

# Monitoraggio del Campo Elettromagnetico

Istituto A. Gatta, Sala Consilina

*Antonio Petraglia*

*APE Consulting: [www.badstones.com](http://www.badstones.com)*

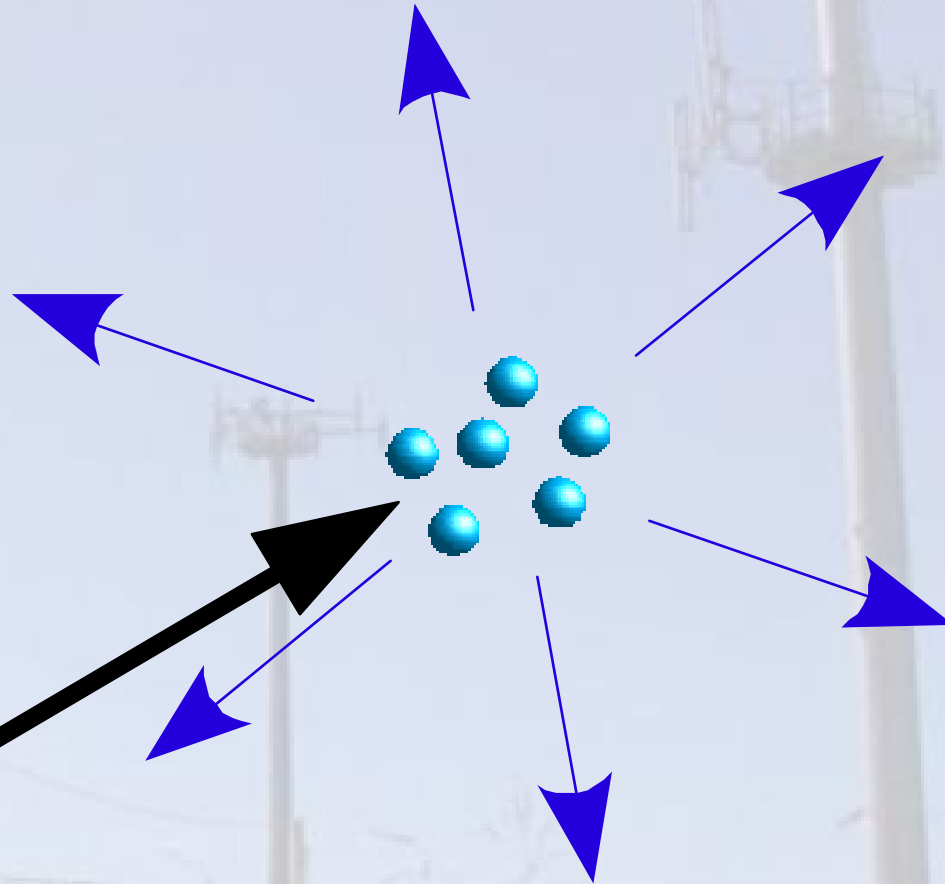
31 ottobre 2002

Il Campo ElettroMagnetico (CEM) negli ultimi anni è stato oggetto di molta attenzione per i suoi possibili effetti sulla salute umana:

## *Elettrosmog*

Presenza in luoghi accessibili alla popolazione di campo elettromagnetico a frequenze non ionizzanti

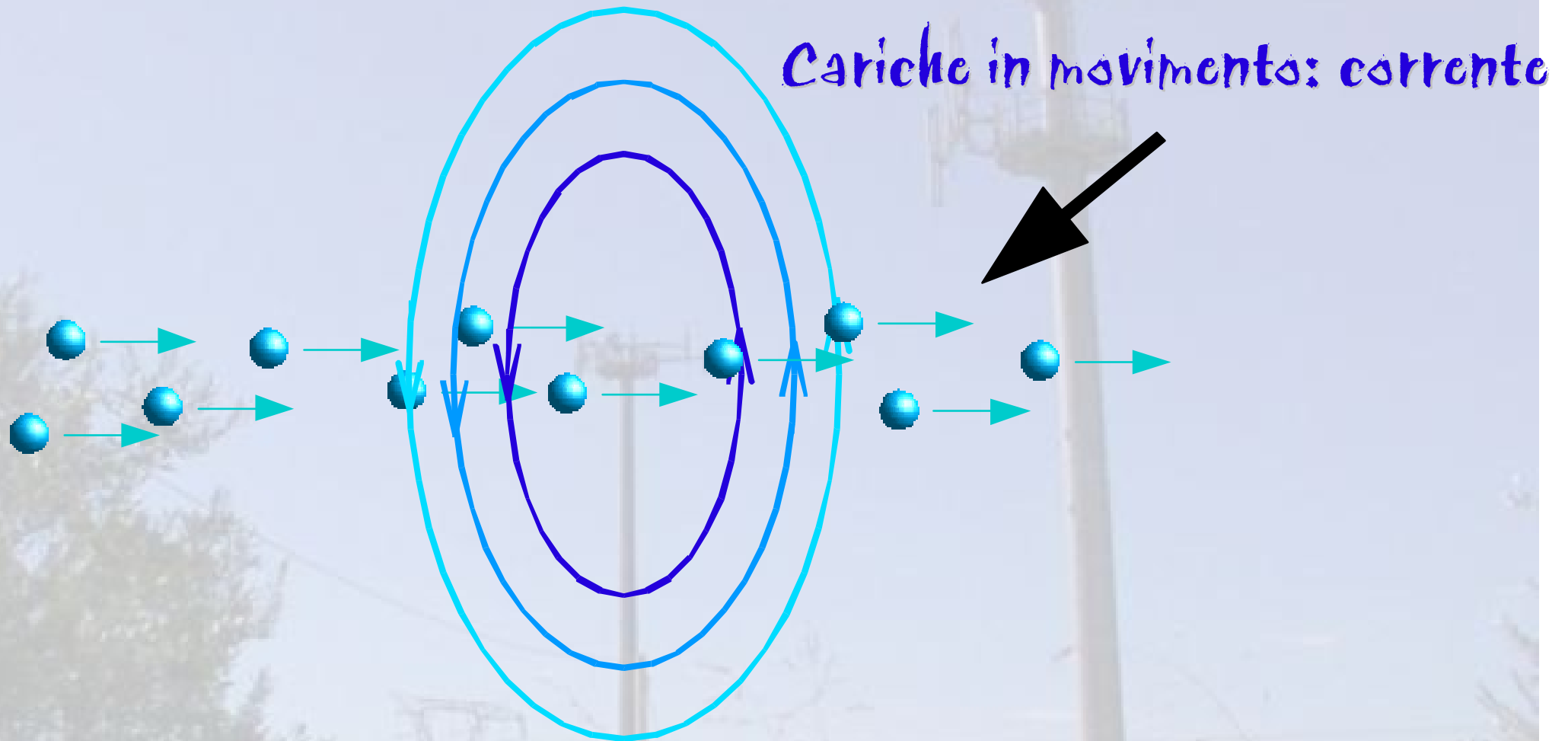
# Il Campo elettrico



Cariche (elettroni oppure ioni positivi)

