi tutelati di cui sopra o nella progettazione di detti luoghi in prossimità di linee ed installazioni elettriche esistenti (art. 4).



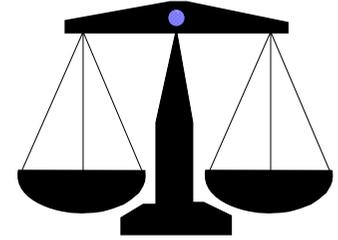
## Inquadramento normativo

**DM 29 maggio 2008**, GU 153 del 02-07-08 - Allegato

“Procedura di misura e di valutazione del valore di induzione magnetica ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell’obiettivo di qualità ...”

Attuazione:

- Legge 36/01 (GU 55 del 07-03-01), art. 4, c. 2, lettera a) prevede un DPCM che fra le altre cose definisca le tecniche di misura e rilevamento dei campi elettromagnetici;
- DPCM 8 luglio 2003 (GU 200 del 29-08-03), art. 5, c. 2 il MATTM approva la procedura di misura e valutazione definita dal sistema agenziale APAT-ARPA.



# Inquadramento normativo

## Procedura di misura

- Il DPCM 8 luglio 2003 prescrive l'adozione della norma a CEI 211-6 (Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz-10 Hz, con riferimento all'esposizione umana).
- Nel caso di campo magnetico uniforme (ad es. linee elettriche aeree) sufficienti rilievi a 100÷150 cm dal piano di calpestio.
- Raccomandata distanza min. di 10 cm tra sensore e qualsiasi superficie.
- Misure dirette per almeno 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio.
- Periodo dell'anno in cui effettuare le misure valutato in relazione alle informazioni storiche disponibili sull'andamento dei carichi, se non disponibili e la mediana misurata >50% del valore limite, vanno condotte misure in diversi periodi dell'anno.
- Viene introdotta, in determinate condizioni, la valutazione indiretta dell'induzione magnetica estrapolando il valore a partire dalle misure eseguite e dai valori di corrente storici.

# Agenda

- ❑ Inquadramento normativo
- ❑ **Ambito di applicazione del DM 29.05.08**
- ❑ Calcolo della fascia di rispetto (Dpa)
- ❑ Linea guida Enel Distribuzione sul calcolo della Dpa
- ❑ Casi studio

# Ambito di applicazione del DM 29.05.08

## Metodologia fasce di rispetto

La metodologia fornisce le procedure per la determinazione delle fasce di rispetto delle **linee elettriche, esistenti ed in progetto.**

Sono escluse dalla metodologia:

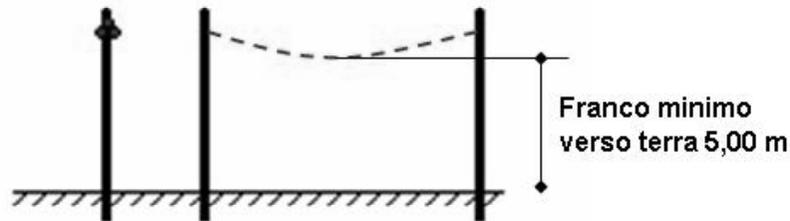
1. Linee esercite a frequenza diversa da 50 Hz (alimentazione mezzi di trasporto);
2. Linee definite di classe zero secondo DM 499/88 (telecomunicazioni);
3. Linee definite di prima classe secondo DM 499/88 (bt);
4. Linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree).



# Ambito di applicazione del DM 29.05.08 (Dpa)

## 4. Linee MT in cavo ad elica

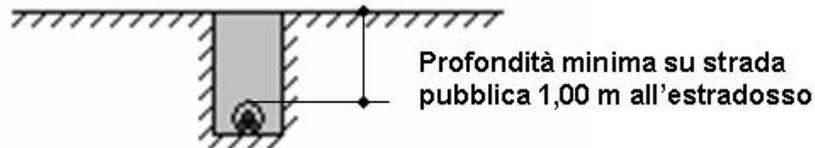
Fascia di rispetto (B > 3 microT)  
Non rappresentabile in quanto di dimensione molto ridotta



Vista frontale

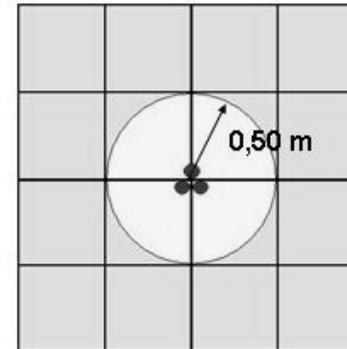
Profilo laterale

Franco minimo verso terra 5,00 m

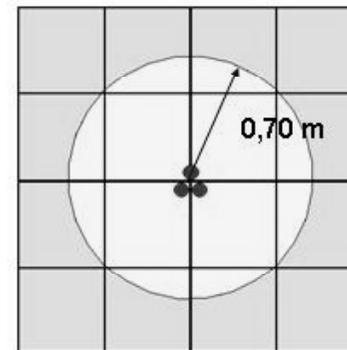


Profondità minima su strada pubblica 1,00 m all'estradosso

Fascia di rispetto (B > 3 microT)  
Non rappresentabile in quanto di dimensione molto ridotta



