



AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

L'INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO: aspetti tecnici, normativa e attività di controllo dell'ARPAM

Mirti Lombardi

***Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche
Servizio Radiazioni/Rumore
Dipartimento Prov.le di Ancona***



INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

L'inquinamento elettromagnetico a cui è esposta la popolazione e prodotto dalla presenza di sorgenti esterne può essere suddiviso nel modo seguente:

- **inquinamento elettromagnetico a frequenze estremamente basse (ELF)**

Elettrodotti AAT, AT e MT , cabine elettriche di trasformazione

- **inquinamento elettromagnetico a radiofrequenze e microonde (RF & MW)**

emittenti Radio TV, Stazioni radio base per telefonia mobile, ponti radio



GRANDEZZE FISICHE CHE CARATTERIZZANO UN CAMPO ELETTROMAGNETICO ELF

- **Campo elettrico E (espresso in V/m)**
- **Campo magnetico H (espresso in A/m)**
- **Induzione magnetica B (espressa in μT)**



IL CAMPO ELETTRICO ELF PRODOTTO DAGLI ELETTRODOTTI

Campo Elettrico E:

Il campo elettrico prodotto da una linea elettrica dipende essenzialmente dalla tensione (kV) con cui viene esercita la linea.

La tensione di una linea elettrica è una grandezza che varia nel tempo in maniera poco significativa rispetto al valore nominale, di conseguenza anche il campo elettrico è soggetto a variazioni temporali poco significative.



IL CAMPO MAGNETICO ELF PRODOTTO DAGLI ELETTRODOTTI

Campo Magnetico H:

Il campo magnetico prodotto da una linea elettrica dipende essenzialmente dall'intensità della corrente elettrica (A) che circola nella linea stessa.

L'intensità della corrente elettrica risulta una grandezza estremamente variabile, a seconda della richiesta e delle necessità degli utilizzatori, nell'arco della giornata, nei vari giorni della settimana e nei diversi periodi dell'anno, di conseguenza all'atto delle misure è necessario tener conto di tale notevole variabilità.



METODI PREVISIONALI DI CALCOLO DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTRICO E DI CAMPO MAGNETICO ELF

- I metodi previsionali di calcolo dei livelli di campo elettrico e di campo magnetico ELF necessitano della conoscenza di vari parametri e precisamente:
 - a) intensità della corrente elettrica (per il campo magnetico);
 - b) tensione della linea elettrica (per il campo elettrico);
 - c) disposizione geometrica dei conduttori della linea;
 - d) caratteristiche dei conduttori;
 - e) altezza e distanza dalla linea del punto preso in esame.
- Per il calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche esistono:
 - 1) apposite guide tecniche che forniscono gli elementi fondamentali per il calcolo (Norma CEI 211-4);
 - 2) appositi software di calcolo.



GRANDEZZE FISICHE CHE CARATTERIZZANO UN CAMPO ELETTROMAGNETICO A RADIOFREQUENZA

- **Campo elettrico E (espresso in V/m)**
- **Campo magnetico H (espresso in A/m)**
- **Densità di potenza S (espressa in W/m²)**

In condizioni di “*campo lontano*” queste grandezze sono legate dalla seguente relazione:

$$S = E^2/\eta = H^2\eta$$



CARATTERISTICHE DEI PONTI RADIO USATI DALLE RETI TELEFONICHE

Questa tipologia di impianti non presenta assolutamente problemi dal punto di vista radioprotezionistico a causa delle seguenti caratteristiche:

- **Bassa potenza in antenna (< 1 W)**
- **Estrema collimazione del fascio d'irradiazione ($< 1-2^\circ$)**
- **Elevato guadagno d'antenna (30-40 dB)**
- **Notevole attenuazione fuori dal fascio d'irradiazione (20-30 dB)**



METODI PREVISIONALI DI CALCOLO DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO RF