Unità di misura:  $E$  (V/m)

# Il Campo Magnetico

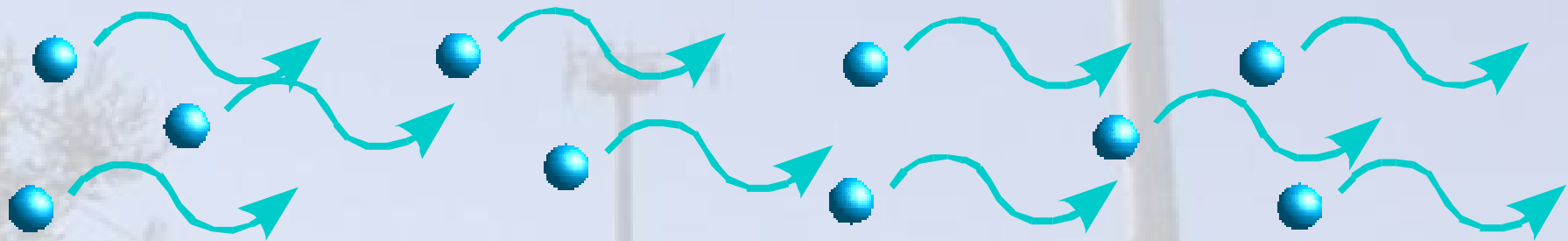


Unità di misura:  $H$  (A/m)  
 $B$  (T)

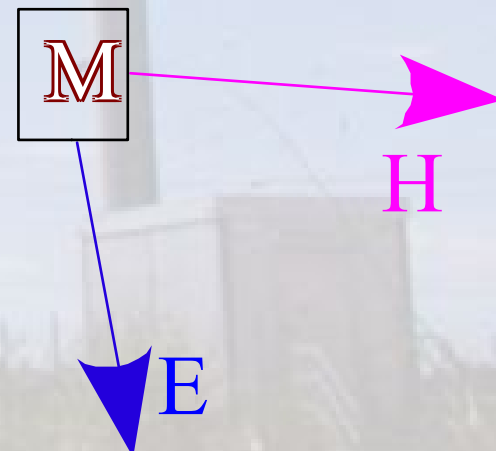
Nell'aria:  $1 \mu\text{T} \approx 0,796 \text{ A/m}$

# Il Campo ElettroMagnetico

Cariche in movimento oscillante



M: punto di misura



# Il Campo ElettroMagnetico (2)

Caratteristiche:

- valore efficace  $E_{eff}$ ,  $H_{eff}$ ,  $B_{eff}$ ;
- frequenza  $f$  (Hz): numero di oscillazioni al secondo.

*Esempio:  $f=2$  Hz*



## ***Radiazioni ionizzanti (IR)***

raggi X, raggi gamma, ecc.

(problema del radon)

causano sicuramente gravi malattie

*non ce ne occupiamo in questa sede*

## ***Radiazioni NON ionizzanti (NIR)***

- radiazione visibile (e dintorni)

luce, infrarossi, UV

- radiofrequenza e microonde

TLC Radio-TV e cellulari, radar, computer

- bassa frequenza

motori, linee, centrali, TLC bf, barriere magn.

- campi statici

CE e CM naturali, NMR

# Emittenti

## *Naturali*

Terra (CM statico), atmosfera (CE statico),  
Sole (luce, UV, IR)

## *Il campo è un prodotto spurio*

elettrodomestici, centrali e linee elettriche,  
motori, computer

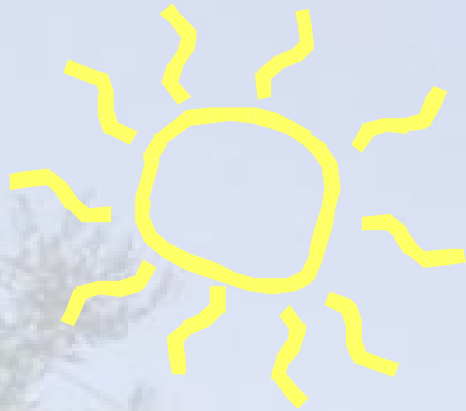
## *Progettate per emettere campo*

antenne per comunicazione, radiocomandi,  
radar, barriere magnetiche, app. mediche

# Confronto fra diverse sorgenti di radiazione

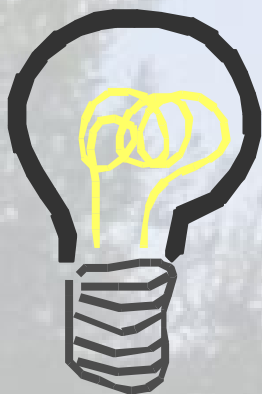
(freq. ottiche, infrarosso, UV)

*Una sorgente naturale*



$$E \approx 600 \text{ V/m}$$

*Confronto con una sorgente artificiale:*



$$E = 55 \text{ V/m (100W, ad una distanza di 1m)}$$

# Elettrodomestici (a BF)

Apparecchio	Distanza Cm	CE misurato V/m	B misurato microTesla
Asciugacapelli	20	40 – 80	1 – 2
Hi-fi	20	50-100	0,3 – 0,6
Tv color 20''	20	100-150	2 – 3
Filo di alimentazione (senza carico)	10	200	-
Filo di alimentazione (senza carico)	50	50	-