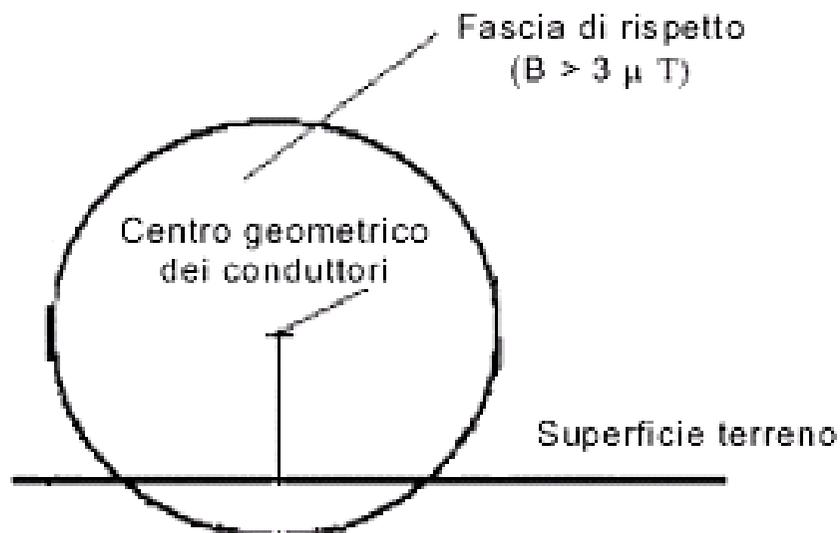
Fascia di rispetto (B > 3 microT) per cavo aereo MT ad elica visibile (passo d'elica 1 m) – sez. 150 mm<sup>2</sup> – In 340 A



Fascia di rispetto (B > 3 microT) per cavo interrato MT ad elica visibile (passo d'elica 3 m) – sez. 185 mm<sup>2</sup> – In 324 A

# Fascia di rispetto

Spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti con induzione magnetica  $\geq$  all'obiettivo di qualità ( $3 \mu\text{T}$ ), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

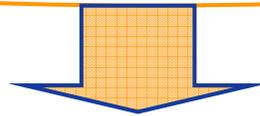


*All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h) giornaliera*

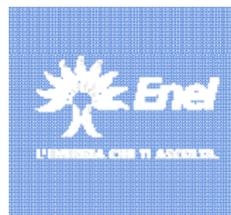
# Parametri di calcolo della Fascia di rispetto

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- ✓ **obiettivo di qualità ( $B = 3 \mu T$ );**
- ✓ **portata in corrente in servizio normale**  
dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale  
in cui essa è più elevata



- per le linee con tensione  $>100$  kV, è definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6, c.1);
- per gli elettrodotti aerei con tensione  $<100$  kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;
- per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17.

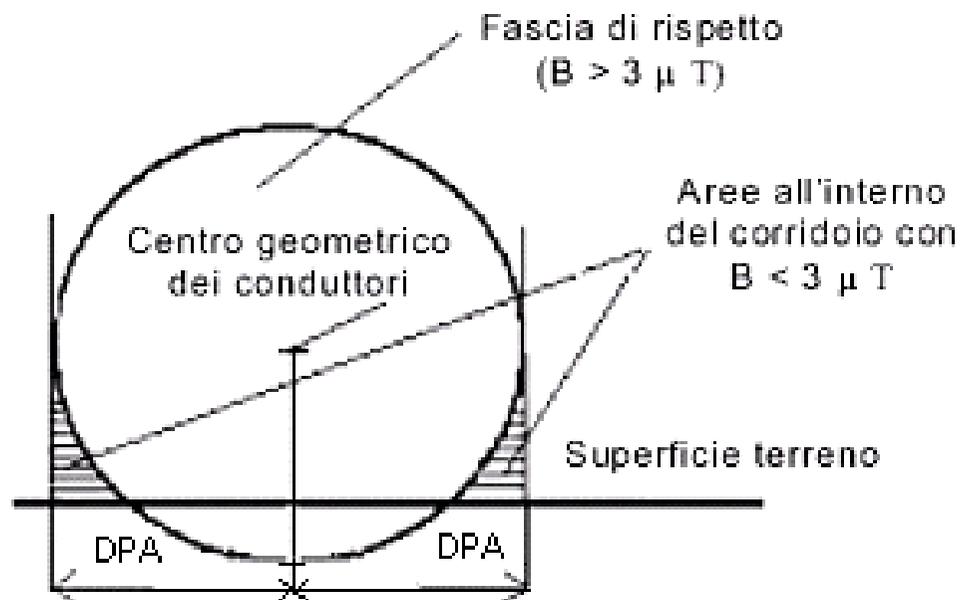


# Distanza di prima approssimazione (Dpa)

Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di Dpa si trovi all'esterno della fascia di rispetto.

**Per le linee** è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (*rappresenta una semi-fascia*).

**Per le cabine** è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti (tetto e pavimento compresi).



*All'interno della Dpa sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica  $< 3 \mu T$ .*

# Definizioni

- **Elettrodotto:** insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione,
- **Linea:** collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione.
- **Tronco:** collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti).
- **Tratta:** porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN.
- **Impianto:** officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie e Cabine utente).



