

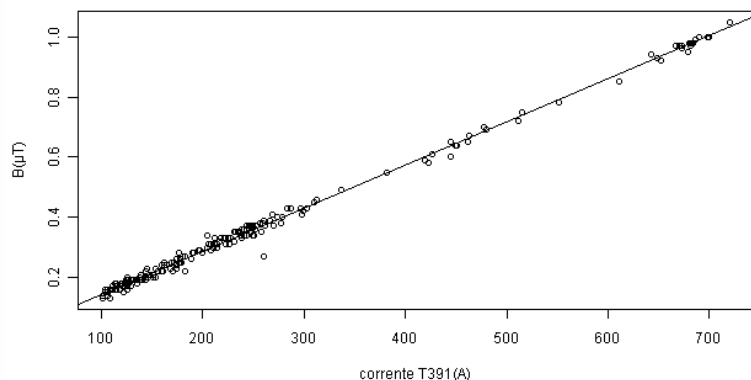


Stima del rischio di superamento del valore di attenzione a partire da misure spot di campo magnetico generato da elettrodotti ad alta tensione

Sara Adda, Enrica Caputo, Laura Anglesio, Giovanni d'Amore
Arpa Piemonte - Dipartimento Tematico Radiazioni

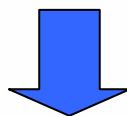


DM 29/05/2008: metodo per la valutazione indiretta, tramite estrapolazione, dell'induzione magnetica in condizioni di massimo carico delle linee (effettuazione di misure prolungate, per lavorare su almeno 100 coppie campo-corrente).



Le misure spot rappresentano quindi una mera fotografia di una situazione di durata limitata nel tempo, e non sono adeguate a dare informazioni circa il rispetto dei limiti sul lungo periodo.

Una campagna di misure spot costituisce però il primo strumento di monitoraggio e controllo del territorio da parte delle Agenzie (per l'ampio numero di punti monitorabili e per la più semplice accessibilità ai punti stessi)



Fornire un criterio di determinazione del rischio di superamento del valore di attenzione, sulla base di misure spot, in modo da definire quando sia necessario procedere ad una misura prolungata e quando invece sia sufficiente fermarsi alla misura spot stessa.