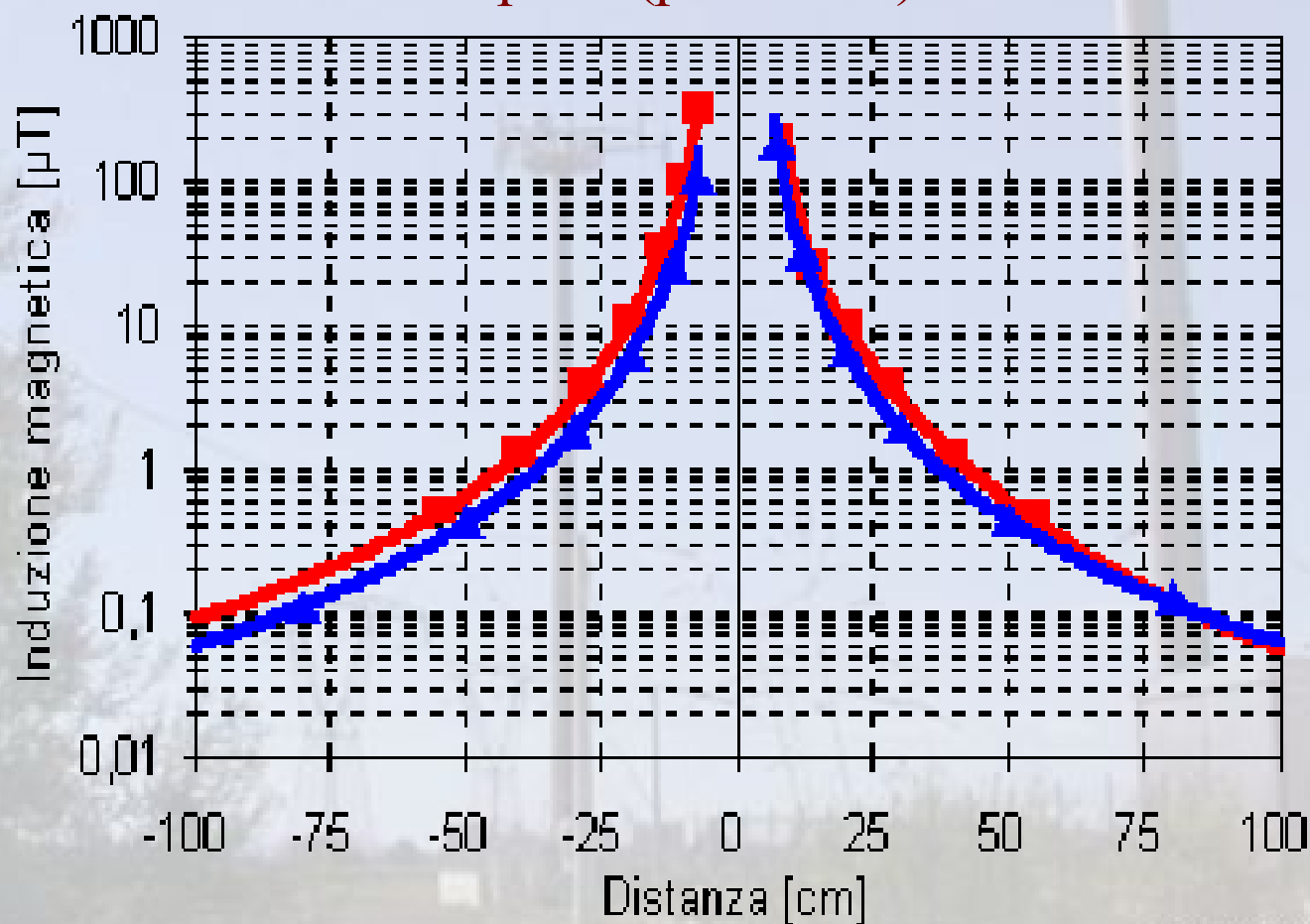
AP 2002

CE di difficile esecuzione (schermaggi, fluttuazioni),  
ma anche facili da schermare

# Elettrodomestici a BF (2)

Valgono le regole:

- motori a grande potenza producono campi alti  
trapani,asciugacapelli, frullatori
- più ci si avvicina più il campo sale  
a 50 - 100 cm vanno a valori accettabili  
termocoperte (pochi mm)



# Sorgenti di radiazione radiofrequenza

*Computer ad una distanza di 10 cm dal monitor*



$$E = 5 - 20 \text{ V/m}$$

*Cellulari all'altezza dell'orecchio*

$$\text{TACS: } E = 20 - 80 \text{ V/m}$$

$$\text{GSM: } E = 5 - 50 \text{ V/m}$$

*Il campo varia a seconda della marca,  
ma anche durante la conversazione.*

*E' molto importante la distanza dalla Stazione Radio Base*

# Effetti biologici e sanitari

Commissione di esperti a conclusione  
del progetto RAPID (Congresso americano):

CEM nella Categoria 2B della  
classificazione IARP: “possibilmente  
cancerogeno' (stessa della caffeina)

ICNIRP (conclusioni accettate dall'UE  
e recepite dalla legislazione italiana a BF)

ha posto un tetto massimo  
all'energia che viene assorbita  
dal corpo – tratta gli effetti acuti.

*Per gli effetti a lungo termine è definita la SAE  
(Soglia di Attenzione Apidemiologica).*

*Legislazione italiana a 50 Hz : 100  $\mu$ T  
SAE: 0,2  $\mu$ T*

# Posizioni rispetto al problema

*Associazioni di consumatori, ambientalisti:*

“I limiti devono essere ulteriormente abbassati per garantire la salute dei cittadini; ci sarebbero dei ricercatori indipendenti, al di fuori di correnti ufficiali, che hanno trovato dei valori di attenzione molto bassi.”

*Dal libro “Elettrosmog, un'emergenza creata ad arte” di Franco Battaglia :*

“...l'elettrosmog non esiste...”, “Chi va in giro per il Paese a misurare i campi elettromagnetici fa un lavoro inutile e dannoso...”,  
”...dannoso perché procura un ingiustificato allarme”.

*Una posizione vicina è sostenuta, con toni meno accesi, dall'ex. Ministro della Sanità Umberto Veronesi.*

*Principio di precauzione:*

in attesa di risposte certe da parte della ricerca, fissiamo come limite i valori considerati sicuri, eventualmente rendendoli ancora più bassi.

From WHO/OMS “ *ELECTROMAGNETIC FIELDS AND PUBLIC HEALTH PUBLIC PERCEPTION OF EMF RISKS*”, May '98:

...

in the case of people who do not own a mobile telephone, for example, exposure to RF fields from mobile telephone base stations may be perceived as a high risk for the following reasons:

- \* people are faced with an **involuntary** exposure to RF fields;
- \* it is **unfair** because the installation of these base stations exposes the whole community to RF fields while only the few mobile telephone users benefit;
- \* there is a **lack of control** over expansion of such networks into communities;
- \* mobile telephone technology is **unfamiliar** and incomprehensible to most people;
- \* there is **insufficient scientific information** to precisely assess health risks; and
- \* there is a likelihood that this technology could cause a **dreaded** disease such as cancer.

...