- I metodi previsionali di calcolo dei livelli di campo elettromagnetico a radiofrequenza (RF) necessitano della conoscenza di vari parametri come per esempio:
 - a) potenza immessa in antenna;
 - b) diagrammi di irradiazione sul piano orizzontale e verticale;
 - c) guadagno dell'antenna;
 - d) tilt elettrico o meccanico;
 - e) direzione di massima irradiazione;
 - f) altezza da terra del centro elettrico dell'antenna;
 - g) planimetria in scala 1:1000 o 1:2000, contenente l'indicazione del punto previsto per l'installazione dell'impianto, le altezze degli edifici compresi entro un raggio di 100-150 m.
- Per il calcolo dei livelli di campo elettromagnetico a radiofrequenza generati da antenne per radiocomunicazioni esistono:
 - 1) apposite guide tecniche;
 - 2) appositi software di calcolo.



FORMULA SEMPLICE PER LA DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' DI POTENZA O DEL CAMPO ELETTRICO

$$S(r, \theta, \phi) = \frac{P \cdot G(\theta, \phi)}{4\pi r^2} \quad (1)$$

oppure

$$E(r, \theta, \phi) = \frac{\sqrt{30P \cdot G(\theta, \phi)}}{r} \quad (2)$$



FORMULA SEMPLICE PER LA DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' DI POTENZA O DEL CAMPO ELETTRICO

dove:

$S(r, \theta, \phi)$ = densità di potenza nel punto considerato (in W/m^2)

$E(r, \theta, \phi)$ = campo elettrico nel punto considerato (in V/m)

P = potenza immessa in antenna (in W)

$G(\theta, \phi)$ = guadagno dell'antenna

r = distanza del punto considerato dall'antenna (in m)



ESEMPI DI CALCOLO DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO RF

1) Calcolo del Volume di Rispetto

Tale volume è costituito da una opportuna figura geometrica solida (generalmente un parallelepipedo o la composizione di 2 cilindri) che racchiude tutti i punti dello spazio nei quali il limite viene superato

ESEMPI DI CALCOLO DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTRROMAGNETICO RF

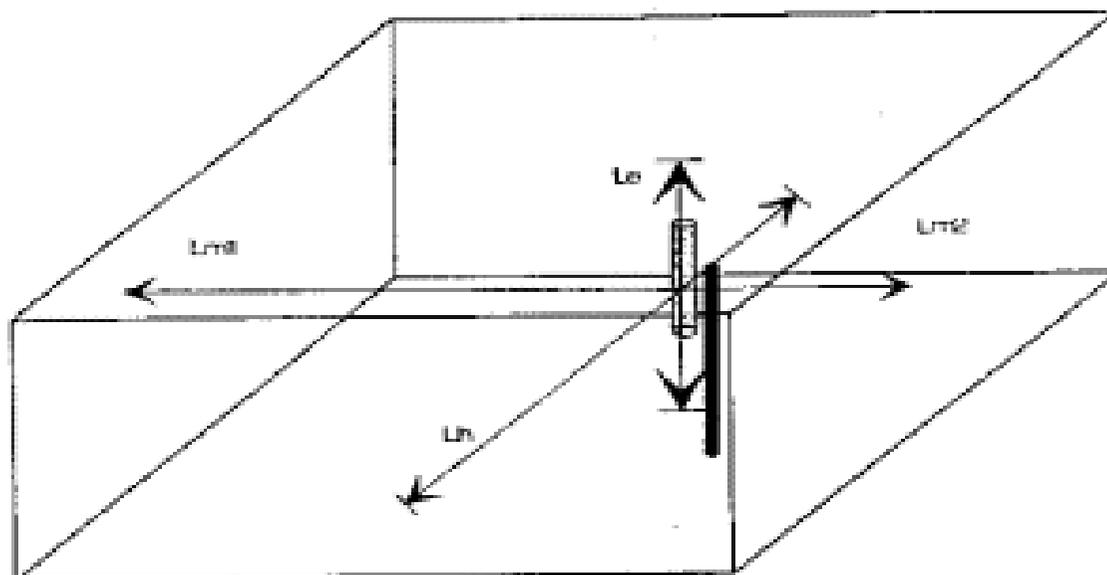


Fig. Ct.5b - Definizione del volume di rispetto mediante un parallelepipedo
(il punto medio di L_x e L_y è il centro dell'antenna)