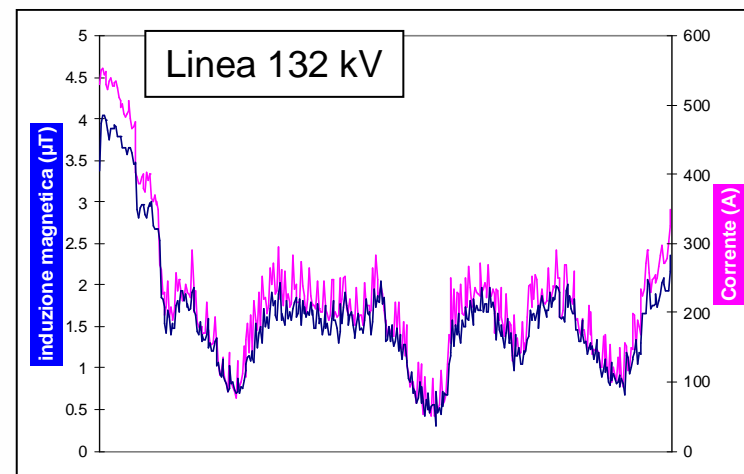
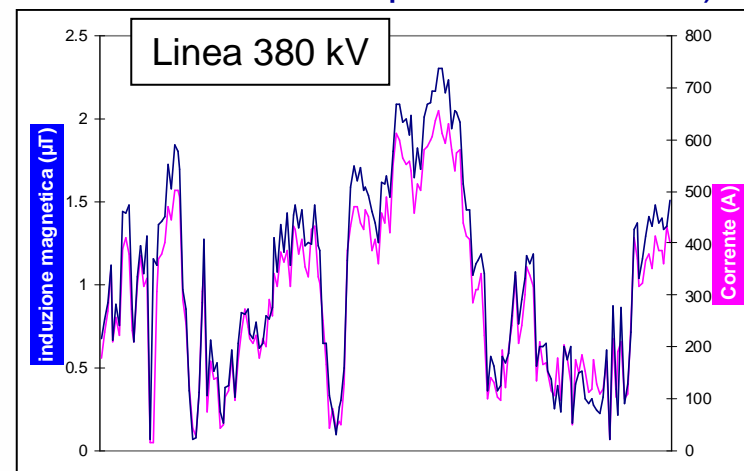
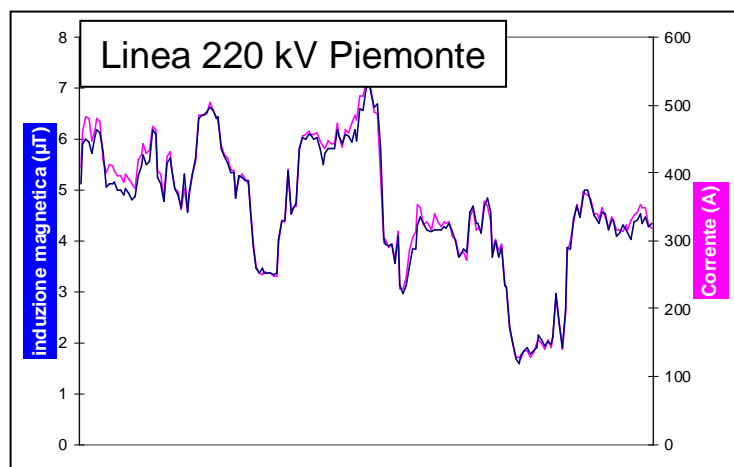
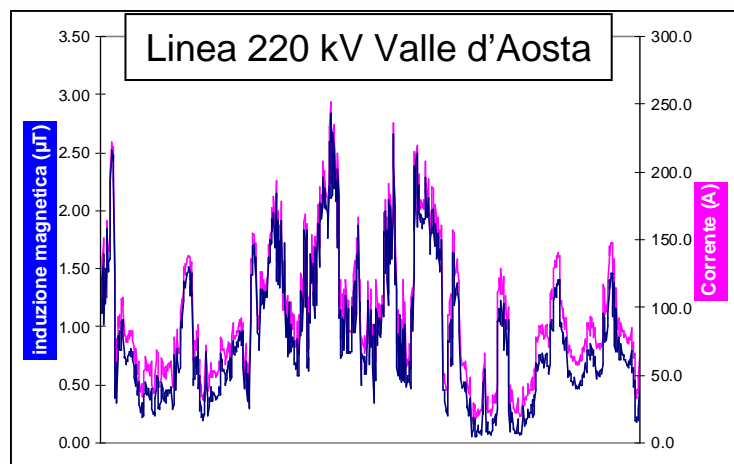


Metodo utilizzato: analisi statistica su serie di dati campo-corrente relativi a misure prolungate nel tempo, che ha confrontato il dato di massima mediana su 24h annua ricavato con la metodologia del DM 29/05/2008 con quello ricavato da un'estrapolazione tout-court dalla misura spot.

Finalità: determinare fino a quale valore di campo massimo ricavato dalla misura spot si può essere certi che il valore reale di massima mediana su 24h resti al di sotto di una certa soglia, scelta in modo da garantire il rispetto del valore di attenzione.



- 25 campagne di misura per periodi superiori a 24 ore (con correlazione campo-corrente >0.9)
- 12 linee a 220kV, 10 linee a 380kV, 3 linee a 132 kV
- 9000 coppie campo-corrente.



5 serie di dati corrispondono a misure effettuate da Arpa Valle d'Aosta su linee a 220kV di questa regione, mentre le restanti sono dati di misura su linee in Piemonte.