# Agenda

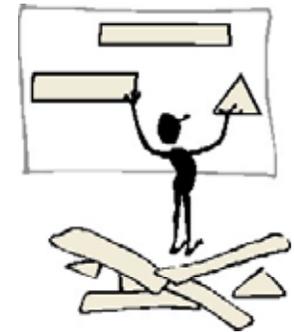
- Inquadramento normativo
- Ambito di applicazione del DM 29.05.08
- Calcolo della fascia di rispetto (Dpa)**
- Linea guida Enel Distribuzione sul calcolo della Dpa
- Casi studio

# Modelli di calcolo

Il DPCM 8 luglio 2003 prevede che il proprietario/gestore comunichi alle autorità competenti **l'ampiezza delle fasce di rispetto e i dati utilizzati per il loro calcolo**, che va eseguito secondo:

1. modelli bidimensionali, se risultano rispettate le condizioni previste dal § 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I; valido per conduttori orizzontali paralleli;
2. modelli tridimensionali.

**La fascia di rispetto deve essere fornita con un'approssimazione  $\leq 1$  m**



Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stata introdotta una procedura semplificata, che permette il calcolo della Dpa (Distanza di prima approssimazione)

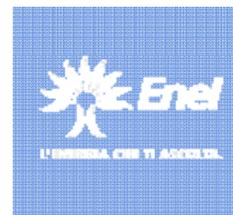
Nel caso di incroci di linee di proprietari/gestori diversi, questi devono eseguire il calcolo con approccio congiunto.

# Procedimento semplificato: calcolo della Dpa

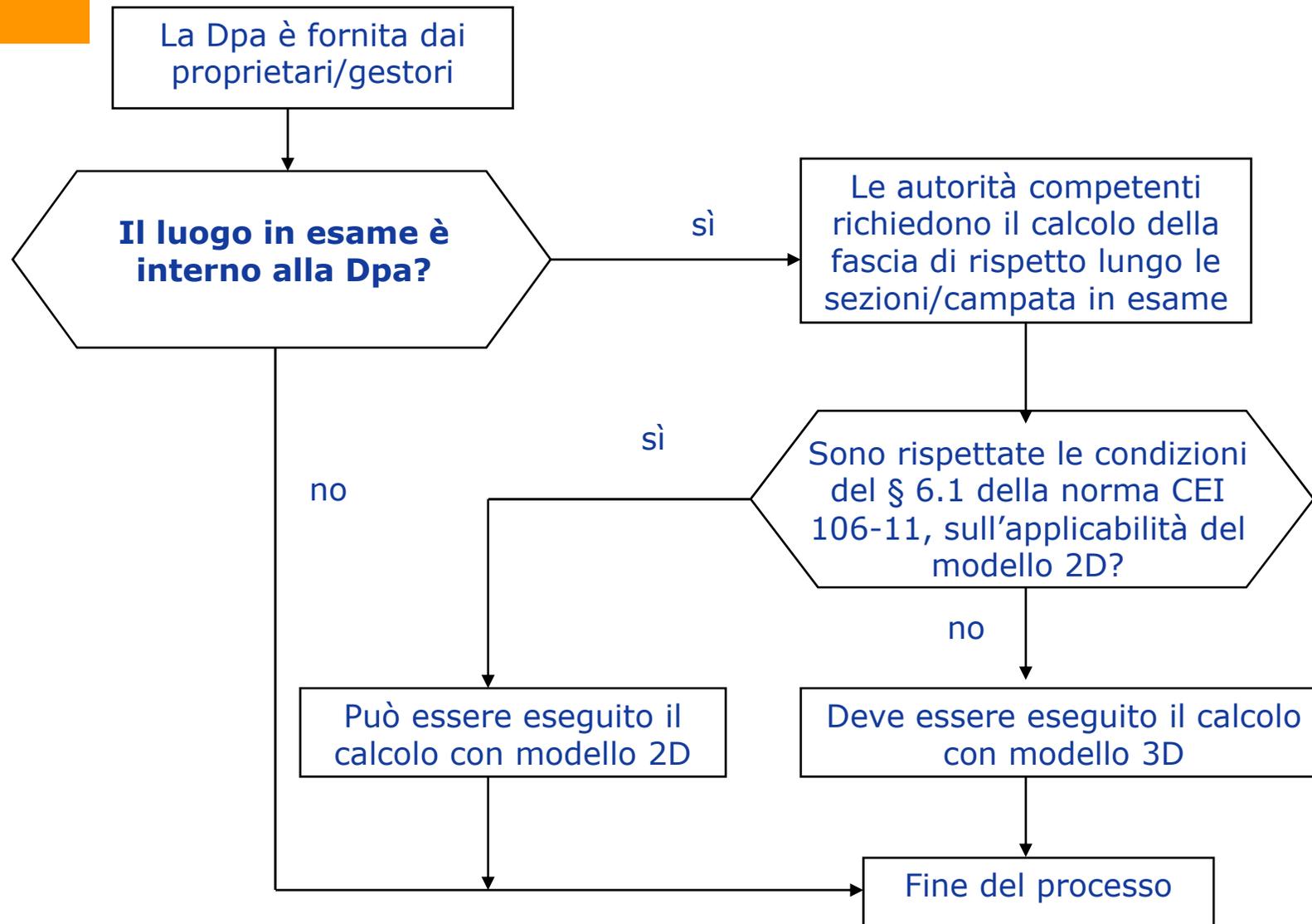
1. Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale.
2. Proiettare al suolo verticalmente tale fascia.
3. Comunicare l'estensione rispetto alla proiezione al centro linea: tale distanza (Dpa) sarà adottata in modo costante lungo tutto il tronco come prima approssimazione cautelativa delle fasce (approssimazione  $\leq 1$  m).
4. In caso di parallelismi per **alcune campate**, lungo tali tratti dovrà essere calcolata la Dpa complessiva.