*È interessante fare il confronto CEM – fumo*  
© APE Consulting, 2002

# Normativa vigente RF

## DI 381 del 10/9/98 in vigore il 2/1/99

### Definizioni ed unità di misura (all. A).

- Frequenza, media temporale, onda piana, valore efficace
- **implicitamente assume come sistema di unità di misura il SI**

- La regione di campo lontano è definita da r:

$$\max(\lambda, D^2/\lambda)$$

dove  $\lambda$  è la lunghezza d'onda del campo emesso e D è la dimensione massima lineare dell'elemento radiante

- Campo elettrico **E** (V/m); campo magnetico **H** (A/m); densità di potenza elettromagnetica S, in aria e campo lontano:  **$E^2(\text{eff})/377$**

## **DI 381** del 10/9/98 in vigore il 2/1/99

### LIMITI DI ESPOSIZIONE PER LA POPOLAZIONE AI CAMPI EM

F (MHz)	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m <sup>2</sup> )
0,1 – 3	60	0,2	-
<b>&gt; 3 ÷ 3.000</b>	<b>20</b>	<b>0,05</b>	<b>1</b>
> 3.000 – 300.000	40	0,1	4

Sono valori più piccoli di quelli fissati dall: ICNIRP

e' il cosiddetto “principio di precauzione”

## ***DI 381*** del 10/9/98 in vigore il 2/1/99

**Misure di cautela ed obiettivi di qualità** indicati dalla norma (DI 381 Art. 4, Comma 1,2) da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, usando tecnologie e metodiche di risanamento disponibili.

Edifici adibiti a permanenza per più di 4 ore,  
indipendentemente dalla frequenza:

$$E = 6 \text{ V/m}$$

$$H = 0,016 \text{ A/m}$$

## **DI 381** del 10/9/98 in vigore il 2/1/99

- Verifica: **calcoli teorici e misure** . Misure necessarie se

$$E(\text{calcolato}) > E(\text{limite})/2;$$

- Le misure si mediano su una superficie pari alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di 6 minuti;
- Risanamenti: Nei casi in cui i limiti sono superati è prevista una procedura di riduzione a conformità; (all. C)
- Organi di garanzia e disciplina: regioni e province autonome in collaborazione con l'Autorità di garanzia delle comunicazioni (art 4 comma 3);

# Normativa vigente per la 50 Hz DPCM del 23/4/92 e successive modifiche

	E	B
Parte significativa della giornata	5 kV/m	0,1 mT
Poche ore al giorno	10 kV/m	1 mT

Distanze minime elettrodotti da edifici:

132 kV --> 10 m

220 kV --> 18 m

380 kV --> 28 m

# “Legge Quadro” n. 36/2001

Definisce i ruoli dei vari enti

Istituisce un catasto nazionale delle emittenti

Prevede dei decreti attuativi (ancora in itinere)

# Decreto “Gasparri”

decreto legislativo del 4 settembre 2002, n. 198

Mira ad accelerare la realizzazione di infrastrutture per le telecomunicazioni

Nel caso di potenze inferiori a 20W per antenna è necessaria semplicemente una dichiarazione di inizio attività

Viene fissato in venti giorni il limite massimo per la pronuncia di compatibilità da parte dell'ARPA (agenzia regionale per l'ambiente) e, in caso di veto dell'amministrazione, entro trenta giorni dalla domanda vi è la convocazione di una conferenza dei servizi che deciderà a maggioranza.