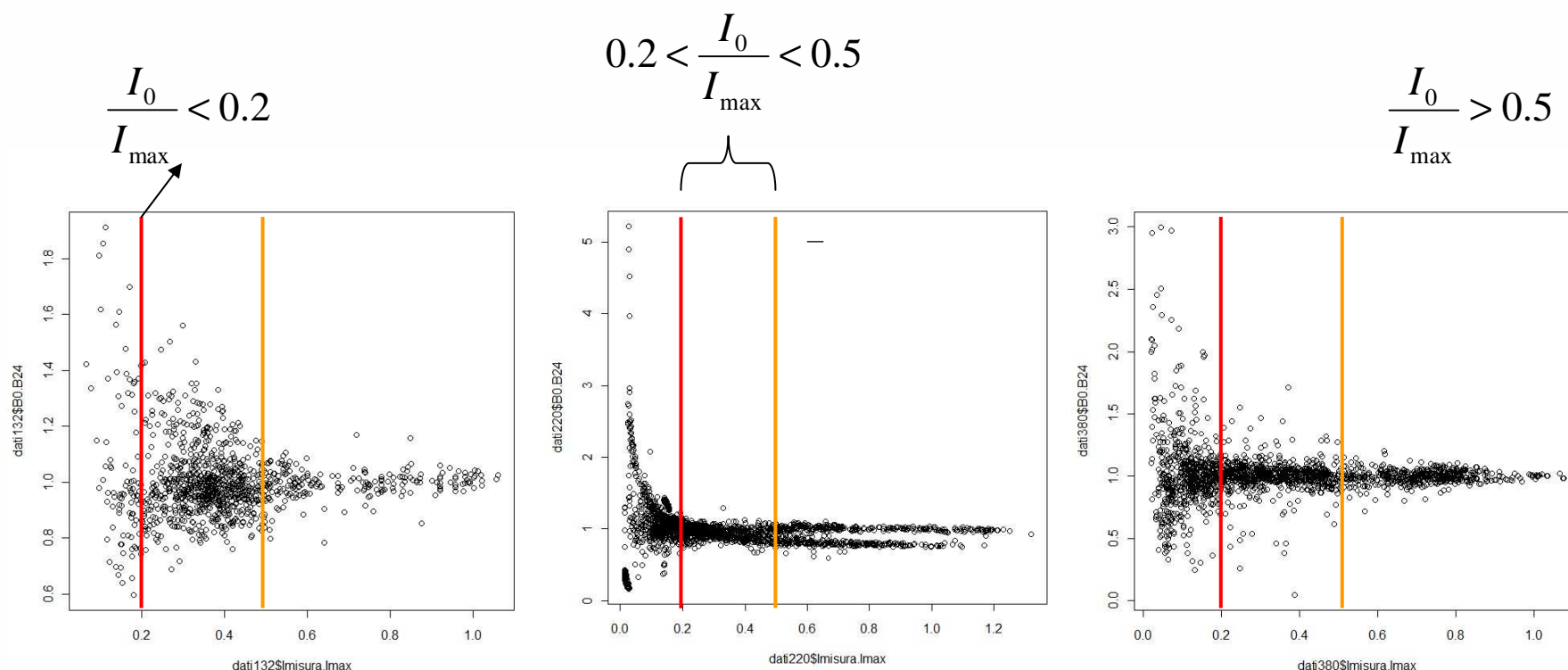
Calcolati i valori di induzione magnetica estrapolati alla massima mediana annua, ricavati con il metodo definito dal DPCM 29/05/2008 (B_{prolung}), e ricavati con una estrapolazione dal dato spot (B_0), per ciascuno dei dati istantanei che compongono la serie.

$$B_0 = B_{\text{spot}} \cdot \frac{I_{\text{max mediana 24h}}}{I_{\text{spot}}}$$

La grandezza sulla quale sono state effettuate le analisi è quindi stata il rapporto B_0/B_{prolung} (indice di bontà dell'estrapolazione).



Nell'analizzare questi rapporti per categoria di tensione della linea, si è verificato che la loro distribuzione dipende dal rapporto tra la corrente al momento della misura e il valore massimo della corrente mediana su 24 ore per quella linea nell'anno considerato





Studio delle distribuzioni dei valori di B_0/B_{prolung} nei 3 range di corrente (normalizzata al max) individuati



Stima dei parametri statistici che definiscono l'intervallo di possibili valori di B_0/B_{prolung}



Validazione degli intervalli definiti tramite confronto con altri dataset di misura



A partire dal limite inferiore degli intervalli di valori di B_0/B_{prolung} , calcolo del valore di B_0 che garantisce che B_{prolung} sia inferiore a $8\mu\text{T}$ (valore di attenzione – 20%, per tenere conto di ulteriori eventuali incertezze nella misura)