*L'approssimazione è relativa a un tronco di linea, ma può essere estesa anche alla tratta o campata.*

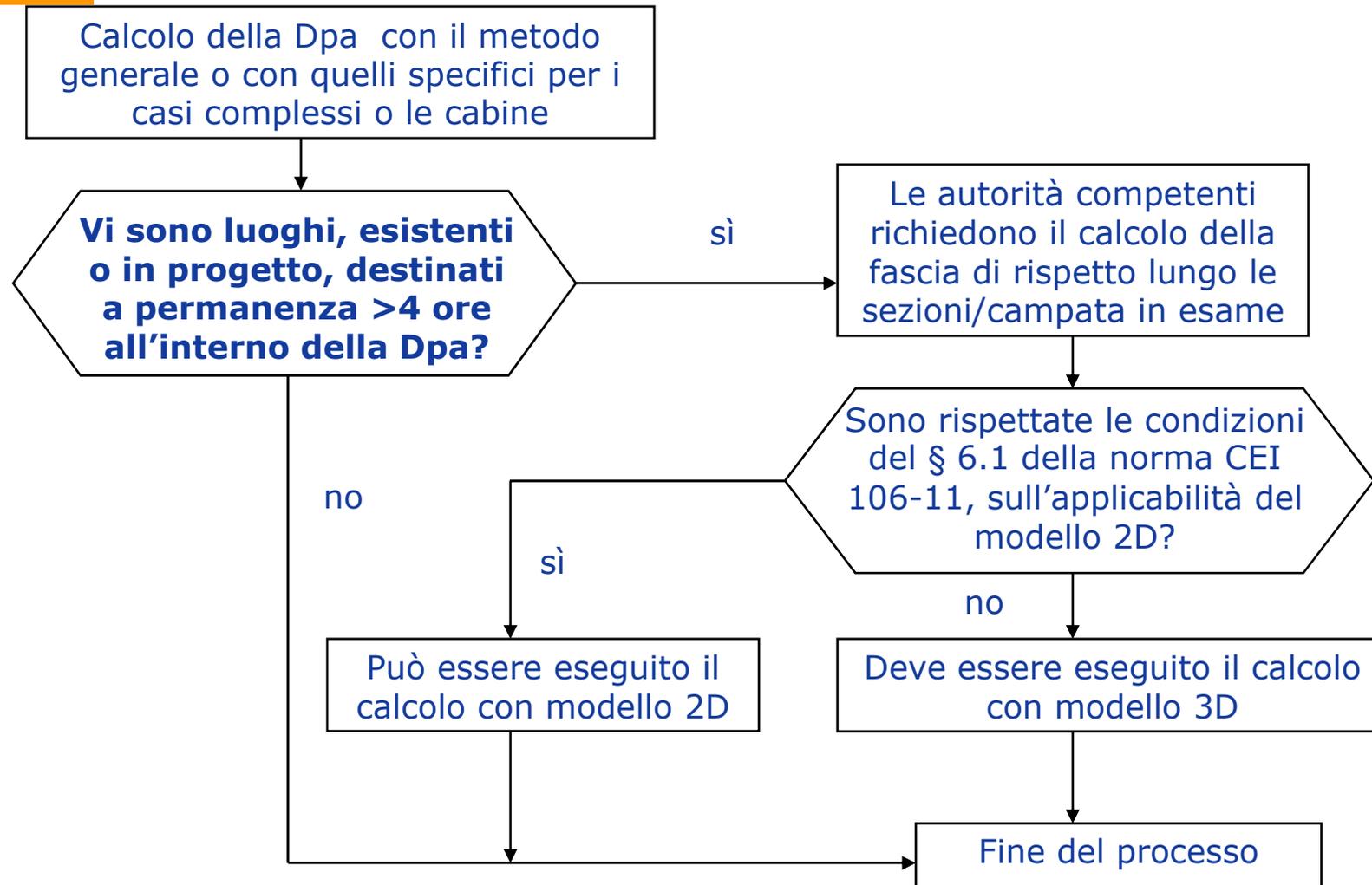
**Nei casi complessi (parallelismi tra due linee o incroci o cambi di direzione) si applicano procedimenti semplificati che permettono di individuare AREE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (Apa), di valenza analoga alla Dpa.**



# Progettazione nuovo edificio



# Progettazione nuovo elettrodotto



# Modelli di calcolo nei casi complessi

I casi complessi, per i quali non è sufficiente fornire la Dpa, sono:

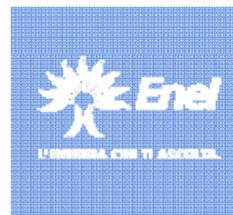
1. parallelismi AT;
2. cambi di direzione;
3. incroci AT/AT, AT/MT e MT/MT.

In detti casi il gestore deve fornire la fascia di rispetto calcolata con:

**1. Metodo semplificato** (Area di prima approssimazione, determinata sulla base di specifici incrementi parametrizzati):

- per una prima verifica da parte dei Comuni in sede di autorizzazione all'edificazione di nuovi edifici;
- in sede di progettazione di un nuovo elettrodotto.

**2. Modello 3D** (reale fascia di rispetto): in caso di edifici in progettazione interni all'area di prima approssimazione.



# Cabine elettriche

**Primarie:** generalmente la Dpa rientra all'interno dei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.

**Secondarie:** nel caso di cabine di tipo box, la Dpa, (distanza da ciascuna parete esterna), 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 ( $x$ ).

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

La Dpa va arrotondata al mezzo metro superiore.