Ci si aspetta un aumentato numero di emittenti

# Antenne per la telefonia cellulare

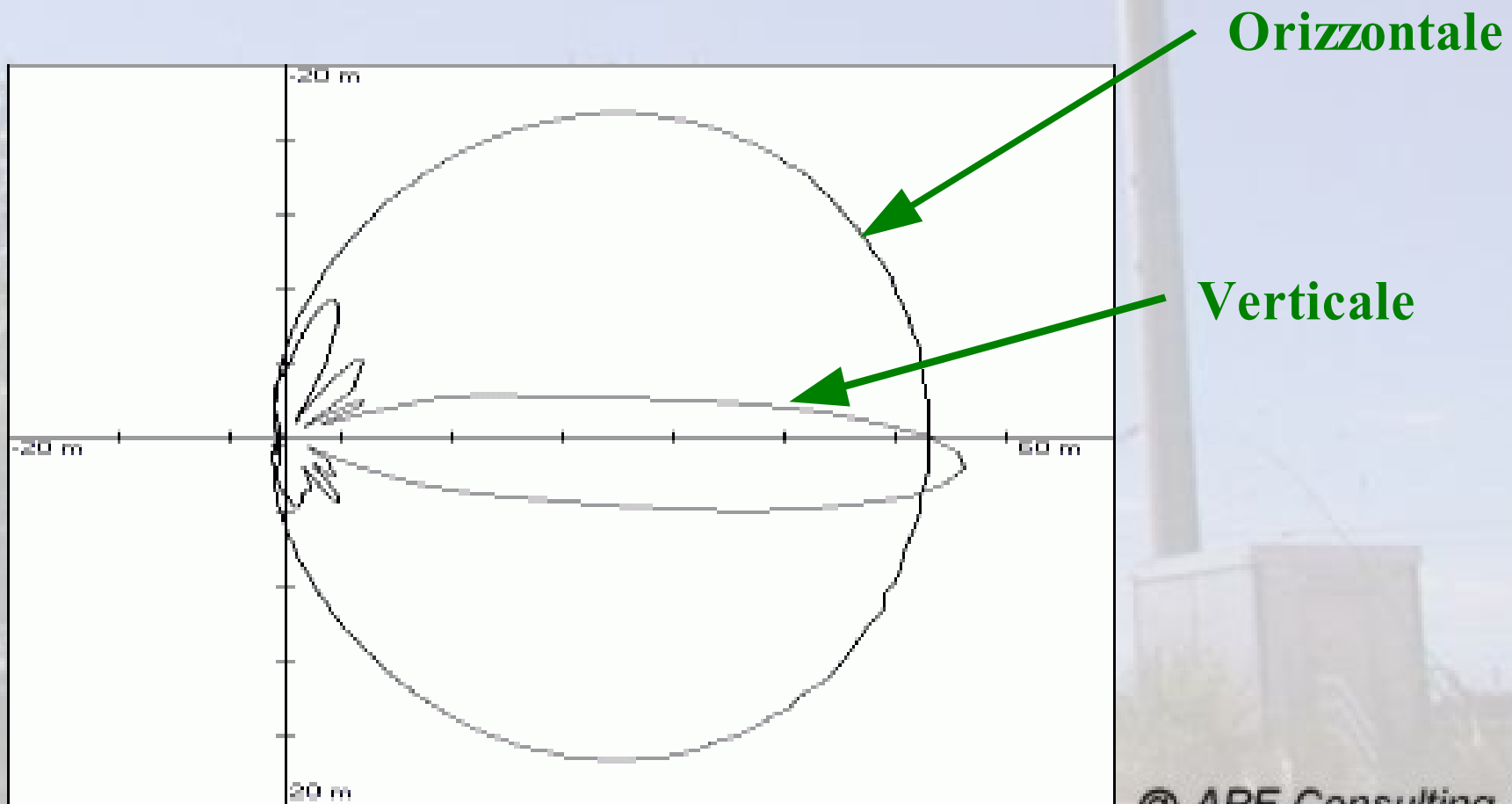


*Perché 2: diversity*

# Calcolo preventivo

*E' utile per la progettazione di emittenti a basso impatto*

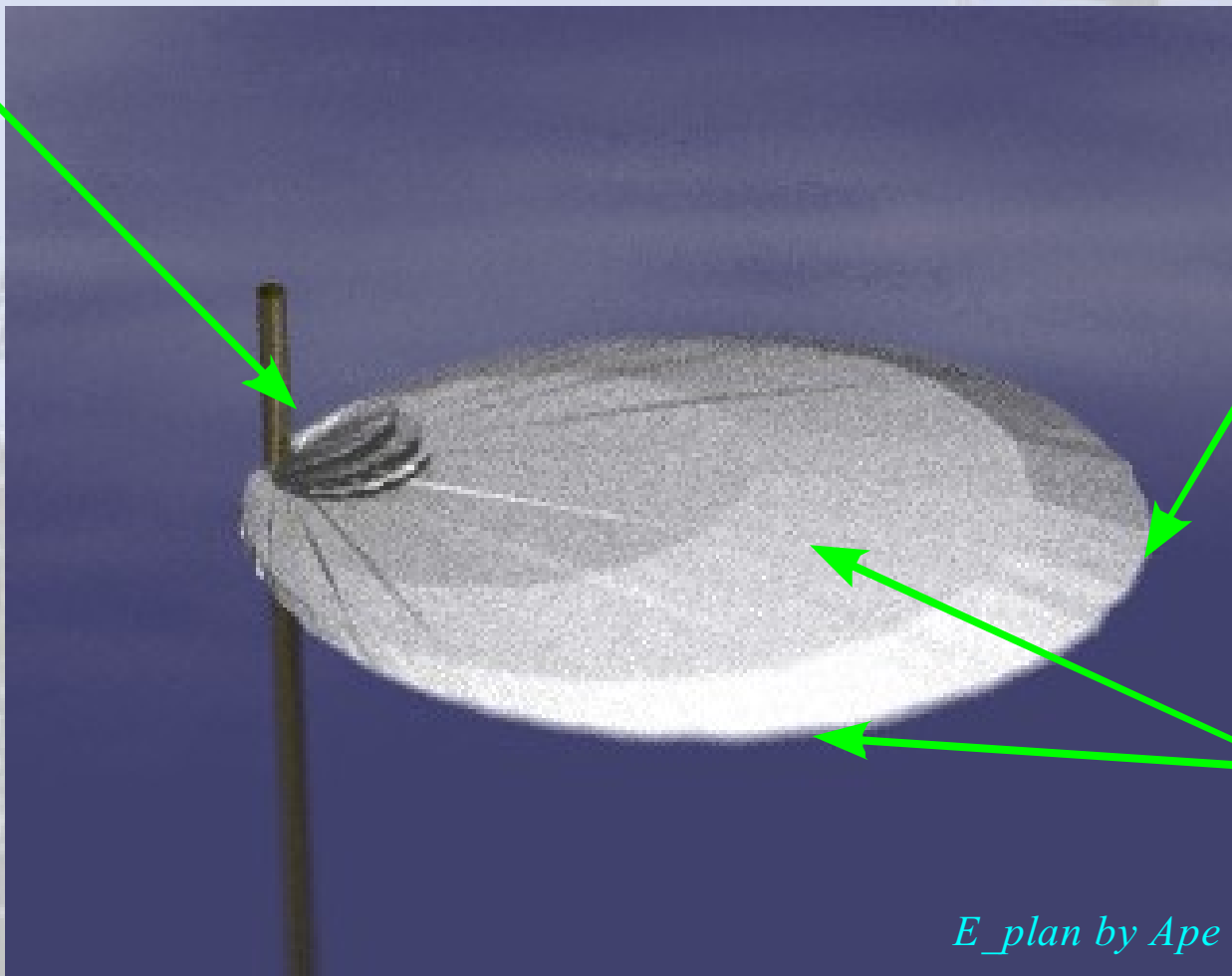
Un “pattern” tipico per un'antenna per la telefonia cellulare



# Lobo di radiazione in 3D

*Lobi secondari*

*Dati: Kathrein 739495*



*Da 50 a 100 metri*

*Lo spessore è pochi metri*

*E\_plan by Ape*

# Caratteristiche

## Eurocell F-Panels PCN – Dual Polarization +45°/-45° Polarization 65° Half-power Beam Width

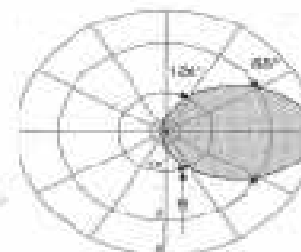
**KATHREIN**  
Antennen - Electronic

### XPoI F-Panel 1800 65° 18dBi 2°T

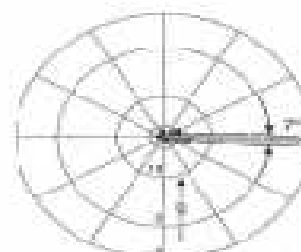
Type No.	739 495
Input	2 x 7-16 female
Connector position	Bottom
Frequency range	1710 – 1880 MHz
VSWR	< 1.4
Gain	2 x 18 dBi
Impedance	50 Ω
Polarization	+45°; -45°
Front-to-back ratio, copolar	> 30 dB
Half-power beam width	+45° polarization Horizontal: 65°, vertical: 7°, 2°T -45° polarization Horizontal: 65°, vertical: 7°, 2°T
Isolation	> 30 dB
Max. power per input	200 Watt (at 50 °C ambient temperature)
Weight	6 kg
Wind load	Frontal: 310 N (at 150 km/h) Lateral: 110 N (at 150 km/h) Floorside: 250 N (at 150 km/h)
Max. wind velocity	200 km/h
Packing size	3404 x 172 x 72 mm
Height/width/depth	1302 / 155 / 49 mm

#### Vertical Pattern:

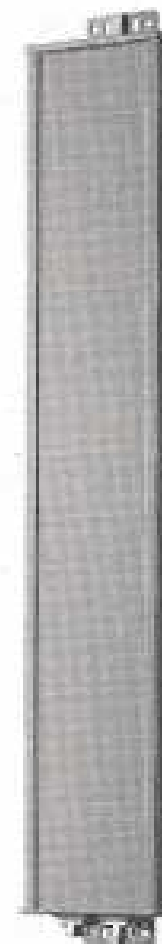
- 2° electr. downtilt
- first null/tilt below horizon better or equal -25 dB below maximum gain
- side/tilt suppression above horizon for first side-lobe better or equal -14 dB below maximum gain