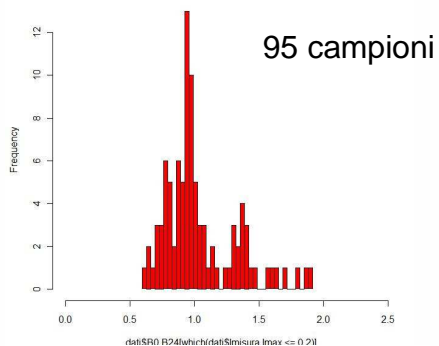
Misure per le quali l'extrapolazione da dato spot $< B_{0 \text{ limite}}$ = rischio non significativo di superamento del valore di attenzione

Misure per le quali l'extrapolazione da dato spot $> B_{0 \text{ limite}}$ = necessità misure prolungate

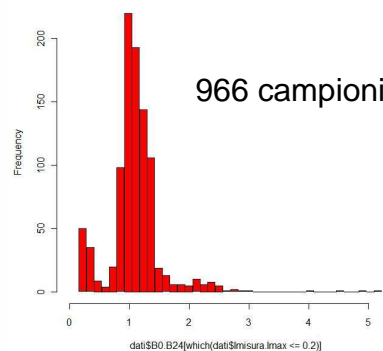


<0.2

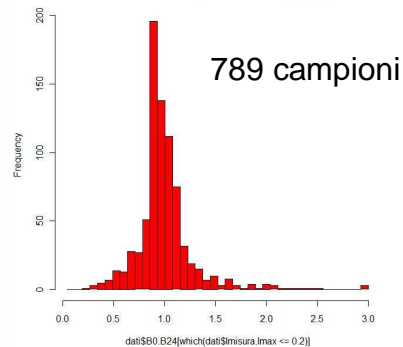
distribuzione rapporti B0/Bprolung (<0.2)



distribuzione rapporti B0/Bprolung (<0.2)

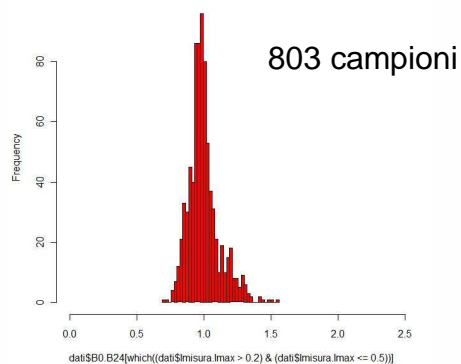


distribuzione rapporti B0/Bprolung (<0.2)

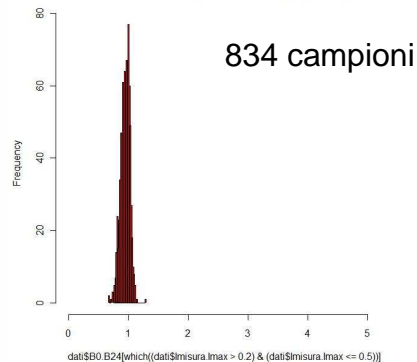


0.2 – 0.5

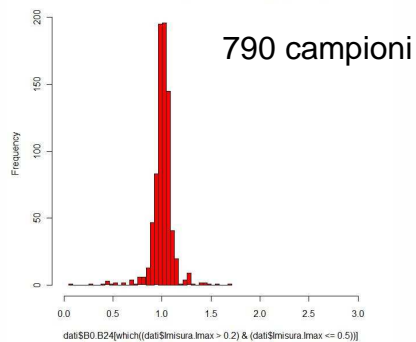
distribuzione rapporti B0/Bprolung (0.2 - 0.5)



distribuzione rapporti B0/Bprolung (0.2 - 0.5)

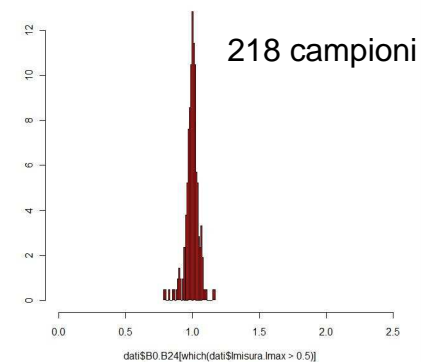


distribuzione rapporti B0/Bprolung (0.2 - 0.5)