# Cabine MT/BT: Tabella Dpa

Diametro dei cavi (m)	Tipologia trasformatore (kVA)	Corrente (A)	Dpa (m)
fino a 0.012	250	361	1
	400	578	1
	630	909	1.5
da 0.013 a 0.017	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
da 0.018 a 0.019	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	2
da 0.020 a 0.027	250	361	1.5
	400	578	1.5
	630	909	2
da 0.028 a 0.031	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2
da 0.032 a 0.043	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5

## Dati richiesti per il calcolo della Dpa

Come previsto dal DPCM 8 luglio 2003 (art. 6, c. 1) i proprietari/gestori provvedono a comunicare, oltre all'ampiezza delle fasce di rispetto, i dati per il calcolo delle stesse, ai fini delle verifiche delle ARPA competenti.

<b>Linee elettriche</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Denominazione/informazioni per l'identificazione del tronco o campata;</li><li>2. tensione nominale;</li><li>3. massima portata in corrente in servizio normale sull'intero tronco o tratta;</li><li>4. configurazione geometrica dei conduttori più conservativa presente lungo l'intero tronco.</li></ol>
<b>Cabine elettriche</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Corrente nominale del trasformatore (A);</li><li>2. diametro dei cavi di bassa tensione in uscita dal trasformatore.</li></ol>

# Agenda

- ❑ Inquadramento normativo
- ❑ Ambito di applicazione del DM 29.05.08
- ❑ Calcolo della fascia di rispetto (Dpa)
- ❑ Linea guida Enel Distribuzione sul calcolo della Dpa**
- ❑ Casi studio

# Linea guida sulla metodologia di calcolo della Dpa

Enel Distribuzione pubblicherà ([www.enel.it](http://www.enel.it)) la linea guida

## “Campi magnetici da correnti a 50 Hz - Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”

finalizzata ad agevolare/semplificare:

- l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti in prossimità di edifici esistenti;
- le attività di gestione del territorio relative alla progettazione di nuovi luoghi tutelati\* in prossimità di elettrodotti esistenti e alla redazione dei piani di gestione territoriale, da parte delle amministrazioni locali.

\* Luoghi tutelati: aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

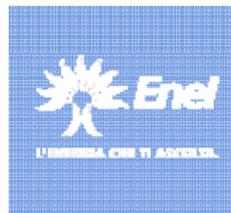
# Linea guida sulla metodologia di calcolo della Dpa



Linea guida per l'applicazione del D.M. 29.05 08

**“METODOLOGIA DI CALCOLO PER LA DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO DEGLI ELETTRODOTTI”**

**Campi magnetici da correnti a 50 Hz  
Distanza di Prima Approssimazione (DPA)  
da linee e cabine elettriche**



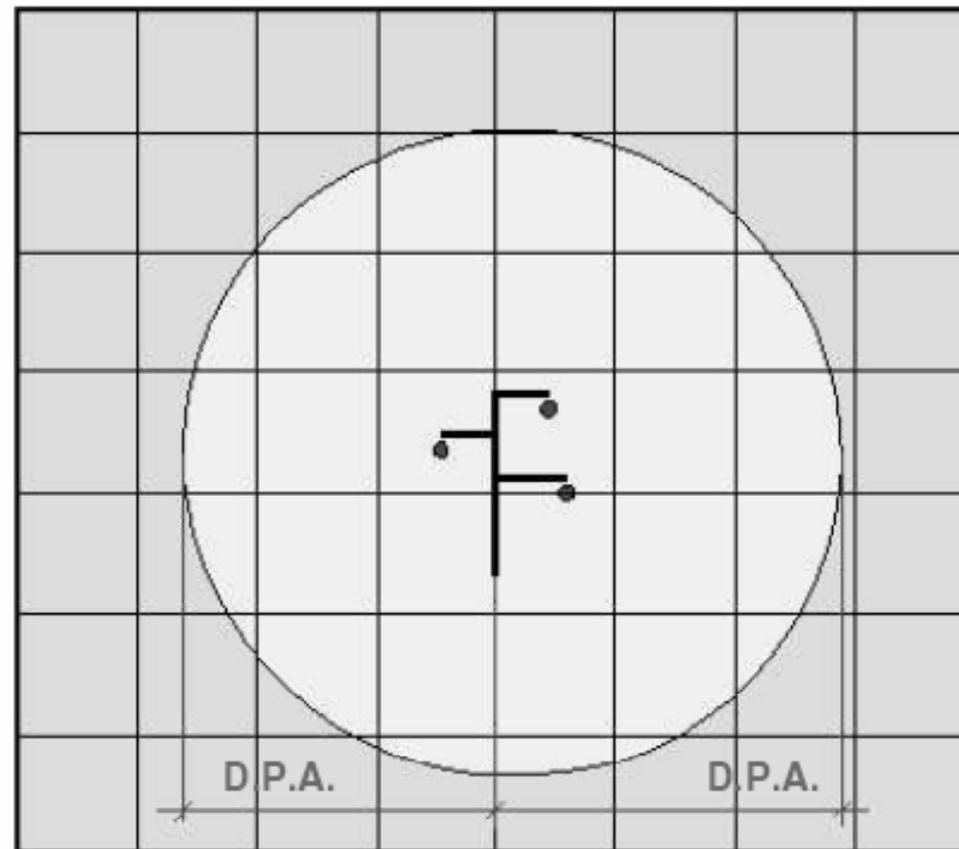
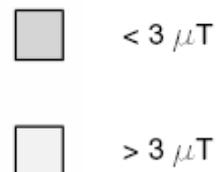
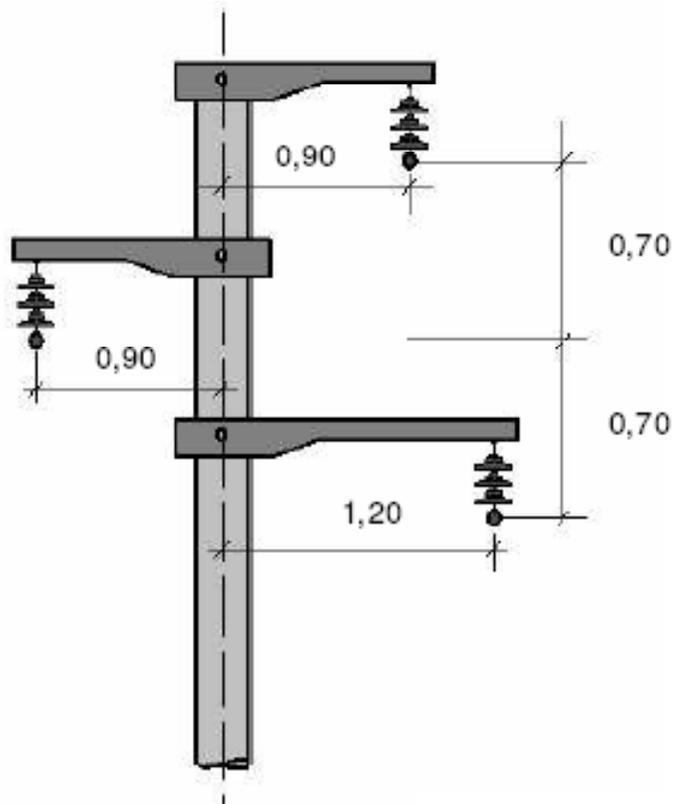
# Linea guida sulla metodologia di calcolo della Dpa