ESEMPI DI CALCOLO DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTRROMAGNETICO RF

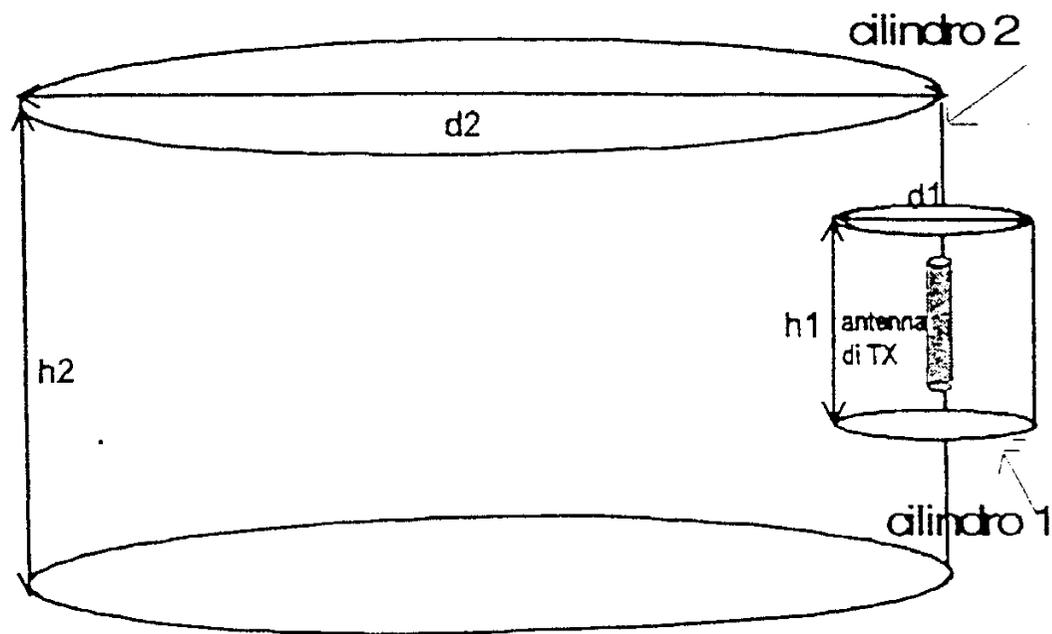


Fig. C.1.5a - Rappresentazione del volume di rispetto mediante due cilindri



ESEMPI DI CALCOLO DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO RF

2) Calcolo del valore puntuale del campo

Consiste nell'individuare i punti più vicini alla sorgente in cui si ha permanenza della popolazione e nel determinare il valore puntuale del campo in tali punti, nell'ipotesi di assenza di ostacoli, mediante l'impiego della seguente formula:

$$E(r, \theta, \phi) = \frac{\sqrt{30P \cdot G(\theta, \phi)}}{r}$$



CAMPO ELETTRICO PRODOTTO DALLE SRB

I valori di campo elettrico sono variabili in funzione del tipo di impianto (n° di canali o portanti radio e potenza in antenna), dell'altezza di installazione delle antenne, della posizione dei punti con permanenza di persone rispetto alle direzioni di massima irradiazione, della relativa distanza, nonché del relativo dislivello in altezza.