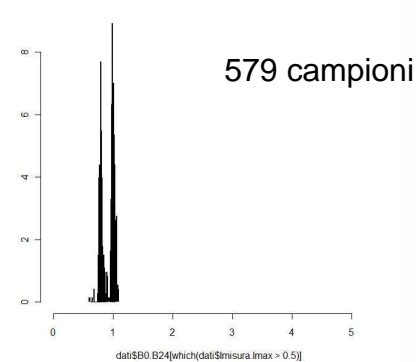


>0.5

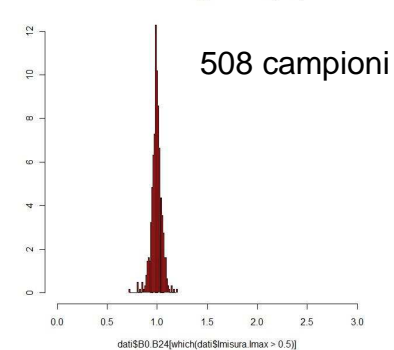
distribuzione rapporti B0/B24 (>0.5)



distribuzione rapporti B0/B24 (>0.5)



distribuzione rapporti B0/B24 (>0.5)



132 kV

220 kV

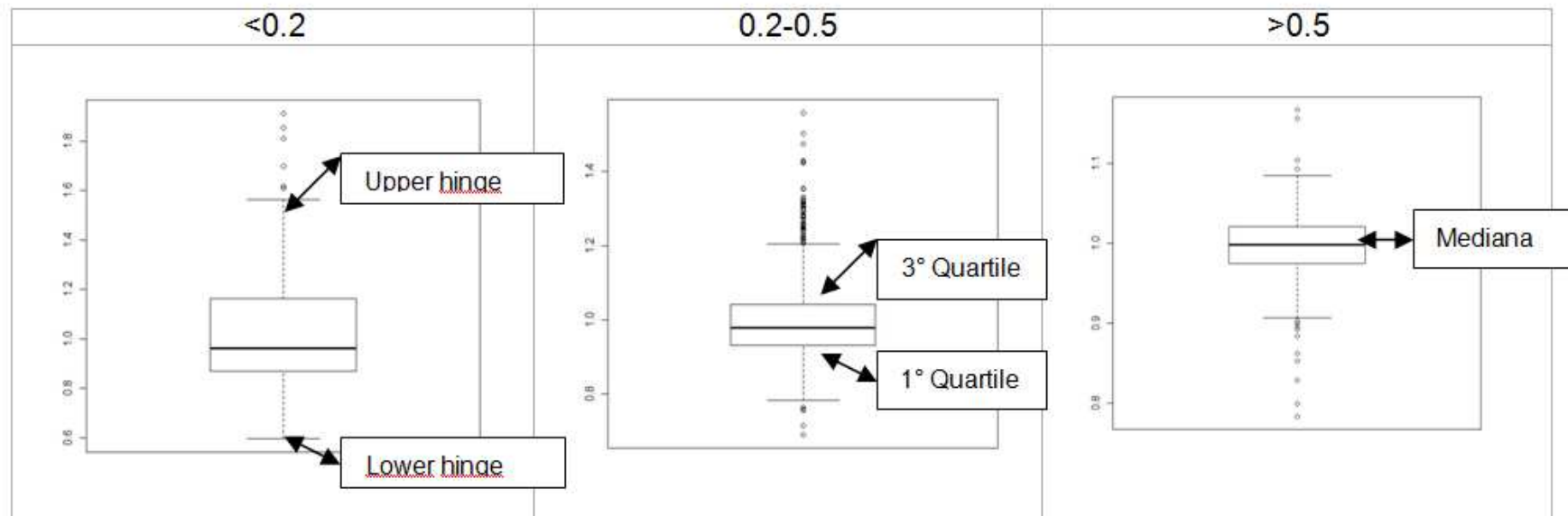
380 kV



Non essendo possibile confermare specifiche ipotesi sulla forma funzionale della distribuzione, l'analisi è stata orientata alla definizione dei parametri della distribuzione campionaria.