Le Dpa, di cui agli allegati A e B della Linea guida, sono state simulate con il software "EMF Tools v. 3.0" elaborato dal CESI, che raccoglie, in unica piattaforma diversi moduli di calcolo dei campi elettrici e magnetici, associabili a varie tipologie di elettrodotti (EMF v. 4.06, CEMCabine v. 1.0, Fasce v. 1.0, ecc).

La modellizzazione delle sorgenti fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed è bidimensionale per le linee elettriche e tridimensionale per le cabine elettriche.

# Linea guida sulla metodologia di calcolo della Dpa

## ALLEGATO B: Semplice Terna con isolatori sospesi – 15/20kV



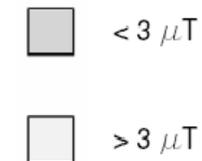
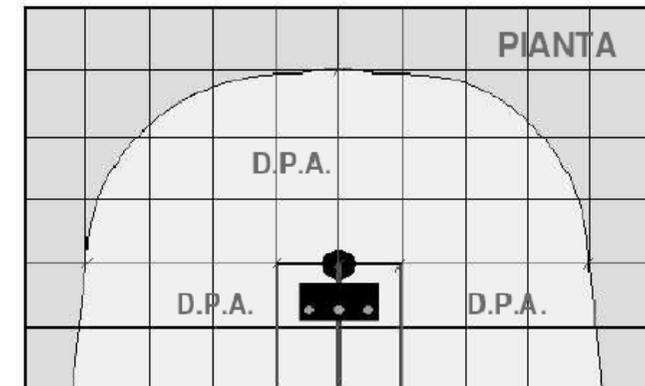
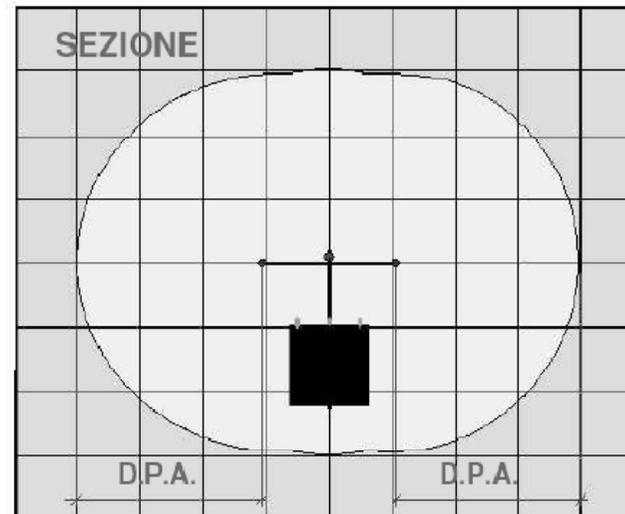
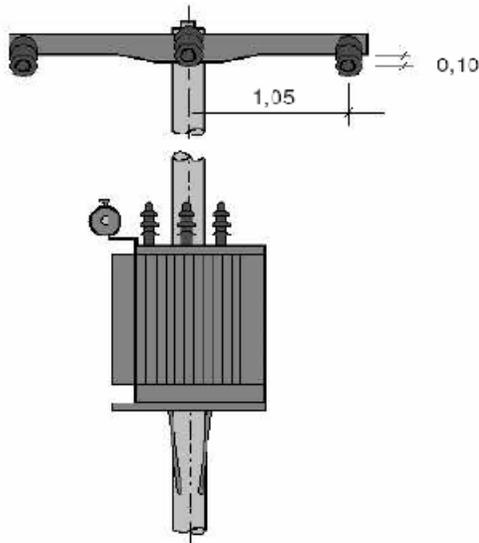
# Linea guida sulla metodologia di calcolo della Dpa