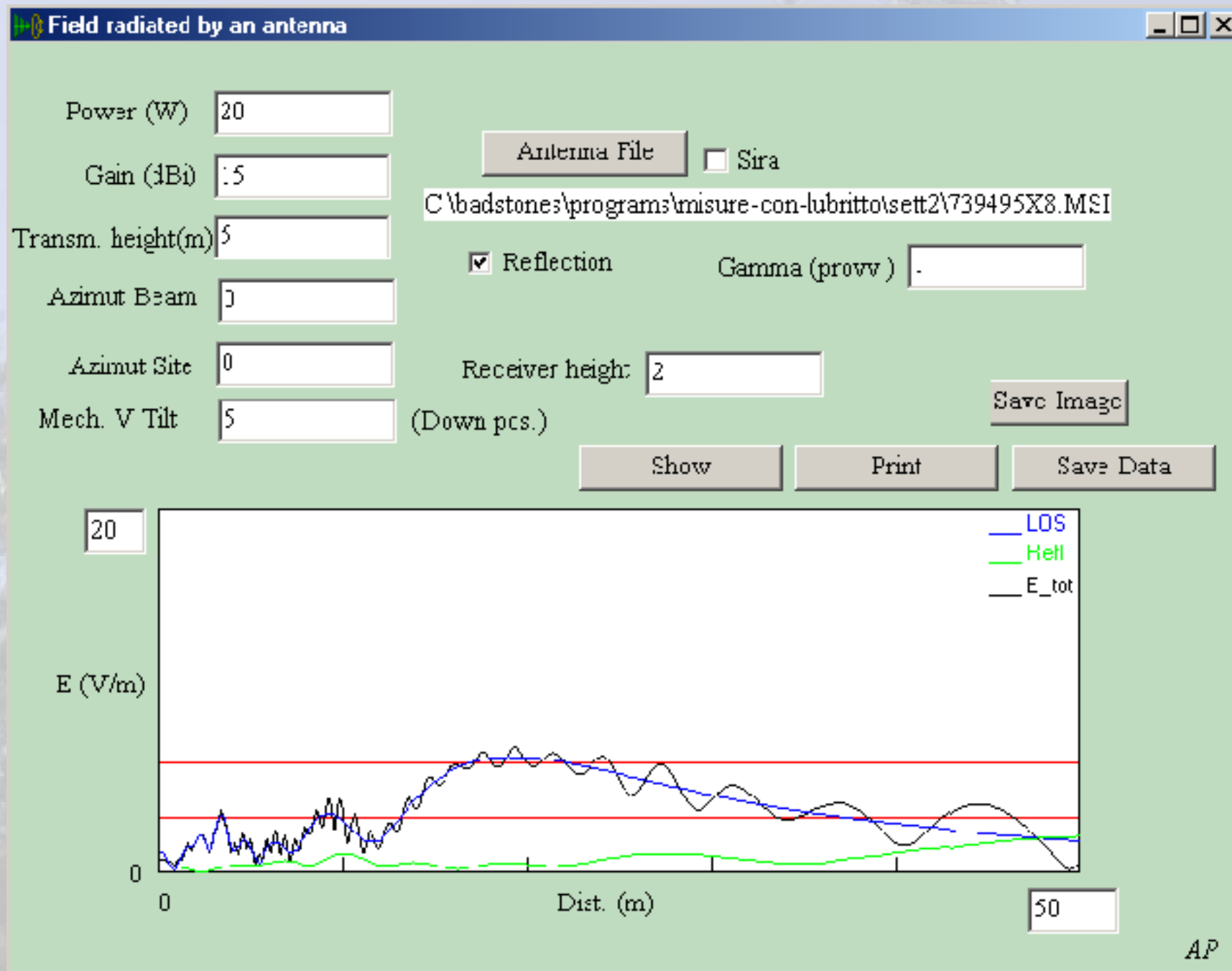
Horizontal Pattern



Vertical Pattern  
2° electr. downtilt



# Programma di analisi



# La misura

*E' necessaria nei casi in cui i calcoli danno valori di attenzione*



## Misure isotropiche a banda larga- Strumentazione

RF: - è necessaria strumentazione provvista di sonde isotropiche a

banda larga

- cambiando le sonde (bande diverse) è possibile discernere i

contributi delle radio-TV dai cellulari

- sopra i 3 GHz è difficile trovare sonde affidabili (calibrate)

- se ci troviamo in “campo lontano” i valori di H e S vengono

calcolati

BF: - è possibile fare delle misure passa banda (ex. a 50 Hz)

- oppure delle misure blocca banda (ex. a 50 Hz)