Per la definizione degli intervalli di valori, le distribuzioni sono state considerate come simmetriche, dato che media e mediana erano confrontabili (differenza tra il 2% e l'8% per le distribuzioni con $I_0/I_{\max} < 0.2$, <0.18% per tutte le altre).

L'analisi delle distribuzioni è stata completata tramite lo studio dei boxplot





Parametri statistici utilizzati per caratterizzare l'allargamento delle distribuzioni:

- due volte la deviazione standard
- differenza tra 95° percentile e 5° percentile (larghezza della distribuzione campionaria)
- differenza tra l'upper e il lower hinge nell'analisi di boxplot

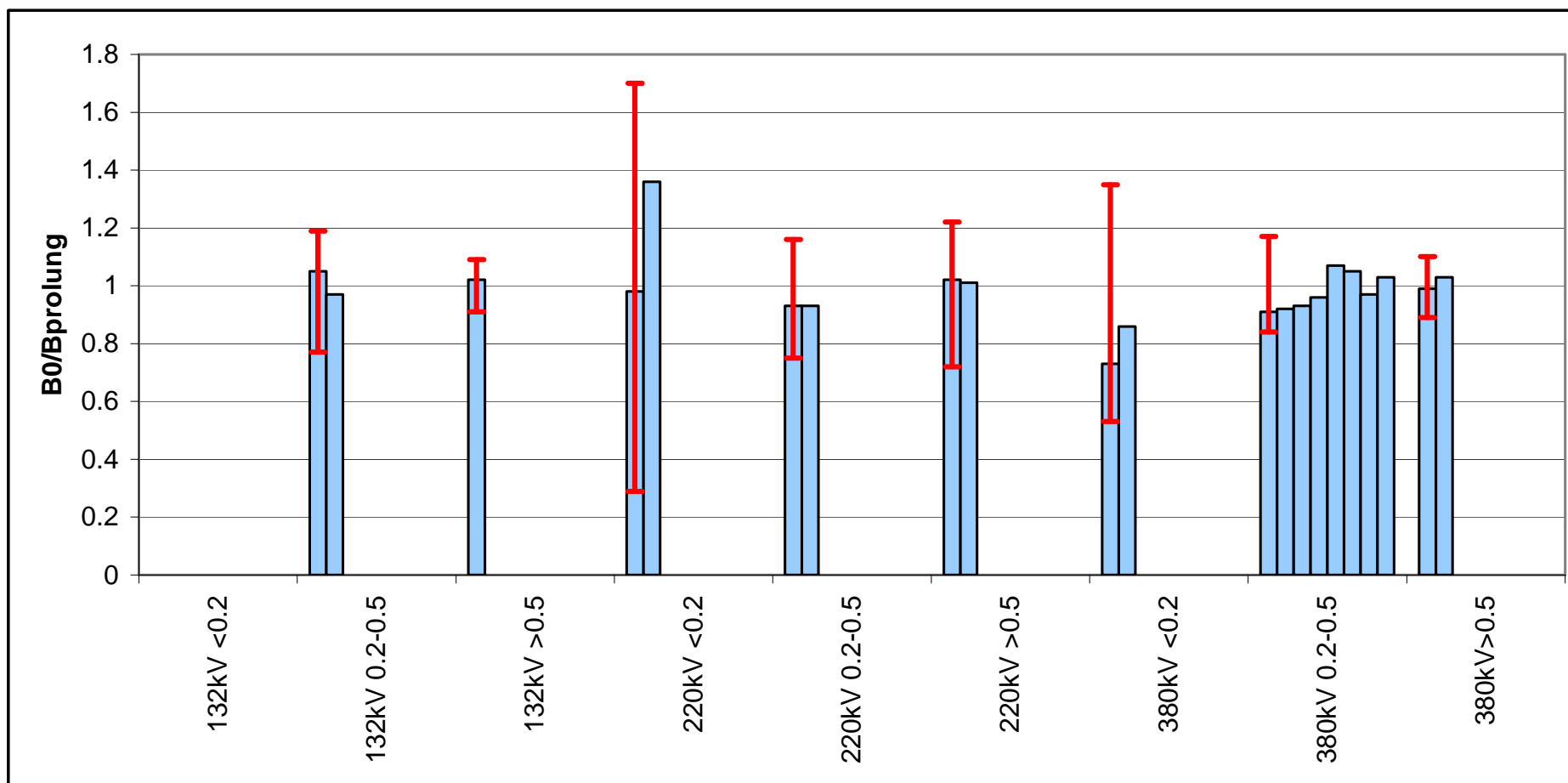
Valori di questi parametri espressi in percentuale rispetto alla mediana