## ALLEGATO B: Semplice Terna con isolatori sospesi – 15/20kV

CONDUTTORI					
MATERIALE	DIAMETRO	SEZIONE	I MAX ESERCIZIO NORMALE	DPA	RIF.TO
Rame	7,56 mm	35 mm <sup>2</sup>	190 A	6 metri	B3a
Alluminio	8,80 mm	60 mm <sup>2</sup>	210 A	7 metri	B3b
Alluminio/Acciaio	15,85 mm	150 mm <sup>2</sup>	350 A	8 metri	B3c

# Linea guida sulla metodologia di calcolo della Dpa

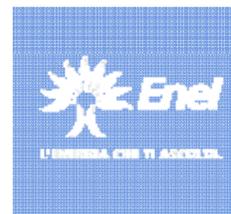
## ALLEGATO B: PTP – Alimentazione da linea in conduttori nudi- 15/20 kV



CONDUTTORI				
MATERIALE	DIAMETRO	SEZIONE	I MAX ESERCIZIO NORMALE	DPA
/	/	/	Massima corrente BT: 231 A	< distanze parti attive previste D.M. 449/1988*

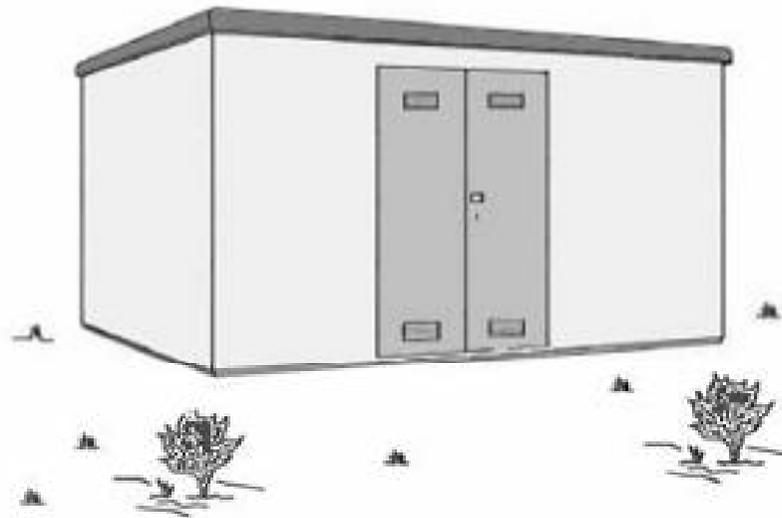
POTENZA MASSIMA INSTALLABILE DEL TRASFORMATORE 160 KVA

\*  $3 \text{ m} + 0,01 \text{ m/KV}$  – Ad esempio per MT 15 KV DPA = 3,15 m