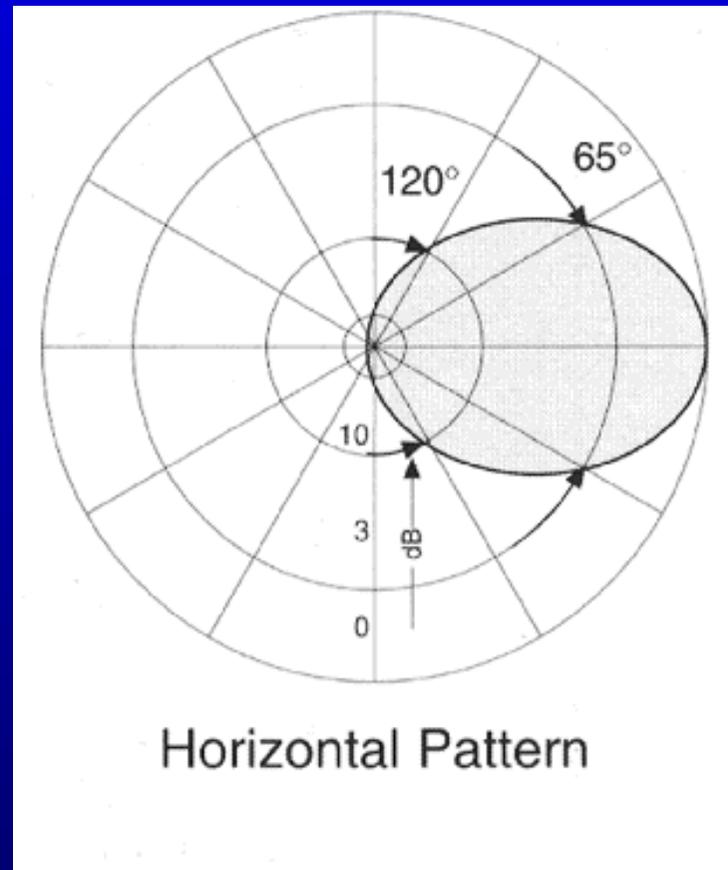
CAMPO ELETTRICO PRODOTTO DALLE SRB

Infatti la percentuale del fascio di irradiazione che può investire un edificio dipende da come l'edificio stesso è situato rispetto ai diagrammi di irradiazione dell'antenna trasmittente sul piano orizzontale e verticale.



AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

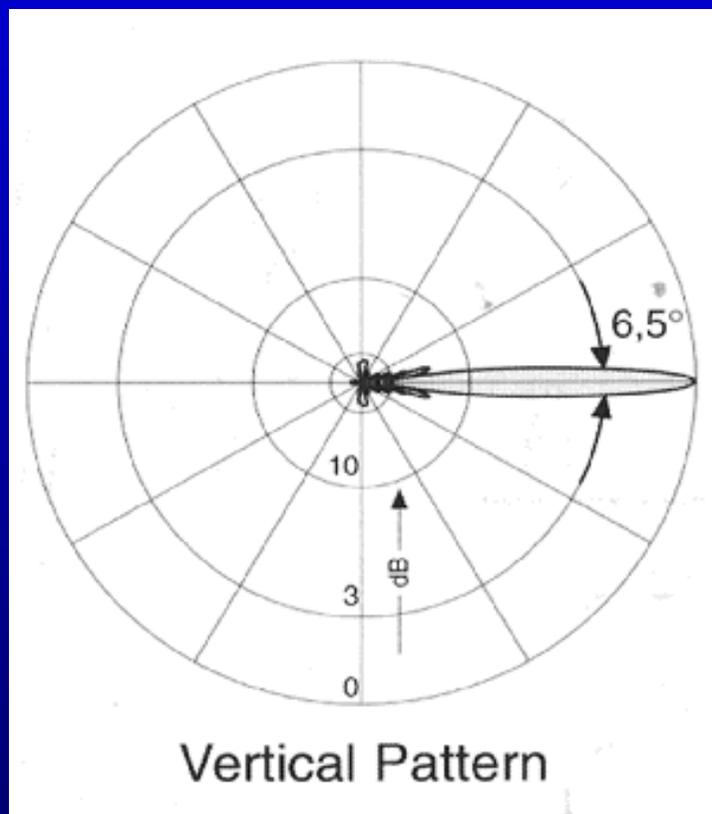
DIAGRAMMI ORIZZONTALE E VERTICALE DI UNA TIPICA ANTENNA PER SRB





AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

DIAGRAMMI ORIZZONTALE E VERTICALE DI UNA TIPICA ANTENNA PER SRB





STRUMENTAZIONE DI MISURA

- Le misure dei livelli di inquinamento elettromagnetico possono essere effettuate mediante l'impiego di 2 diversi tipi di strumentazione:
- **strumentazione a «banda larga»**

(strumentazione di 1° livello)

Consiste in un misuratore collegato ad una sonda generalmente di tipo isotropo.