Intervallo di valori I_0/I_{\max}	Tensione (kV)	2σ (%)	95° perc. – 5° perc. (%)	Upper – lower hinge (%)	Probabilità residua (%)
<0.2	132	58.3	95.27	<u>100.70</u>	6.3
	220	86.4	<u>145.87</u>	116.77	10.0
	380	55.9	<u>89.25</u>	81.05	10.0
0.2 – 0.5	132	23.7	39.44	<u>42.99</u>	7.8
	220	16.0	25.73	<u>43.14</u>	0.8
	380	22.4	24.89	<u>32.57</u>	6.4
>0.5	132	9.6	15.95	<u>17.93</u>	6.4
	220	22.2	<u>28.85</u>	51.82	10.0
	380	11.7	16.20	<u>21.33</u>	3.9

“probabilità residua” = percentuale di dati che rimane fuori dall'intervallo definito dal parametro evidenziato (livello di significatività dell'ipotesi che il valore reale ricada all'interno dell'intervallo stesso). L'approccio usato per la definizione degli intervalli garantisce che questa probabilità sia al massimo del 10%.



Validazione: dati relativi a 20 campagne di misura, non appartenenti alla serie usata per ricavare gli intervalli.



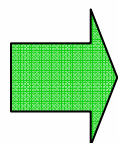


Degli intervalli così definiti e validati, viene preso in considerazione il valore minimo, pensando cautelativamente di operare sempre una sottostima nel procedere all'estrapolazione dal dato spot:

$$\left(\frac{B_0}{B_{prolung}} \right)_{\min} = L_{\inf}$$

$$B_{prolung \max} = 8\mu T$$

$$B_0 \text{ limite} = 8 \cdot L_{\inf}$$



Intervallo di valori I_0/I_{\max}	Tensione (kV)	$B_0/B_{prolung}$ minimo	B_0 limite
<0.2	132	0.48	3.5
	220	0.29	2
	380	0.53	4
0.2 – 0.5	132	0.77	6
	220	0.75	6
	380	0.84	6.5
>0.5	132	0.91	7
	220	0.72	5.5
	380	0.89	7



Esempio: analisi delle misure spot della campagna 2009 su tutta la regione.

Totale punti misura: **217**

Totale punti per i quali è stata fatta l'estrapolazione: **89** (estrapolazione al valore PCSN, in quanto non per tutti era disponibile la max mediana su 24h)

Punti per i quali, alla luce del metodo messo a punto, è opportuna la misura prolungata: **34** (38% di quelli considerati)

Tensione linee	Numero punti monitorati	Punti nei quali effettuare misura 24h	%
132 kV	60	17	28%
220 kV	12	7	58%
380 kV	17	10	59%



Conclusioni

Risultato del lavoro: **criterio per l'organizzazione delle attività di monitoraggio e controllo del campo magnetico generato da elettrodotti, tramite la stima del rischio di superamento del valore di attenzione a partire da misure spot.**

Tale criterio è fondato su un'estrapolazione del valore di campo corrispondente alle condizioni di massima mediana su 24 ore, a partire dalla singola misura spot.

Il dato estrapolato va confrontato con un valore limite, al di sotto del quale è possibile affermare che il rischio di superamento del valore di attenzione è non significativo. Qualora invece il dato estrapolato superi tale limite, il rischio diviene significativo ed è opportuno effettuare la misurazione su almeno 24 ore (100 coppie campo-corrente ai sensi del DM 29/05/2008).