# Linea guida sulla metodologia di calcolo della Dpa

## Esempio di calcolo Dpa CS tipo Box alimentata in cavo interrato

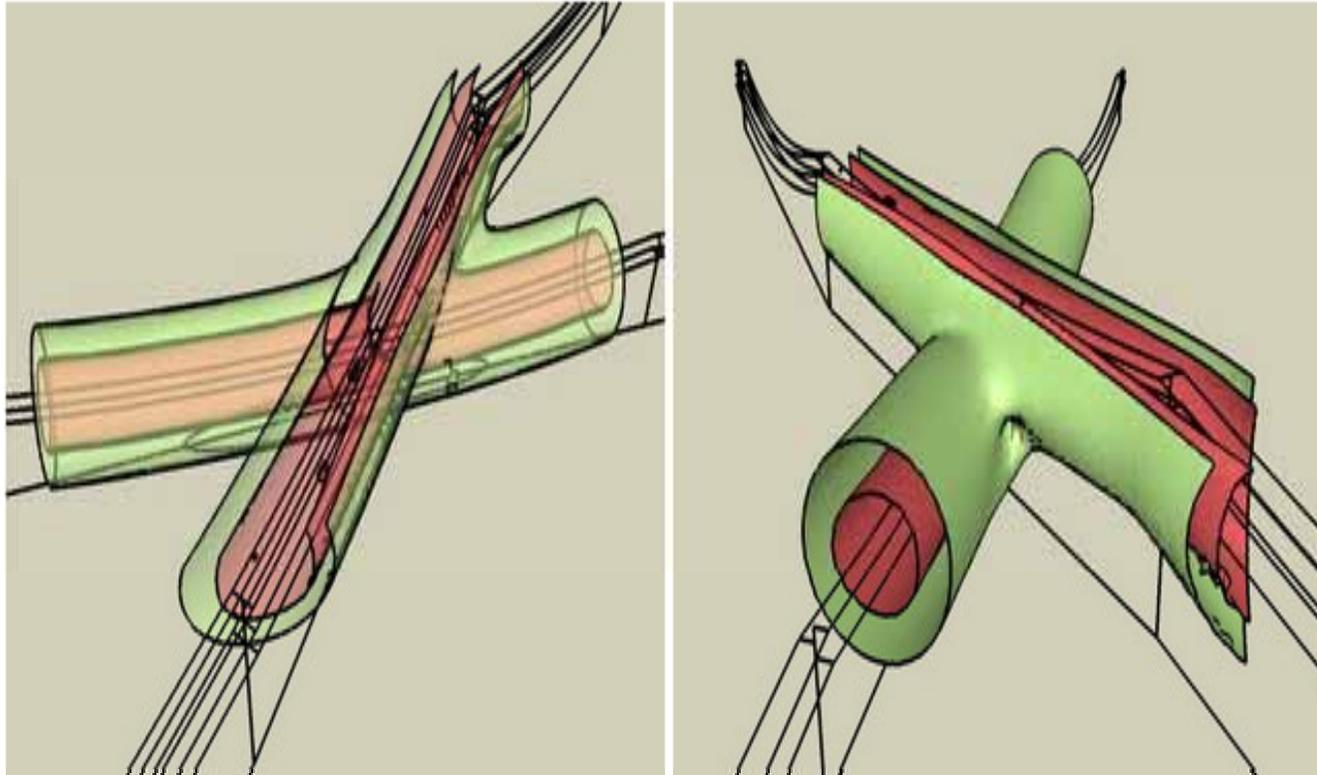


DIAMETRO DEI CAVI (m)	TIPOLOGIA TRASFORMATORE (KVA)	CORRENTE (A)	DPA (m) filo parete esterna	RIF.TO
Da 0,020 a 0,027	250	361	1,5	B10a
	400	578	1,5	B10b
	630	909	2,0	B10c

# Agenda

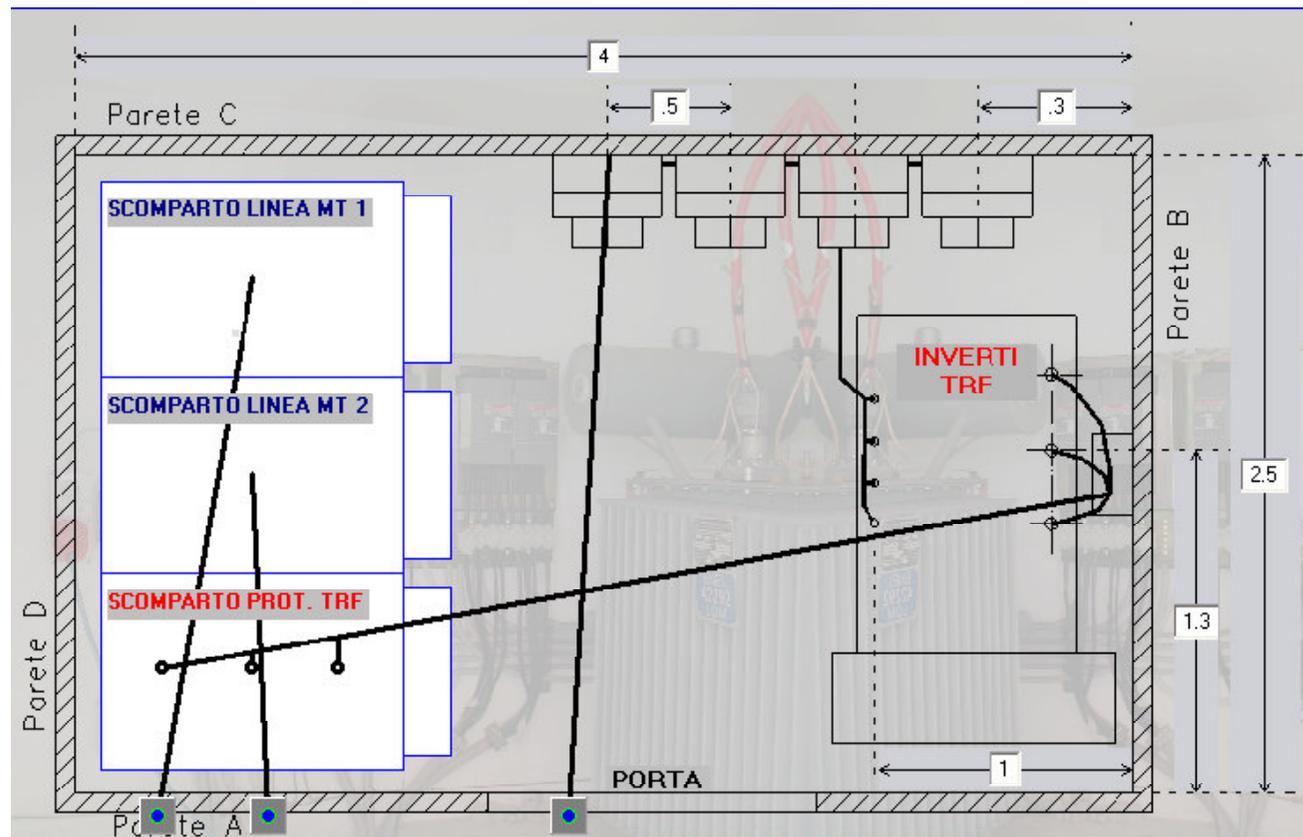
- ❑ Inquadramento normativo
- ❑ Ambito di applicazione del DM 29.05.08
- ❑ Calcolo della fascia di rispetto (Dpa)
- ❑ Linea guida Enel Distribuzione sul calcolo della Dpa
- ❑ **Casi studio**

# Risultato del calcolo 3D in un caso complesso



# Esempio lay out di cabina secondaria di tipo "Box"

Software di calcolo 3D "CEM Cabine"



# Curve 3 $\mu\text{T}$ calcolate a diverse altezze dal pavimento Cabina secondaria con 2 TR da 630 kVA