La sonda per campo elettrico più comune è costituita da 3 dipoli mutuamente ortogonali e fornisce il valore totale di campo elettrico in un determinato intervallo di frequenza.

La sonda per campo magnetico più comune è costituita da 3 spire mutuamente ortogonali e fornisce il valore totale di campo magnetico in un determinato intervallo di frequenza.



STRUMENTAZIONE DI MISURA

- **strumentazione a «banda stretta»**

(strumentazione di 2° livello)

Consiste in un analizzatore spettrale in frequenza collegato ad apposite antenne diverse a seconda degli intervalli di frequenza in cui operano.

[Per esempio: antenna biconica (20-200 MHz), antenna log-periodica (200-1000 MHz)].

Questo tipo di strumentazione permette di valutare livelli di campo elettrico anche molto bassi e soprattutto permette di determinare il contributo fornito da ogni singola sorgente al campo elettrico totale.



NORMATIVA NAZIONALE

- **Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.**
(Legge 22 febbraio 2001 n. 36, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 55 del 7 marzo 2001).
- La legge è entrata in vigore il 22 marzo 2001.



APPROCCIO “CAUTELATIVO” DELLA NUOVA NORMATIVA ITALIANA

- **Limite di esposizione**

valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori, ai fini della tutela della salute da effetti acuti



APPROCCIO “CAUTELATIVO” DELLA NUOVA NORMATIVA ITALIANA

- **Valore di attenzione**

valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per le finalità di cui all'art. 1, comma 1, lettere b) e c).

Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge



APPROCCIO “CAUTELATIVO” DELLA NUOVA NORMATIVA ITALIANA

- *Obiettivi di qualità*

1. *Criteria localizzativi, standard urbanistici, prescrizioni e incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali...*
2. *Valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato ..., ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi*



I DECRETI ATTUATIVI

Entro **sessanta giorni** dalla data di entrata in vigore della legge dovevano essere stabiliti, sia per la popolazione che per i lavoratori, **i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità** [art. 4, comma 1, lettera a) della legge n. 36/2001], le tecniche di misurazione e rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico e i parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti.



REGIME TRANSITORIO

- Fino alla data di entrata in vigore del DPCM di cui all'art. 4, comma 2, lettera a) della legge n. 36/2001 si applicano:
 - DPCM 23/04/92 e successive modificazioni nonché il DPCM 28/09/95
 - Decreto Ministro dell' Ambiente 10 settembre 1998, n. 381



D.P.C.M. 23/04/92

D.P.C.M. 23/4/1992 «*Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell' ambiente esterno*»

- **Limiti di esposizione per la popolazione per esposizioni prolungate (art. 4)**

Campo elettrico E	5000	V/m
Induzione Magnetica B	100	μ T

- **Distanze di rispetto dei fabbricati dagli elettrodotti (art. 5)**

linee a 132 kV	\geq 10 metri
linee a 220 kV	\geq 18 metri
linee a 380 kV	\geq 28 metri



D.M. AMBIENTE n. 381/98

Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 381 del 10/09/1998
*«Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di
radiofrequenza compatibili con la salute umana»*

(pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 257
del 03/11/1998)

Limiti di esposizione per la popolazione (art. 3)

Frequenza (MHz)	E_{eff} (V/m)	H_{eff} (A/m)	S (W/m²)
0.1-3	60	0.2	-
>3-3000	20	0.05	1
3000-300000	40	0.1	4



D.M. AMBIENTE n. 381/98

Valori di cautela (art.4)

(valori da applicare in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore)

Frequenza (MHz)	E_{eff} (V/m)	H_{eff} (A/m)	S (#) (W/m²)
0.1-300000	6	0.016	0.1

(#) la grandezza S è utilizzabile solo nell'intervallo di frequenza 3-300000 MHz



AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

L.R. 13 novembre 2001 n. 25 ***(BUR n. 134 del 22/11/01)***

**Disciplina Regionale in materia di
impianti fissi di radiocomunicazione
al fine della tutela ambientale e sanitaria
della popolazione**



AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

L.R. 13 novembre 2001 n. 25 ***aspetti fondamentali***

Legge emanata in attuazione dei principi della
Legge Quadro n. 36/2001 (art. 8) e del DM 381/98
(artt. 4 e 5)



AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

L.R. 13 novembre 2001 n. 25 ***aspetti fondamentali***

Ambito di applicazione (art. 2)

Si applica a tutti gli impianti di teleradiocomunicazione operanti nell'intervallo di frequenza 100 kHz-300 GHz



L.R. 13 novembre 2001 n. 25 ***aspetti fondamentali***

Concessione edilizia (art. 3)

- Concessione edilizia necessaria per l'installazione di nuovi impianti o per la modifica di impianti preesistenti sia per emittenti radiofoniche e televisive sia per stazioni radio base per telefonia mobile
- Obiettivo di qualità di 3 V/m per la realizzazione e la modifica di impianti fino all'adozione dei decreti previsti dalla Legge n. 36/2001
- Necessità di parere sia dell'ARPAM che della ASL per il rilascio della concessione edilizia



AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

L.R. 13 novembre 2001 n. 25 ***aspetti fondamentali***

Impianti provvisori **di telefonia mobile (art. 4)**

Comunicazione al Comune 45 gg. prima della collocazione dell'impianto corredata da parere favorevole dell'ARPAM e della ASL



L.R. 13 novembre 2001 n. 25 ***aspetti fondamentali***

Divieti (art. 7)

Elenco delle situazioni in cui è vietata l'installazione degli impianti sia per le emittenti radiofoniche e televisive sia per le stazioni radio base per telefonia mobile



L.R. 13 novembre 2001 n. 25 ***aspetti fondamentali***

Adempimenti per installazione di impianti fissi di telecomunicazione non soggetti a concessione edilizia (art. 9)

Questo articolo si applica a tutti gli impianti diversi dagli impianti dell'emittenza radiofonica e televisiva e dalle stazioni radio base per telefonia mobile, tipo per esempio i Ponti Radio.

E' prevista una semplice comunicazione con allegati tutti i dati tecnici dell'impianto



L.R. 13 novembre 2001 n. 25 ***aspetti fondamentali***

Funzioni dell'ARPAM (art. 10)

L'ARPAM svolge le attività di supporto tecnico ai Comuni connesse all'esercizio delle funzioni amministrative previste dalla L.R. 25/01 ed in particolare:

- **Esprime pareri**
- **Effettua misure**



AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

L.R. 13 novembre 2001 n. 25 ***aspetti fondamentali***

Controllo e vigilanza **degli impianti (art. 16)**

I Comuni esercitano le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria ed ambientale per l'attuazione della L.R. 25/01 con il supporto tecnico dell'ARPAM



AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

L.R. 13 novembre 2001 n. 25 ***aspetti fondamentali***

Sanzioni (art. 17)

Elenco delle sanzioni



AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

ATTIVITA' DI CONTROLLO EFFETTUATA DALL'ARPAM NELLA REGIONE MARCHE anno 2000

Tipologia attività	Impianti Radio- TV	Stazioni Radio Base per Telefonia Mobile	Elettrodotti e Cabine
Pareri preventivi e istruttorie tecniche	4	203	3
Interventi di controllo tramite valutazioni modellistiche	0	1	1
Interventi di controllo sperimentali	18	224	39
N° complessivo punti di misura	170	1685	346
N° complessivo di misure a "banda larga" e a "banda stretta"	279	1713	402



AGENZIA
REGIONALE
PER LA PROTEZIONE
AMBIENTALE
DELLE MARCHE

ATTIVITA' DI CONTROLLO EFFETTUATA DALL'ARPAM NELLA REGIONE MARCHE anno 2001 (1° gennaio – 30 settembre)

Tipologia attività	Impianti Radio- TV	Stazioni Radio Base per Telefonia Mobile	Elettrodotti e Cabine
Pareri preventivi e istruttorie tecniche	2	179	4
Interventi di controllo tramite valutazioni modellistiche	0	0	0
Interventi di controllo sperimentali	28	88	109
N° complessivo punti di misura	262	979	916
N° complessivo di misure a “banda larga” e a “banda stretta”	408	1101	1023