# Procedura di misura (per antenne)

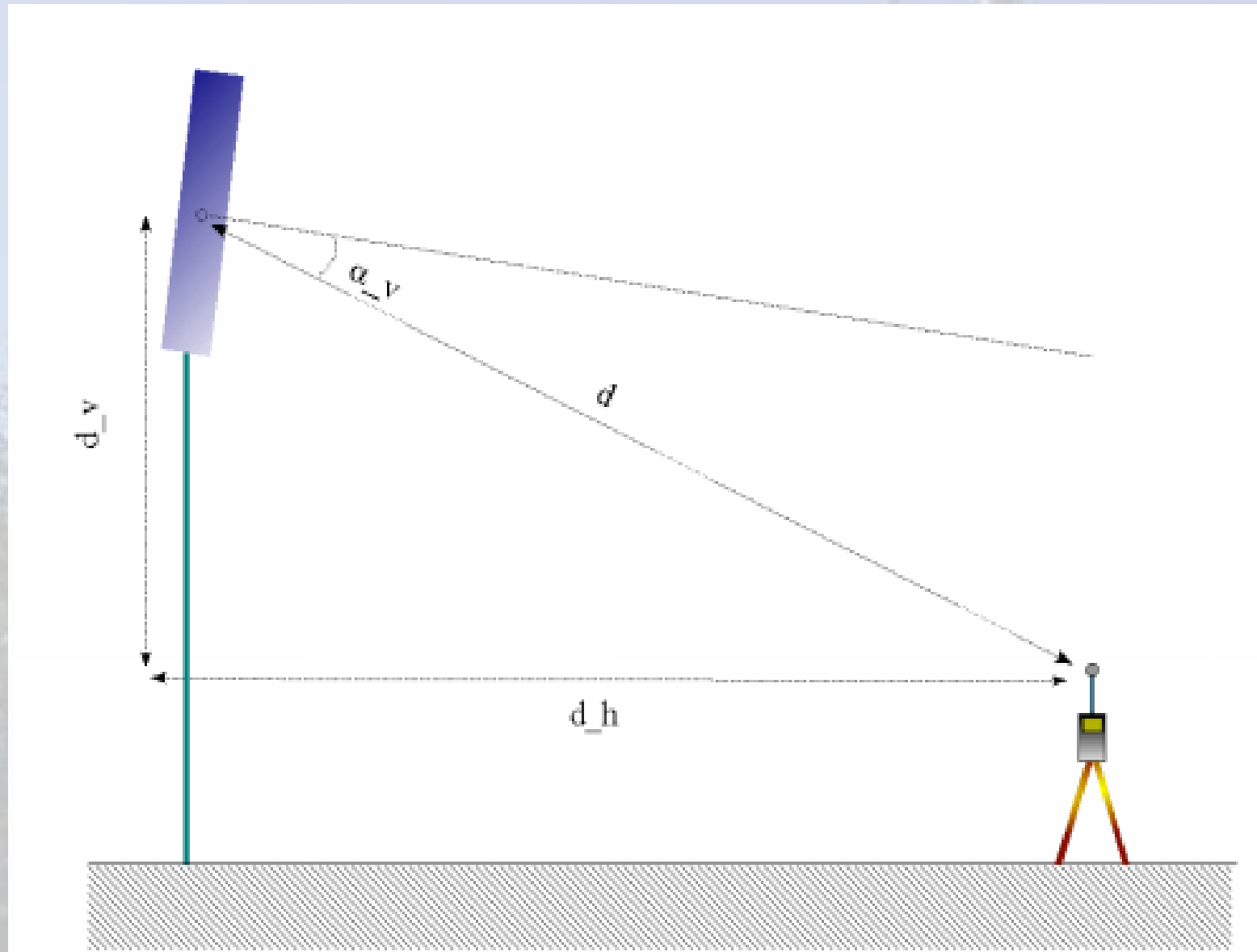
Media temporale su 6 minuti

Altezza di 170 cm (treppiedi in legno)

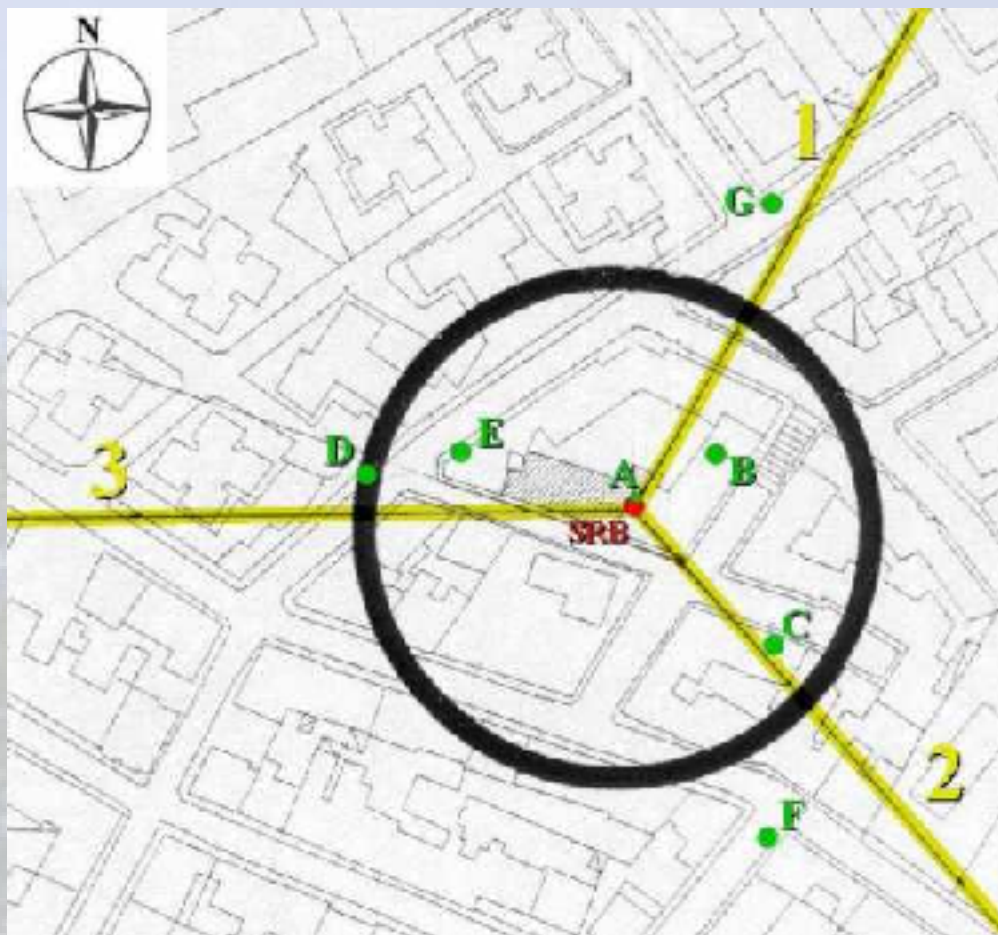
Si evita la presenza di condizioni che possono perturbare la misura:  
presenza di oggetti metallici e di persone nelle vicinanze  
caratteristiche del sensore (temperatura, umidità, ecc.)  
telefonini accesi

I punti vengono scelti con un protocollo bene preciso

# Parametri geometrici



# Scelta dei punti



Giallo: direttrici principali di irradiazione

Verde: punti di misura

# Misure selettive in frequenza.

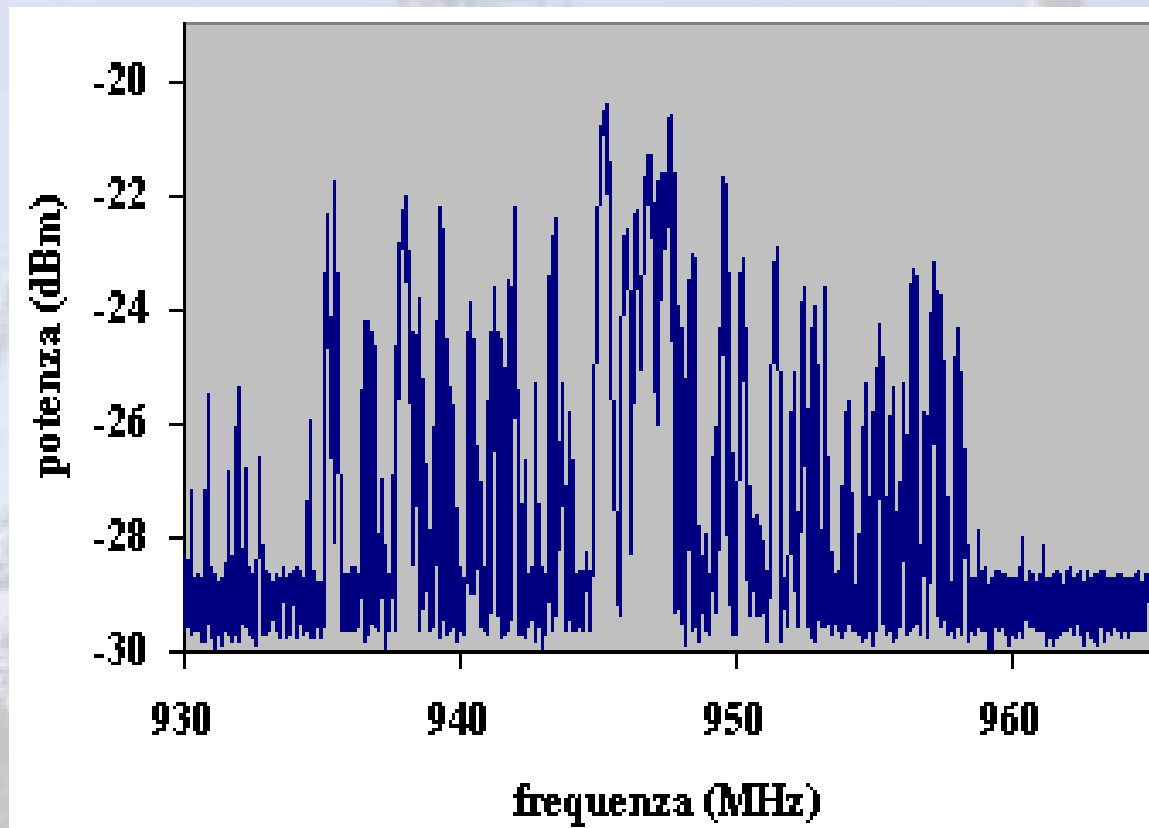
*Discrimina i vari contributi quando ci sono valori non trascurabili di campo.*

Strumentazione:

BF: i misuratori a BF presentano come opzione il software per l'analisi di spettro

RF: Analizzatore di spettro con antenne a calibrazione certificata

uso didattico: è possibile effettuare l'analisi a bassa frequenza con un PC e qualche metro di filo



# Elettrodotti



*Legge datata*

*SAE è rispettata a  
centinaia di metri*

Vengono definiti dalla  
tensione, ma è importante  
la corrente

# Elettrodotti (2)

*Esempio di calcolo:*

*filo unico con  $I = 1000\text{ A}$*

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \quad \longrightarrow \quad B = \frac{200}{d} \mu T$$

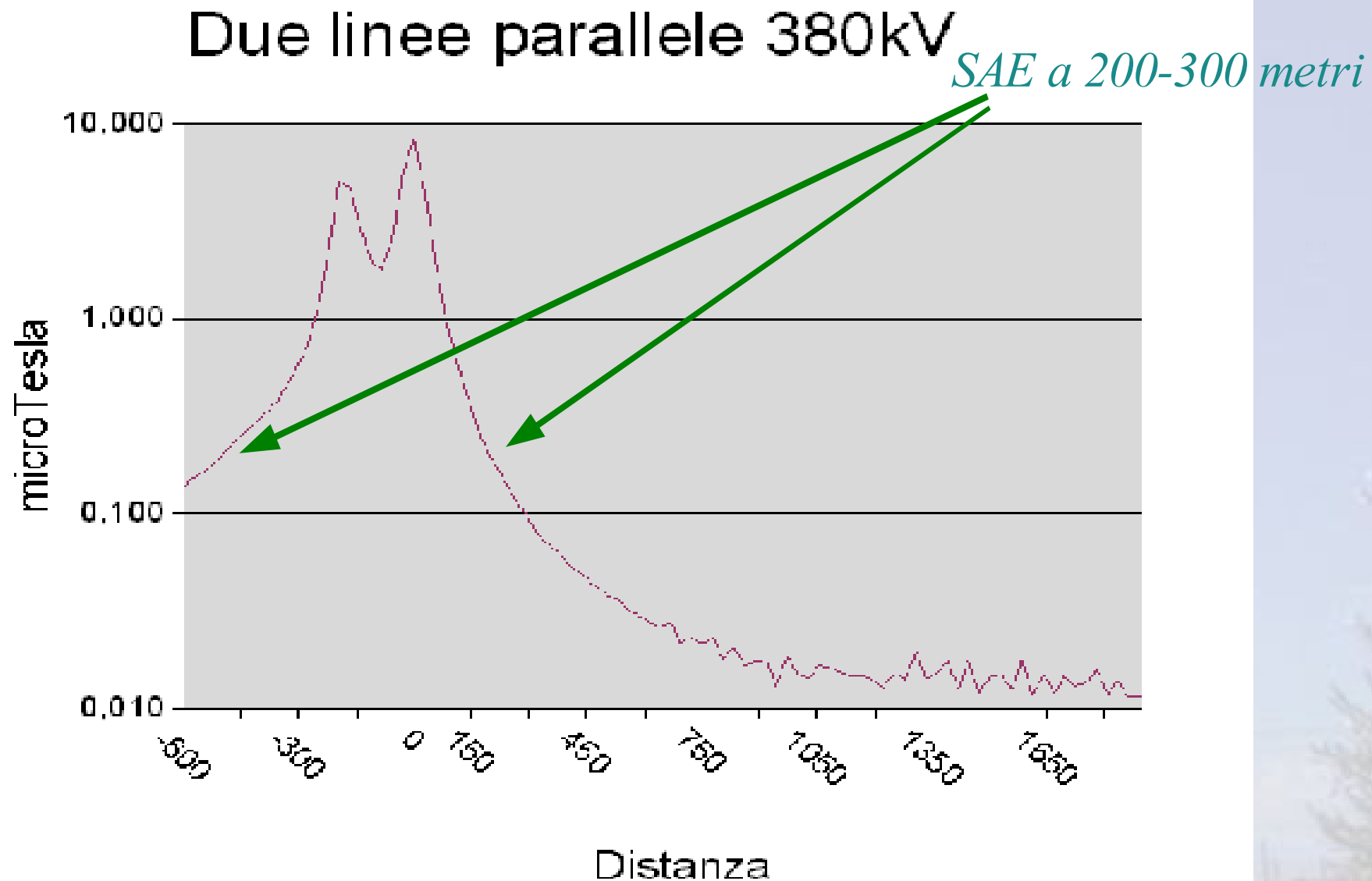
*A 10 metri  $B = 20\text{ microTesla}$*

*SAE (0,2 microTesla) è rispettata a 1000 metri*

*In realtà la situazione è migliore a causa dello schermaggio delle fasi*

# Elettrodotti (3)

*Misure*



# *Conclusioni e note*

*Cose tralasciate: emittenti radio-TV, barriere magnetiche,  
concentrazione di antenne*

*Cose tralasciate: la divulgazione. Ruolo dei mass media*

*Misure in pratica: le prossime lezioni*

*Altri tipi di misura: monitoraggio continuo, drive test*

*Il monitoraggio come lavoro:  
cosa abbiamo fatto, cosa c'è nel futuro*